

DECIFRANDO O MATERIAL GENÉTICO: UM JOGO DIDÁTICO PARA O ESTUDO DOS ÁCIDOS NUCLEICOS¹

DECIPHERING THE GENETIC CODE: A DIDACTIC GAME FOR THE STUDY OF NUCLEIC ACIDS

Déborah Rossane Santana Costa de Souza² e Raquel Tusi Tamiosso³

RESUMO

A complexidade dos conceitos, a necessidade de raciocínio a nível molecular e a abstração parecem ser fatores relevantes que justificam algumas dificuldades enfrentadas pelos professores e pelos estudantes em relação ao ensino e aprendizagem de conceitos básicos da genética e biologia molecular, conceitos estes que são fundamentais para a compreensão de processos biotecnológicos. Nesse sentido, a utilização de recursos didáticos, como os jogos, pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem, promovendo um ambiente mais interativo e lúdico. O presente trabalho tem como objetivo apresentar as potencialidades de um jogo didático de tabuleiro desenvolvido para a abordagem de conceitos básicos relacionados à estrutura e organização dos ácidos nucleicos (ácido ribonucleico - RNA - e ácido desoxirribonucleico - DNA). O jogo foi elaborado nos formatos físico e digital e consiste em um jogo de tabuleiro. Para se movimentar no tabuleiro, os jogadores devem lançar os dados e responder corretamente a perguntas relacionadas ao conteúdo citado e suas relações com a Biotecnologia. Participaram da dinâmica de aplicação do jogo doze estudantes e duas professoras de duas Instituições de Ensino do Rio Grande do Sul. A avaliação do jogo pelos participantes deu-se ao longo de toda a dinâmica e, após esta, por meio de suas respostas a formulários online. Considerando o interesse, a participação e as devolutivas dos envolvidos, pode-se perceber que o jogo mostrou-se promissor como recurso didático para o ensino e aprendizagem acerca da estrutura e organização dos ácidos nucleicos.

Palavras-chave: Recurso didático; Ensino; Aprendizagem; Genética; Biologia Molecular.

ABSTRACT

The complexity of concepts, the need of molecular level reasoning and the abstraction are relevant aspects that justify some difficulties teachers and students face while studying genetics and molecular biology, essential subjects for the comprehension of biotechnological processes. The use of didactic resources can be favorable in the teaching and learning process, promoting a ludic and more interactive environment. The objective of this research is to present the potentialities of a didactic board game developed for studying basic concepts related to the structure and the organization of nucleic acids (ribonucleic acid - RNA - and deoxyribonucleic acid - DNA). The game was designed in physical and digital formats. To move around the board, the players must throw the dice and answer correctly to the questions related to the subject mentioned and its relations with Biotechnology. Twelve students and two teachers of two educational institutions from Rio Grande do Sul participated in the application of the board game. The game was evaluated by the participants during the whole dynamics and, after that, through their answers in online forms. Considering the interest, the

1 Especialização em Ensino de Biotecnologia.

2 Biomédica - Universidade Franciscana. E-mail: deborahrossane@gmail.com

3 Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Franciscana. E-mail: raqueltusitamiosso@gmail.com

participation and the feedback the participants gave, this game was considered to be a promising didactic resource for teaching and learning about the structure and organization of nucleic acids.

Keywords: *Didactic resource; Teaching; Learning; Genetics; Molecular Biology.*

INTRODUÇÃO

A utilização de recursos didáticos nos processos de ensino e aprendizagem é essencial para facilitar a compreensão de diferentes conceitos que permeiam os diversos ramos do conhecimento. De acordo com Souza (2007, p. 111), recurso didático “é todo material utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos”. A autora argumenta, ainda, que esses recursos são empregados com o intuito de estimular o aluno a buscar novos conhecimentos, pesquisar e entender aquilo que o cerca (SOUZA, 2007).

Entre os inúmeros recursos didáticos existentes, destacam-se os jogos. Jogos didáticos, também chamados de jogos pedagógicos, são elaborados com o objetivo de proporcionar a aprendizagem de forma lúdica, podendo ser utilizados para simplificar ou tornar o conhecimento mais palpável (CUNHA, 1988). De acordo com Miranda (2001), a utilização de jogos no contexto do ensino permite desenvolver nos estudantes a habilidade de resolução de problemas, pensamento lógico e a capacidade de abstração, além de estimular a criatividade e proporcionar a socialização, já que, na maioria das vezes, envolve atividades coletivas.

Nesse sentido, o presente trabalho visa apresentar as potencialidades de um jogo didático de tabuleiro desenvolvido para a abordagem de conceitos básicos relacionados à estrutura e organização dos ácidos nucleicos (ácido ribonucleico - RNA - e ácido desoxirribonucleico - DNA). Entende-se que este jogo pode contribuir para o ensino e aprendizagem dos referidos conceitos, auxiliando, também, na compreensão de temas mais abrangentes, como a Biotecnologia. Sabe-se que a Biotecnologia

[...] abrange uma área ampla do conhecimento que decorre da ciência básica (biologia molecular, microbiologia, biologia celular, genética etc.), da ciência aplicada (técnicas imunológicas e bioquímicas, assim como técnicas decorrentes da física e da eletrônica), e de outras tecnologias (fermentações, separações, purificações, informática, robótica e controle de processos). Trata-se de uma rede complexa de conhecimentos na qual ciência e tecnologia se entrelaçam e se complementam (MALAJOVICH, 2016, p. 2).

