

O CAMINHO DO DESENVOLVIMENTO: UMA ABORDAGEM LÚDICA NO ENSINO DE GENÉTICA E EMBRIOLOGIA

THE DEVELOPMENTAL PATH: A PLAYFUL APPROACH TO TEACHING GENETICS AND EMBRYOLOGY

Najara Nogari de Mello¹ 

Mariana Busato Toledo² 

Carlos Eduardo Pilleggi de Souza³ 

Flávia Sant'Anna Rios⁴ 

Resumo

A Base Nacional Comum Curricular e os Parâmetros Curriculares Nacionais+ recomendam a aplicação de diversas propostas pedagógicas, incluindo jogos didáticos, que se utilizam do lúdico para uma aprendizagem mais significativa e aumentam o interesse do estudante pelo conteúdo. O jogo de tabuleiro “O caminho do desenvolvimento” foi elaborado a partir dessa ideia, com o objetivo de associar Genética com Embriologia de forma lúdica. O jogo foi aplicado a estudantes do 3º ano do Ensino Médio de um colégio localizado em Curitiba, Paraná. Os resultados obtidos demonstraram sua eficácia em esclarecer conceitos científicos, muitas vezes de difícil compreensão e evidenciou problemas relacionados ao entendimento das matérias. A metodologia utilizada, por meio de cartões com perguntas e informações, facilitou no esclarecimento desses temas, pois apresentavam as técnicas, tópicos abordados e suporte aos estudantes para responderem às perguntas. Assim, o jogo tornou-se uma ferramenta didática facilitadora no aprendizado, na sociabilidade entre os discentes e uma técnica alternativa de ensino.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem. Jogos didáticos. Ensino de Biologia.

Abstract

The Common National Core Curriculum and the National Curriculum Parameters+ recommend useful teaching proposals, like the games that use playful approaches to teach in a more pleasant and significant way, increasing the interest of the students to the subject. The board game called “The developmental path” was developed with the purpose of associating Genetics with Embryology in a playful way. For this, the game was applied to students from high school in Curitiba, Paraná. The results showed that the game is a great tool to shed light into scientific concepts that are often hard to understand, causing learning difficulty. The game is composed of question cards and information cards, making these themes easier to understand, once these cards present the techniques and subjects of the studied matter, contributing to students answer the questions. Thus, the game became a didactic tool that increased the interaction and it provides an alternative teaching technique.

Keywords: Teaching-learning. Educational games. Biology teaching.

¹ Instituto Federal do Paraná, Campus Telêmaco Borba. Técnica em assuntos educacionais.

² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Biologia Celular.

³ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Teoria e Prática de Ensino, Área de Ciências da Natureza.

⁴ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Biologia Celular.

Introdução

Historicamente, os currículos escolares das disciplinas de Ciências e Biologia têm um caráter experimental e construtivista, embora, na prática, verifique-se a predominância de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos através de aulas expositivas. Já é de longa data a preocupação referente ao desenvolvimento de competências que permitam que o estudante se torne mais crítico diante dos fatos e não um mero receptor de informações (BRASIL, 1999). De acordo com Costa e colaboradores (2021), o texto da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) de 2018 ressignifica esse caráter, enfatizando a investigação e procedimentos capazes de produzir jovens autônomos, críticos e protagonistas do seu próprio conhecimento.

Particularmente, no que tange à Biologia, existem conteúdos abordados no Ensino Médio que são considerados difíceis de serem ministrados por muitos professores (CAMPOS; BORTOLOTO; FELICIO, 2003), como Embriologia, Genética e Bioquímica (BRASIL, 1999), que também são referidos como complexos e abstratos por uma grande gama de estudantes. Dessa forma, é importante selecionar estratégias pedagógicas mais interativas, que possam contribuir para o melhor aprendizado desses conteúdos de difícil compreensão, tornando o processo de aprendizagem mais eficiente e dinâmico, tanto pelo maior envolvimento, quanto pela reestruturação da prática, rompendo com o tradicionalismo (PAVAN; SUMAIO; CANDIDO, 1998), pois a implementação de formas alternativas de ensino e avaliação, associada aos conhecimentos prévios e ao cotidiano dos estudantes, é capaz de tornar as aulas mais dinâmicas e a aprendizagem mais significativa (CARNEIRO *et al.*, 2018; DA SILVA; ANTUNES, 2017; REZENDE; GOMES, 2018).