Entende-se que a compreensão de conceitos básicos torna-se imprescindível para o entendimento de processos biotecnológicos que envolvem tecnologias de DNA, engenharia genética, produção de vacinas, entre outros. Foi a partir dessa premissa que houve a motivação para a elaboração deste jogo didático, visando, sobretudo, contribuir para o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados à temática Biotecnologia.

O ENSINO E APRENDIZAGEM DE GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR

Ainda que diversos conceitos relacionados à genética e à biologia molecular estejam presentes no cotidiano da população em geral, estes são, muitas vezes, utilizados informalmente, de forma equivocada ou como grandes generalizações. O emprego inadequado desses conceitos limita significativamente a compreensão adequada de textos científicos pelos indivíduos, dificultando sua participação de forma ativa e crítica em discussões que envolvam esses temas. Assim, considera-se que o ensino de genética e biologia molecular básicas é de extrema importância e parte relevante da alfabetização científica da população (VILELA, 2007; ROCHA, 2013; PAVEZI, CARVALHO, 2014).

Existem diferentes aspectos envolvidos nas dificuldades dos estudantes em compreenderem os conteúdos de genética e biologia molecular. Entre eles, pode-se citar a complexidade da linguagem científica empregada e a diversidade de linguagem dos diferentes autores de livros didáticos, a desvinculação desses conteúdos à realidade dos estudantes e o grande nível de abstração destes conceitos (VILELA, 2007; CATARINACHO, 2011).

No que diz respeito à estrutura e organização dos ácidos nucleicos, as principais dificuldades parecem estar relacionadas à abstração, ao raciocínio a nível molecular e ao grande número de conceitos envolvidos (ROCHA, 2013; FONTENELE; CAMPOS, 2017). Diferentes recursos didáticos podem ser empregados para a abordagem desses conteúdos. Entre eles, destacam-se os modelos didáticos, uma vez que favorecem a visualização dos constituintes da molécula de DNA e sua organização espacial nos diferentes níveis de compactação (FONTENELE; CAMPOS, 2017).

Além de facilitar a compreensão dos conteúdos, também é fundamental que as estratégias e recursos didáticos utilizados despertem o interesse e a curiosidade dos estudantes de forma que estes reflitam, entendam, levantem hipóteses e busquem respostas a respeito dos temas discutidos. Nesse contexto, os jogos didáticos podem ser muito relevantes, já que podem estimular os estudantes à construção do conhecimento por promoverem um ambiente mais interativo e lúdico (ROCHA, 2013; BURNATT, 2014).

Com o desenvolvimento tecnológico, o uso de recursos didáticos digitais vem tornando-se cada vez mais frequente. De acordo com Moran (2013), as tecnologias digitais desafiam as instituições de ensino a deixar o ensino tradicional, multiplicando os espaços de aprendizagem, promovendo maior flexibilidade, despertando o interesse dos estudantes e permitindo, quando usadas de forma adequada, que estes sejam protagonistas de seus processos de aprendizagem. Nesse contexto, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) atuam como facilitadoras do processo de construção do conhecimento (KRAUSE; FELBER; VENQUIARUTO, 2018).

A pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2 (COVID-19), iniciada na China no final do ano de 2019, provocou inúmeras mudanças no estilo de vida em todo o mundo, acelerando a implantação de diversas tecnologias digitais para o ensino de forma remota (ROCHA *et al.*, 2020). Nesse sentido, o desenvolvimento de recursos digitais bem projetados é favorável para enriquecer os processos de

ensino e aprendizagem, estimulando os estudantes a participar de forma ativa da construção do conhecimento e permitindo que estes explorem suas habilidades (ROCHA *et al.*, 2020).

Considerando as informações obtidas na literatura, percebe-se que há dificuldades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de conceitos básicos da genética e biologia molecular, conceitos estes que são fundamentais para a compreensão de alguns processos biotecnológicos. Em contrapartida, identifica-se também o potencial de recursos didáticos, aliados às ferramentas tecnológicas, em facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Assumindo o estudo dos ácidos nucleicos como foco, os itens que seguem descrevem a metodologia adotada no desenvolvimento, aplicação e avaliação do jogo didático, os resultados e discussões obtidos e, por fim, algumas considerações finais.

METODOLOGIA

O jogo didático “Decifrando o material genético” é um jogo de tabuleiro, desenvolvido nos formatos físico e digital. Para a elaboração da versão em formato físico, utilizou-se a ferramenta “Apresentações do Google” para criar o tabuleiro, as cartas, os peões e os dados. Para o jogo em formato digital⁴, foi utilizada a plataforma “Flippity”, disponível em www.flippity.net. O site permite elaborar diferentes tipos de jogos e outros recursos interativos a partir da plataforma “Planilhas do Google” de forma gratuita e bastante simples. O tabuleiro do jogo físico foi elaborado tendo como referência o tabuleiro elaborado a partir do site “Flippity”. Ainda que ambos os formatos apresentem as mesmas questões e o princípio de funcionamento seja idêntico, existem algumas diferenças na dinâmica dos jogos físico e digital. As instruções para cada um dos formatos são apresentadas nos respectivos links.

Sugere-se que este jogo didático seja utilizado com estudantes do Ensino Médio (EM) e do Ensino Superior, podendo ser empregado para atingir diferentes finalidades. Dentre elas, destacam-se:

1. Introdução de conceitos, realizando um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes;
2. Revisão dos conceitos trabalhados como parte final de uma sequência didática, a fim de avaliar a compreensão dos estudantes a respeito da temática estudada.

O objetivo do jogo consiste em chegar à posição final no tabuleiro, sendo que a movimentação dos peões se dá pelo lançamento de dados que indicam o número de casas que serão percorridas. Ao chegar a uma casa no tabuleiro, o jogador ou o grupo de jogadores deve responder corretamente a uma pergunta. O jogo apresenta dois tipos de cartas de pergunta: as de “VERDADEIRO OU FALSO”: cartas amarelas em que são apresentadas afirmações e o jogador da vez deve identificar se a afirmativa é verdadeira ou falsa; e as de “DESAFIO”: cartas vermelhas em que são apresentadas questões discursivas que devem ser respondidas pelo jogador. Todas as questões do jogo foram elaboradas

⁴ O material para impressão, recorte e colagem está disponível no link: <https://bit.ly/3PF3ndr>. A versão digital do jogo está disponível no link a seguir: <https://bit.ly/3owuV8P>

utilizando como referência livros didáticos de biologia para o Ensino Médio, bem como livros de bioquímica e biologia molecular⁵.

Em relação à dinâmica de aplicação, sugerem-se duas possibilidades: 1. A turma é dividida em grupos de, no máximo, cinco pessoas. Cada peão no jogo pertence a um grupo de estudantes que deve responder de forma conjunta às questões apresentadas ao longo da atividade. As questões podem ser lidas pelo professor. Essa dinâmica proporciona o trabalho colaborativo, no qual os estudantes podem aprender uns com os outros. 2. A turma é dividida em vários grupos de 5 pessoas, sendo que cada grupo recebe o jogo completo e cada peão pertence a um integrante do grupo, que deve responder individualmente às questões realizadas por outro integrante.

A fim de realizar a testagem e refinamento do jogo didático elaborado, este foi implementado em um contexto real de aprendizagem. A utilização do recurso didático foi avaliada considerando a devolutiva dos participantes (professores e estudantes) envolvidos na aplicação, o funcionamento prático do jogo e os resultados obtidos ao longo do processo. Para tanto, convidou-se um grupo de estudantes do Ensino Médio para participarem da aplicação e obteve-se o aceite de doze estudantes.

Os participantes foram estudantes de duas Instituições de Ensino localizadas no Rio Grande do Sul, distribuídos nas três séries do Ensino Médio: quatro cursavam o 1º ano do EM; quatro cursavam o 2º ano do EM; e quatro cursavam o 3º ano do EM. Essa diversidade de estudantes que participaram da aplicação (distribuídos em diferentes séries do EM) conferiu maior riqueza à aplicação e análise.

Duas professoras também participaram da dinâmica. Uma delas atua na Educação Básica e no Ensino Superior, enquanto a outra atua apenas no Ensino Superior.

Para fins de avaliação do jogo produzido, enfatizou-se aos participantes que ficassem livres para contribuir com suas opiniões. Assim, os estudantes foram motivados a participar ativamente da aplicação, não só respondendo às questões, mas também apresentando suas impressões e dúvidas a respeito destas e do próprio funcionamento do jogo enquanto vivenciavam o jogo. Eles foram avisados de que o jogo estava sendo testado para possíveis melhorias, e que, portanto, a opinião deles, bem como a opinião das professoras, seria muito importante nesse processo.

Ao final da aplicação, houve um momento reservado para discussão sobre o jogo em que todos tiveram a oportunidade de expressar suas opiniões. Além disso, elaborou-se um formulário específico para as professoras e outro específico para os estudantes, para que estes respondessem após vivenciarem a aplicação. Estes formulários foram elaborados por meio da plataforma “Formulários do Google”.

⁵ As questões e suas respectivas respostas, estão disponíveis no seguinte link: <https://bit.ly/3PEbO8V>

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a aplicação do jogo em formato digital, os estudantes foram divididos em 5 grupos, cada um correspondente a um dos peões no tabuleiro virtual. Os grupos formados estão indicados na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 - Divisão dos grupos.

Grupos (Peões)	Estudantes
Vermelho	2 estudantes do 2º ano EM
Laranja	2 estudantes do 1º ano EM
Amarelo	2 estudantes do 2º ano EM e 1 estudante do 3º ano EM
Verde	2 estudantes do 1º ano EM
Azul	3 estudantes do 3º ano EM

As pesquisadoras ficaram responsáveis pelo compartilhamento da tela e pelo controle das movimentações do jogo (lançamento dos dados, movimentação dos peões e leitura das cartas com as questões).