Nessa linha de pensamento, surgem materiais didáticos alternativos, que se utilizam do lúdico para ensinar de forma mais prazerosa, aumentando o interesse do aluno e facilitando a compreensão de conceitos científicos (REZENDE; GOMES, 2018). Segundo Campos e colaboradores (2003), o conhecimento, quando assume a forma de atividade lúdica, se torna de fácil aquisição, pois os discentes ficam entusiasmados ao receberem a proposta de aprender de uma forma mais participativa e divertida. Em particular, no ensino da Biologia, a ludicidade favorece a interatividade e a sociabilidade dos estudantes, despertando a curiosidade por se tratar de algo diferente das aulas tradicionais e, assim, motivando-os a aprender (CARNEIRO *et al.*, 2018; DA SILVA; ANTUNES, 2017; REZENDE; GOMES, 2018).

Assim, a utilização dos jogos didáticos pode consistir em uma alternativa viável e interessante para preencher as lacunas deixadas pelo processo de transmissão-recepção de conhecimentos, sendo um recurso didático que melhora o entendimento e desempenho dos estudantes (ZANON *et al.*, 2008).

Os jogos e as brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe utilizando a relação cooperação/competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permitem ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (BRASIL, 2002, p.73).

No contexto educacional, espera-se que os jogos tornem os estudantes mais ativos, capazes de resolver problemas, tomar decisões e reagir às situações, deixando de ser apenas observadores (LEWIS; PEAT; FRANKLIN, 2005). Um bom jogo educacional é capaz de ajudar o estudante a construir novas descobertas, enriquecer sua capacidade de pensar, refletir, analisar, compreender, levantar hipóteses, testá-las e avaliá-las com autonomia e cooperação (CARNEIRO et al., 2018). Além da cognição, ou seja, a construção de representações mentais, pode-se dizer que o jogo também desenvolve a afetividade, as funções sensório-motoras e a área social (KISHIMOTO, 1996). O aprendizado cooperativo resulta em uma interdependência positiva, no qual os estudantes trabalham em conjunto para alcançar objetivos comuns, dialogam entre si e confrontam opiniões, propiciando uma construção conjunta de conhecimentos (ZAKARIA; IKSAN, 2009). O envolvimento com o jogo aumenta o interesse do aluno, possibilitando a aproximação de uma visão mais realista e inteligível da ciência, ajudando a modificar as ideias extraordinariamente irreais, fantásticas e divergentes, que, segundo Pretto (1985), muitas pessoas fazem da ciência e dos cientistas.

Retornando à dificuldade inerente ao ensino de Genética, Mascarenhas e colaboradores (2016) verificaram que a utilização de materiais lúdicos em aulas de Biologia estimulou a participação ativa dos estudantes nas aulas, incentivando-os a formular questionamentos e soluções para os problemas propostos e melhorando o entendimento, uma vez que passaram a ver a Genética de uma forma diferente, pois conseguiam entender conceitos-chave para a continuidade do aprendizado. Carneiro e colaboradores (2018) concordam que o jogo é um modelo pedagógico ideal para a aprendizagem de conceitos de difícil compreensão.