Durante a aplicação do jogo, os participantes apresentaram diversas sugestões e apontamentos sobre as questões. Por se tratar de um grupo heterogêneo de estudantes, pode-se perceber que alguns deles ainda não haviam estudado todos os conceitos abordados nas questões do jogo. No entanto, pode-se perceber que, para a maioria das questões, sempre havia um ou mais estudantes que recordavam algo a respeito do conteúdo relacionado ou que eram capazes de propor uma linha de raciocínio ou sugerir hipóteses para responder à questão apresentada. Ao longo de todo o momento de aplicação e discussão do jogo, os estudantes mostraram-se muito interessados e participativos.

Após o término da aplicação, foi realizado um momento de discussão a fim de que os participantes pudessem apresentar algumas de suas opiniões e considerações. A seguir, são apresentadas algumas falas das professoras e dos estudantes que refletem um pouco esse momento:

Estudante 1 - *“Fiz uma pesquisa sobre o aprendizado recentemente e foi constatado que uma das melhores maneiras de se aprender é levando de uma maneira um pouco mais descontraída e com menos seriedade e isso contribui bastante.” [...] “um ponto que eu percebi é que os campos verdes têm uma proporção de 33% (o aluno depois corrigiu sua fala, dizendo que a proporção é, na verdade, de 22%) e isso acaba atrapalhando o aluno porque ele tem uma chance muito alta de não fazer nada. Eu não tiraria o campo verde, mas botaria o campo verde como um momento em que um grupo escolhe outro grupo pra fazer uma pergunta.”*

Percebe-se que, por suas contribuições, o estudante 1 estava realmente envolvido e interessado no jogo, expressando suas opiniões, compartilhando saberes e sugerindo algumas alterações para a melhoria do material. Nota-se, também, que a sugestão do estudante refere-se à preocupação deste

em “não fazer nada” quando cair nas casas verdes, primeiramente organizadas para serem um “passe livre”, um momento em que os estudantes que parassem naquela casa não deveriam responder a nenhuma questão. O estudante se manifestou demonstrando vontade e incentivo em responder questões de verdadeiro ou falso ou desafios sobre o conteúdo, sugerindo funções que levam a este objetivo também para as casas de cor verde.

Estudante 2 - *“Gostamos muito do jogo, queria continuar jogando na verdade.”*

O estudante 2 também expressou seu feedback positivo, afirmando que gostaria de continuar jogando o jogo. Comentários como esse são relevantes na medida em que torna-se possível visualizar as opiniões dos participantes sobre o material produzido, afinal, este foi produzido para facilitar o processo de ensino e aprendizagem no qual eles estão inseridos.

Professora 1 - *“Podemos adaptar as perguntas para o primeiro ano, podemos fazer questões de Biologia e de Química, de Bioquímica, por exemplo.” [...]“Acho que pro terceiro ano é bem bom, porque faz uma revisão geral e permite elencar alguns pontos que talvez tenham que estudar um pouco mais, que nós, professores, tenhamos que revisar com eles, acho que isso é bem importante” [...]“Talvez possamos usar o jogo com pré-requisito do que revisar no início do terceiro ano, acho que seria uma boa estratégia [...]“Eu acho que é bem importante para nós, professores, também reavaliar a profundidade ou que pontos podemos elencar para fazer uma parceria de modo mais efetiva entre Química e Biologia no terceiro ano.”*

A professora 1 realizou diversos comentários interessantes. Em um primeiro momento, mostrou-se preocupada com o nível de dificuldade das questões, sugerindo alternativas para caso o jogo fosse aplicado apenas para estudantes de primeiro ano do EM. Comentou que considera interessante a aplicação com os estudantes do terceiro ano do EM, para que eles tenham a oportunidade de fazer uma “revisão geral” dos conteúdos estudados, de forma a diagnosticar alguns pontos que precisam rever. Outra alternativa, segundo a professora 1, refere-se à aplicação do jogo para os estudantes do terceiro ano no início da vivência desta série escolar, para desde já identificar pontos a serem revisados durante o ano. Por fim, a professora 1 destacou possibilidades para realização de parcerias entre a Química e a Biologia no terceiro ano.

Professora 2 - *“Essas questões nos mostram que as disciplinas são separadas por uma questão didática, mas o conhecimento é articulado. Não vou estudar Biologia, principalmente essas questões relacionadas ao DNA, se eu não entender algumas questões de Química.” [...] “Acho que um ponto bem importante também é que às vezes até o Português nos atrapalha, uma palavra que eu não sei*