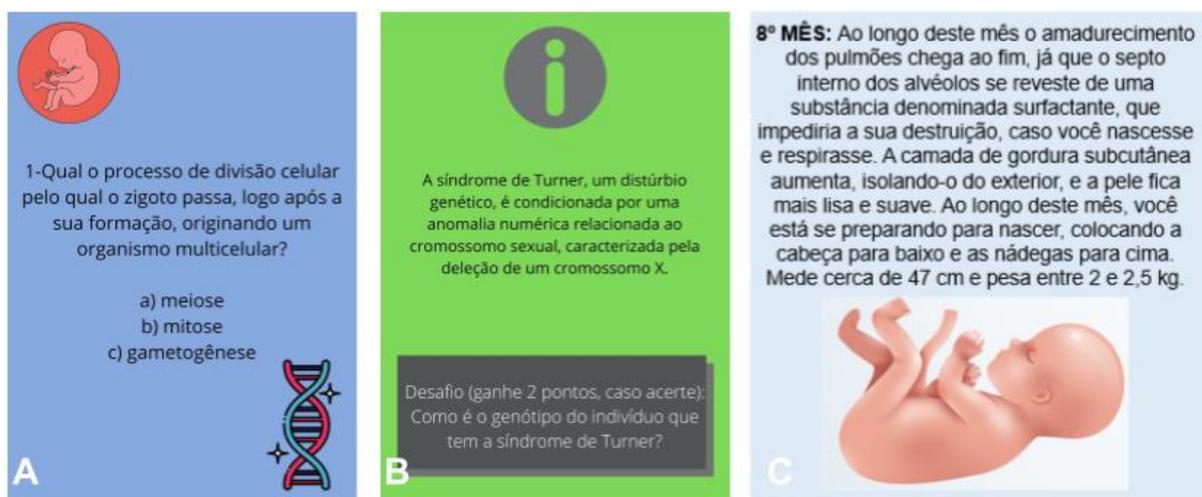
Nesse contexto, visando promover a aprendizagem significativa de alguns dos conteúdos considerados mais difíceis no ensino de Biologia para o Ensino Médio, foi realizada uma intervenção lúdica, com ênfase nas matérias de Genética e Embriologia, com o objetivo de ensinar o processo de desenvolvimento embrionário e fetal humano, integrado a aspectos genéticos, celulares e morfológicos presentes nessas etapas. Para isso, foi desenvolvido um jogo de tabuleiro denominado "O caminho do desenvolvimento", que foi aplicado em duas turmas do 3º ano do

Ensino Médio de um colégio estadual localizado na cidade de Curitiba, estado do Paraná, Brasil. A fim de fazer a validação do recurso educacional, o conhecimento prévio dos estudantes foi verificado através de um questionário realizado antes da aplicação do jogo, bem como após, a título de comparação.

O jogo "O Caminho do desenvolvimento"

A partir da seleção de conteúdos de Genética e Embriologia que compõem o currículo do Ensino Médio, foi confeccionado um jogo composto de quarenta “cartões-pergunta”, vinte e quatro “cartões-informações”, nove “cartões-imagens” (Figura 1) e um tabuleiro (Figura 2). Os “cartões-perguntas” apresentam uma questão com três opções de resposta (a, b e c). Já os “cartões-informações” consistem em uma breve informação sobre um assunto complementar, como células-tronco e algumas síndromes, além de uma pergunta a ser respondida pelos jogadores (desafio). Os “cartões-imagens” apresentam ilustrações com informações sobre o respectivo mês de gestação correspondente à posição no tabuleiro.

Figura 1. Exemplos de (A) “cartões-pergunta”, (B) “cartões-informações” e (C) “cartões-imagens” do jogo “O caminho do desenvolvimento”.



Fonte: elaborado pelos autores com recursos gráficos do Canva ®.

Todos os cartões, tabuleiro, regras e demais informações sobre o jogo estão disponíveis em <https://recursoseducaciona.wixsite.com/biologia/team-3>.

Podem jogar até quatro jogadores (personagens) ou quatro equipes de até três estudantes. O jogo se inicia logo após uma suposta fecundação, ou seja, os personagens representam embriões humanos recém-formados (zigotos), que se desenvolvem no decorrer do jogo. O objetivo é chegar ao nono mês de gestação para que possam nascer e, para isso, eles deverão passar por todo o

torne mais dinâmico e divertido, no percurso existem casas com informações como: “avance uma casa”; “fique uma rodada sem jogar”; “volte duas casas”; ou “ganhe um ponto”.

Esclarecimentos aos professores sobre a abordagem do jogo em sala de aula, bem como as regras do jogo, estão sumarizados em um folheto (Figura 3). Além disso, sugestões das respostas dos cartões-informações e o gabarito dos cartões-pergunta também estão disponíveis juntamente com demais materiais do jogo.

Figura 3. Folhetos de regras e esclarecimentos do jogo “O caminho do desenvolvimento”.



Fonte: elaborado pelos autores com recursos gráficos do Canva®.

Aplicação e avaliação do jogo com estudantes do Ensino Médio

Antes do jogo, foi aplicado um questionário em formato semiestruturado, com duas questões abertas e cinco fechadas sobre a temática de Genética e Embriologia, a fim de analisar o conhecimento prévio dos estudantes de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio de um colégio estadual localizado na cidade de Curitiba (PR), sendo a turma A com 20 estudantes e a turma B com 19 estudantes. Todas as perguntas foram embasadas nos livros didáticos utilizados pelos discentes da turma pesquisada, bem como nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia (PARANÁ, 2008) e em outros materiais referentes aos temas abordados no ensino médio. Para analisar a eficácia pedagógica do jogo como método avaliativo, o mesmo questionário foi

novamente aplicado uma semana após a aplicação do jogo, comparando-se as respostas para verificar se houve mudança na absorção do conhecimento sobre o tema.

O jogo foi aplicado para cada uma das turmas supracitadas, durante o período de duas aulas de cinquenta minutos cada. Os estudantes de cada turma foram divididos em dois grupos, sendo que cada grupo recebeu um tabuleiro e um conjunto de cartas do jogo. Cada grupo foi dividido em quatro personagens representados por até três estudantes.