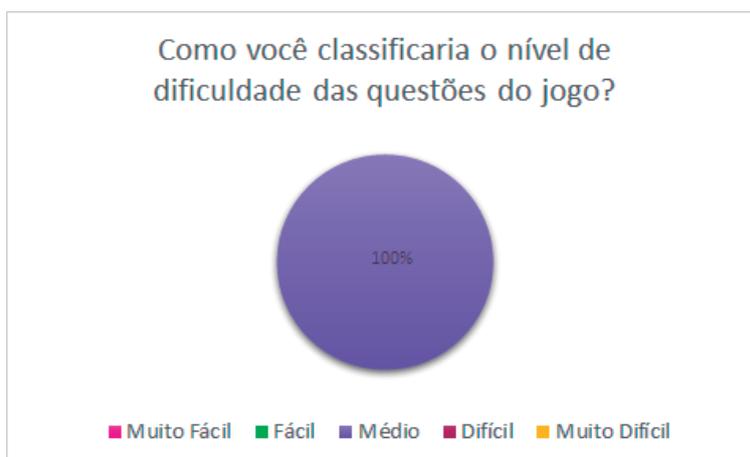
muito bem o que significa pode fazer eu não interpretar corretamente uma questão. Então a gente percebe que precisamos de vários conhecimentos, conhecimentos de diferentes áreas para entender esses processos.”

A professora 2 também realizou alguns comentários interessantes em relação ao jogo. Segundo ela, fica evidente que a separação das disciplinas relaciona-se a uma questão mais didática, visto que os conceitos se relacionam e conversam entre si. Ressalta que para o entendimento de alguns aspectos da Biologia, faz-se necessária a compreensão de aspectos da Química, e vice-versa. Em algumas questões do jogo, percebe-se essa necessidade de compreender conceitos de diferentes disciplinas para conseguir chegar a uma resposta. Outro ponto destacado pela professora, referindo-se a algumas dúvidas que os estudantes tiveram ao jogarem, relaciona-se à interpretação das questões. A professora argumenta que, por vezes, algumas “confusões” ou “mal entendidos” ocorrem pela forma com que algumas questões foram escritas, dificultando a interpretação do estudante. Considera que, até para a formulação de questões, torna-se necessária a compreensão de conhecimentos pertencentes a diferentes disciplinas e áreas. Portanto, outro ponto a ser revisado refere-se à lapidação da escrita de algumas questões para torná-las mais claras.

Em relação aos formulários elaborados para a avaliação pós-jogo, dos doze estudantes que participaram da dinâmica, nove responderam. As questões realizadas e as respostas serão apresentadas a seguir.

No que diz respeito ao nível de dificuldade das questões do jogo didático, todos os estudantes responderam que as questões se enquadram, em geral, no nível médio de dificuldade (Figura 1). Ao longo da aplicação, os estudantes apontaram quais questões consideraram fáceis e quais teriam dificuldade de responder.

Figura 1 - Avaliação do nível de dificuldade das questões do jogo.

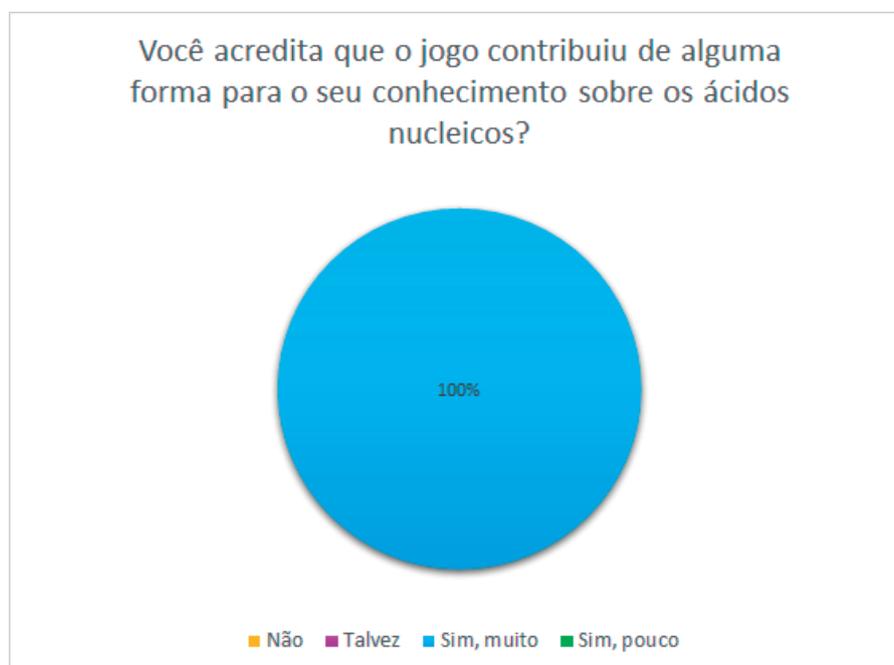


Fonte: elaborado pela autora.

Ao serem questionados a respeito da contribuição que o jogo proporciona para a compreensão da temática, todos os estudantes responderam que o jogo contribuiu muito no que diz respeito aos

seus conhecimentos sobre ácidos nucleicos (Figura 2). Dessa forma, é possível sugerir que este jogo didático é muito útil para atingir as finalidades propostas inicialmente, especialmente no que tange à revisão de conteúdos já abordados, à possibilidade de construir novos conhecimentos e de estabelecer novas relações entre os saberes.

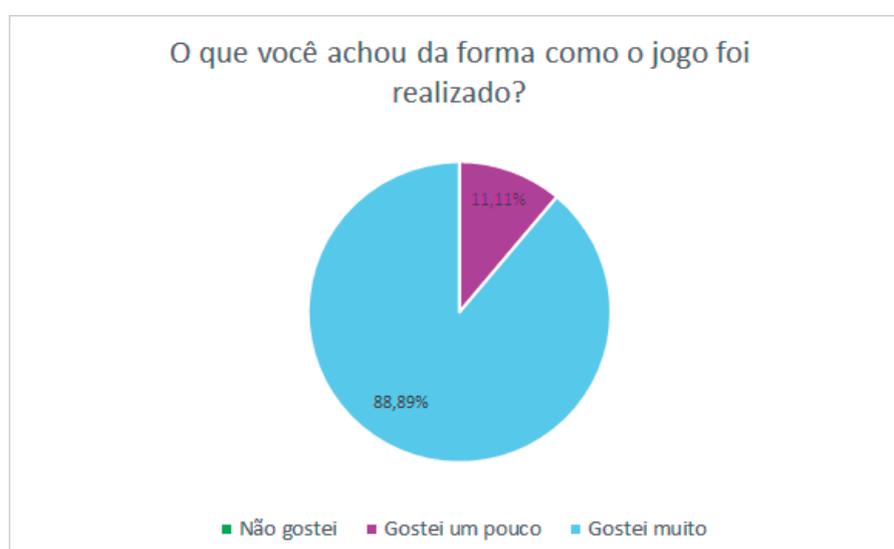
Figura 2 - Avaliação da contribuição do jogo para a compreensão do conteúdo.



Fonte: elaborado pela autora.

Em relação à forma como o jogo foi realizado, os estudantes relataram que gostaram da dinâmica (Figura 3), aspecto que também pode ser percebido por meio da satisfatória participação destes ao longo da realização da atividade.

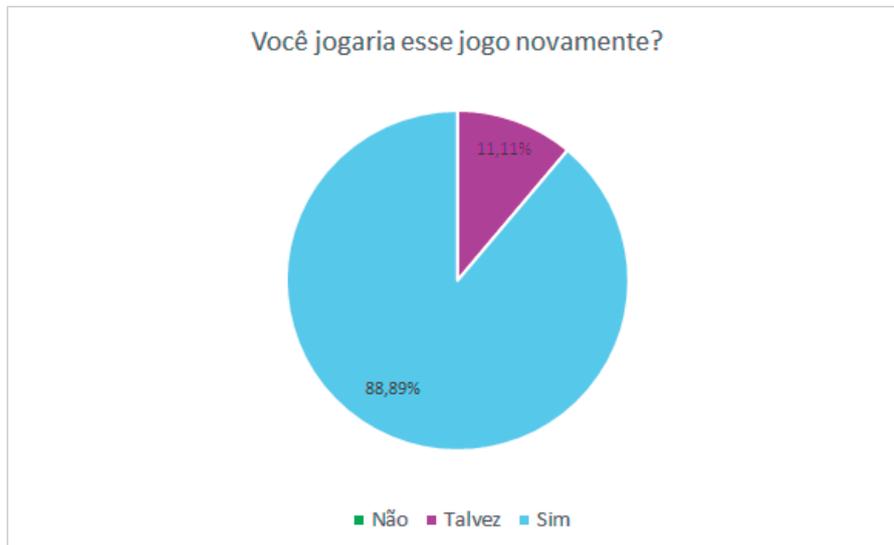
Figura 3 - Avaliação da forma como o jogo foi realizado.



Fonte: elaborado pela autora.

Outra pergunta do formulário versou sobre o interesse dos estudantes em jogar novamente o jogo em outra oportunidade. A maioria dos estudantes (88,89%) relatou que jogaria o jogo novamente (Figura 4).

Figura 4 - Avaliação sobre o interesse em jogar novamente.



Fonte: elaborado pela autora.

A última questão do formulário não era obrigatória e versava sobre possíveis sugestões e/ou comentários que os estudantes quisessem expor sobre o jogo. A seguir são apresentadas as respostas obtidas:

Estudante 3 - *“Achei o jogo bem interativo e didático. Foi uma revisão muito boa e clara, aprendi muito e adorei.”*

Estudante 4 - *“Adorei a dinâmica do jogo, com certeza jogaria novamente! Só acho bem interessante aquilo que o Aluno 1 falou sobre o quadradinho verde... Acredito que ficaria muito legal!”*

Estudante 1 - *“Talvez mudar a dinâmica das casas verdes do tabuleiro.”*

Estudante 5 - *“Gostei bastante do jogo, acho que caberia em situações de revisão de conteúdo, preparação para provas, e como nivelamento para o terceiro ano do médio para ver como que está o conhecimento sobre o assunto (dentro do colégio). Uma coisa que eu mudaria seria o que foi comentado pelo Aluno 1 sobre as casas verdes, fazendo uma dinâmica diferente. Por as questões não serem objetivas, gerou um debate maior, o que foi bem legal!!”*

Estudante 6 - *“É uma maneira muito boa para avaliar o conhecimento das turmas e ajudar no processo de ensino com explicações durante as questões, assim como foi feito no encontro e parabéns pela ideia e iniciativa!”*

Estudante 7 - *“Concordo com a sugestão sobre as casas verdes. Tirando isso, adorei o jogo! Me ajudou a lembrar o conteúdo de Genética e aprender questões novas. Parabéns!”*

Estudante 8 - *“Achei um jogo bem interessante e útil para revisar conteúdos e conhecimentos. Acho que o número de casas verdes pode ser diminuído e adicionaria algumas casas em que todos*

os jogadores possam interagir (sem ser apenas dentro de cada grupo...). Sugestões de interação: um grupo fazer perguntas para o outro; todos os jogadores respondendo juntos uma pergunta mais difícil que, se acertada, permite que todos avancem algumas casas.”

Conforme já comentado, a proposta inicial do jogo didático, aplicada a este grupo de estudantes, era a de que, ao parar em casas verdes do tabuleiro, o grupo não precisaria responder a nenhuma questão. Considerando as sugestões dos estudantes, a função das casas verdes foi alterada de forma a tornar o jogo mais dinâmico e interativo.

Um aspecto interessante a ser considerado foi a liberdade proporcionada aos estudantes de também avaliarem o jogo didático. É importante ouvir a voz dos aprendizes, considerando o que eles têm a dizer. Além das contribuições recebidas em relação ao aprimoramento do jogo didático, considera-se que os estudantes tiveram a oportunidade de sentirem-se realmente parte integrante do processo de ensino e aprendizagem, sempre sujeito a modificações e melhorias que atendam às necessidades dos envolvidos. Os docentes podem ter uma vasta noção sobre o processo de ensino, mas considera-se conveniente atentar-se para as opiniões dos aprendizes também.

Ambas as professoras responderam ao formulário voltado para avaliação de acordo com as percepções do docente. A primeira pergunta do formulário versava sobre a opinião das docentes em relação à possível contribuição do jogo no processo de ensino e aprendizagem dos ácidos nucleicos. A professora 1 afirmou que há contribuições, argumentando que o jogo “[...] *promove reflexão sobre a temática; abre espaços para o diálogo entre estudantes e professores; dinâmica diferenciada para revisão de conteúdos e desenvolvimento de novos conhecimentos*”. De acordo com a professora 2, o jogo “[...] *promove uma dinâmica atrativa e possibilita o diálogo entre os jogadores durante o jogo o que, na minha opinião, contribui muito com o aprendizado do estudante*”.

A segunda pergunta do formulário questionava se as docentes utilizariam novamente esse jogo junto aos estudantes e se fariam essa aplicação da mesma maneira em que o jogo foi proposto inicialmente. As professoras responderam afirmativamente. A professora 1 relatou que faria “[...] *algumas adaptações na linguagem; incluir algumas questões que vinculassem o conteúdo estudado e suas aplicações*”. A professora 2 respondeu dizendo que utilizaria o jogo da mesma forma proposta durante a aplicação.

Ao serem questionadas sobre os estudantes terem gostado do jogo, ambas as professoras responderam que sim. A professora 2 relatou que acredita que os estudantes gostam de trabalhar os conteúdos de formas mais atrativas e diferentes. De acordo com ela, “[...] *o fato de os estudantes terem sido instigados a contribuir com [...] sugestões para o jogo os deixou mais motivados. Muitas vezes, os jogos são utilizados apenas como uma ferramenta extra, na ocasião deste jogo, os alunos responderam questões, mas também, compartilharam dúvidas e opinaram*”.

Uma das questões do formulário versava sobre a plataforma utilizada. A professora 1 argumentou que não conhecia, mas que achou a plataforma de fácil utilização, assim como a professora

2. Outra pergunta versou sobre a complexidade das questões do jogo, para verificar se as docentes consideram os conceitos abordados adequados para este nível de ensino. Ambas as professoras argumentaram que o jogo pode funcionar bem para o terceiro ano do Ensino Médio, uma vez que estes estudantes estão concluindo sua formação básica e já estudaram as temáticas relacionadas ao conteúdo das questões. A professora 1 também ressaltou que podem ser feitas adaptações para trabalhar com o nível desejado.

No formulário ainda havia um espaço para sugestão e/ou comentário a respeito do jogo. A professora 1 sugeriu que seria interessante se os estudantes pudessem receber um *feedback* sobre as questões que acertaram ou erraram, para que consigam revisar os conteúdos trabalhados. Ainda, complementou afirmando que considera que o jogo pode ser utilizado em diferentes níveis de ensino, visando diferentes objetivos.

Considerando as devolutivas dos estudantes e das professoras durante a aplicação e, posteriormente, as respostas obtidas nos formulários, pode-se constatar que o jogo mostrou-se promissor para servir como recurso didático e auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem acerca de conceitos relacionados à estrutura e organização dos ácidos nucleicos. Pelo que pode-se perceber, tanto os estudantes como as professoras gostaram bastante da proposta. Além disso, puderam contribuir com suas percepções que, com certeza, auxiliaram muito no aperfeiçoamento do jogo didático.

A avaliação também baseou-se nas percepções das pesquisadoras, levando em consideração a praticidade, o funcionamento e as contribuições do jogo elaborado para o processo de ensino e aprendizagem. Pode-se perceber que, em relação ao funcionamento do recurso digital utilizado para elaboração do jogo, tudo ocorreu conforme o planejado. Não houve nenhuma dificuldade em relação à utilização da plataforma. A dinâmica proposta inicialmente de divisão da sala em grupos e cada um destes ser responsável por um peão e responder de forma conjunta às questões funcionou de forma muito satisfatória, permitindo maior interatividade e discussão entre os estudantes.

Pode-se perceber, também, que a mediação das pesquisadoras ao longo da realização da dinâmica foi fundamental, uma vez que torna-se imprescindível discutir, mesmo que brevemente, cada uma das questões realizadas com os estudantes, independentemente de as respostas terem sido corretas ou não. Essas pequenas discussões permitem que os estudantes manifestem suas dúvidas e consigam realmente construir conhecimentos a partir da realização do jogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo didático “Decifrando o material genético” mostrou-se um recurso didático favorável e vantajoso nos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de estrutura e organização dos ácidos nucleicos. Além de despertar o interesse dos estudantes, na dinâmica proposta, a utilização do jogo permitiu que eles relacionassem conceitos aprendidos na teoria a contextos reais, interagissem

entre si e discutissem a respeito das questões, contribuindo, dessa forma, para o desenvolvimento da habilidade de trabalho em equipe, formulação de hipóteses e pensamento crítico. Outro ponto importante a ser destacado refere-se à liberdade conferida aos estudantes e às professoras participantes para apresentarem feedbacks construtivos para o aprimoramento do material. É importante que estes sintam-se parte dessa construção, tendo em vista que a produção de recursos didáticos acontece para auxiliá-los.

A mediação das pesquisadoras foi também parte essencial da dinâmica, uma vez que permitiu que os estudantes ficassem mais confortáveis para manifestar suas dúvidas e questionar, o que contribui muito para a construção do conhecimento. Além disso, o suporte das professoras participantes durante a dinâmica foi interessante para que novas percepções e pontos de vistas vindo de profissionais da área fossem socializados em prol do aprimoramento do jogo.

Destaca-se, também, a flexibilidade em utilizar o material em formatos físico e digital. Buscou-se ter esse cuidado ao elaborar o jogo didático para disponibilizar ao professor diferentes maneiras de aplicá-lo e, especialmente, viabilidade para trabalhar. Sabe-se que, hoje em dia, a integração de tecnologias digitais de informação e comunicação nos processos de ensino e aprendizagem é essencial, considerando não somente as novas condições impostas pela pandemia da COVID-19, mas também a potencialidade que esses recursos oferecem. Por outro lado, sabe-se que nem todos têm acesso às tecnologias, e, em casos de ocorrer essa dificuldade, o jogo também pode ser utilizado no formato físico.

Considera-se que o jogo didático atingiu os objetivos propostos, apresentando diversas potencialidades. A oportunidade de planejá-lo, desenvolvê-lo, aplicá-lo e contar com a avaliação de diversos olhares (pesquisadoras, professoras e estudantes) reforça a intenção primeira pela qual ele foi elaborado: contribuir para os processos de ensino e aprendizagem dos ácidos nucleicos e temas relacionados.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P.; WILSON, J.; HUNT, T. **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BURNATT, S. T. G. 2014. **Utilizando os Jogos Didáticos para o Ensino de Genética**. Monografia de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CATARINACHO, R. L. **O Ensino de Genética com Super-Heróis: Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

CHEIDA, L.E. **Biologia Integrada**. Volume único. São Paulo: FTD, 2003.

CUNHA, N. **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE. 1988.

FONTENELE, M. S.; CAMPOS, F. L. Proposta de Modelo Didático como Facilitador do Ensino da Estrutura do DNA em uma Escola Pública na Região meio norte do Piauí, Brasil. **Revista Espacios**, v. 38 n. 45, 2017.

KRAUSE, J. C.; FELBER, D.; VENQUIARUTO, L. D. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia**, v. 1, n. 2, 2018.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Biologia**. Volume único. São Paulo: Saraiva, 2005.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: BTeduc, 2016.

MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Ciência Hoje**, v. 28, 2001.

MORAN, J. M. Desafios que as tecnologias digitais nos trazem. In: MORAN, José M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2013, p. 30-35.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

PAVEZI, J.; CARVALHO, M. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. **Cadernos PDE**, v. 1, 2014.

ROCHA, F. S. M.; LOSS, T.; ALMEIDA, B. L. C.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. O uso de tecnologias digitais no processo de ensino durante a pandemia da COVID-19. **Revista Interacções**, n. 55, 2020.

ROCHA, L. S. **Estratégias Metodológicas para Ensinar Genética no Ensino Médio**. 2013. Monografia de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana De Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”, **Anais...** Maringá: UEM, 2007.

VILELA, M. R. **A Produção de Atividades Experimentais em Genética no Ensino Médio**. 2007. Monografia de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

WATSON, J. D.; BAKER, T. A.; BELL, S. P.; GANN, A.; LEVINE, M.; LOSICK, R. **Biologia Molecular do Gene**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.