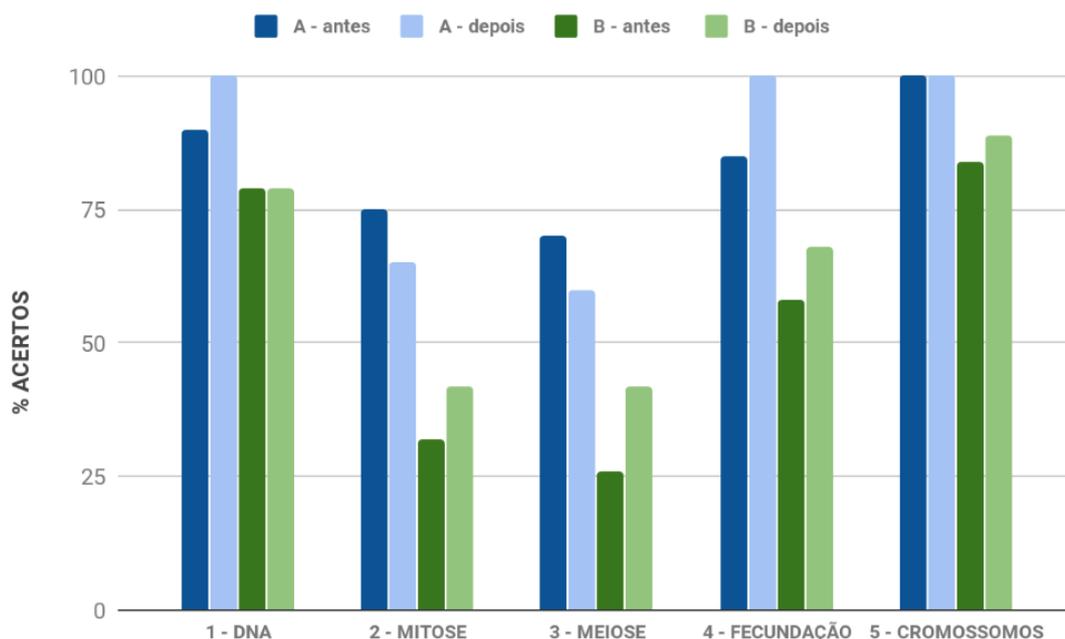
Resultados e discussão

Os estudantes das duas turmas jogaram “O caminho do desenvolvimento” com bastante interesse e entusiasmo. Durante a aplicação do jogo, ao responderem uma carta pergunta ou desafio, os estudantes que não acertavam as respostas sentiam-se curiosos para saber a resposta correta, o que pôde ser atendido pelo professor da turma ou pelas pesquisadoras que desenvolveram e aplicaram o jogo. Mesmo quando acertavam as perguntas, eles questionavam o porquê e queriam saber mais detalhes de como os processos descritos aconteciam. Consequentemente, o jogo proporcionou interação de forma descontraída, aumentando o interesse dos estudantes pelas respostas, inclusive das outras equipes. Os estudantes também se mostraram muito interessados em observar as cartas referentes a cada mês de gestação, as quais possuíam curiosidades e informações, e assim que paravam nas casas “muro” pediam para observar com atenção a carta representante ao mês de desenvolvimento gestacional.

As respostas dadas pelos estudantes aos questionários antes e após a aplicação do jogo (Gráfico 1) permitiram a avaliação dos conhecimentos prévios, bem como aqueles supostamente internalizados após o jogo. As cinco primeiras questões eram de múltipla escolha e as duas últimas, dissertativas.

Antes da aplicação do jogo, quando questionados sobre a localização do material genético nas células eucariontes [Questão 1 - O material genético (DNA) se encontra em qual lugar das células dos eucariontes?], 90% dos estudantes da turma A e 79% dos estudantes da turma B responderam corretamente, que o DNA localiza-se no núcleo. As demais alternativas eram: citoplasma, membrana e lisossomos. Uma semana após a aplicação do jogo, a porcentagem de acertos dos estudantes da turma B nessa questão manteve-se igual (79%), porém, na turma A, aumentou para 100%. Cabe ressaltar que entre o período de aplicação do questionário e do jogo, os estudantes das duas turmas participaram de uma aula prática de extração de DNA de banana, que pode ter contribuído para o melhor desempenho dos estudantes da Turma A, sendo reforçado ainda mais através do recurso lúdico, embora não tenha afetado o aproveitamento dos estudantes da Turma B.

Gráfico 1. Percentagem de acertos das cinco questões objetivas do questionário respondido pelas turmas A (azul) e B (verde), antes e após a aplicação do jogo.



Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados desta pesquisa.

Após realizar uma prática de extração de DNA semelhante, Matta e colaboradores (2020) verificaram que, ao serem avaliados através de questões simples, diretas e objetivas, sem contextualização ou necessidade de aplicação do conhecimento, os estudantes com frequência alcançam um bom aproveitamento. Contudo, muitas vezes quando exigida maior reflexão ou a interpretação de uma situação, nem sempre os resultados são satisfatórios (MATTÁ et al., 2020). Nesse sentido, a inclusão de recursos didáticos lúdicos, tornando a aula mais atraente, pode constituir um instrumento facilitador no processo de ensino e de aprendizagem (CASTILHO; BATISTA, 2020), que somado a outras metodologias de ensino, constituem estratégias que levam a resultados auspiciosos.

As questões 2 e 3 referiam-se à divisão celular, que inclui processos cuja compreensão é fundamental para o entendimento da formação dos gametas (meiose) e embriogênese (mitose). Sobre a definição de mitose [Questão 2 - Qual o processo de divisão que ocorre nas células somáticas para formar outras células semelhantes?], o conhecimento prévio dos estudantes da turma A era notavelmente superior (75%) aos da turma B (32%). Entretanto, após o jogo, verificou-se uma melhora (46%) dos estudantes da turma B, enquanto que os da turma A demonstraram percentual mais baixo de acertos (65%). Embora tenha havido melhora do desempenho da turma B, destaca-se que houve predomínio de estudantes que escolheram a opção errada em relação aos que escolheram a opção certa. Isso mostra que, em ambas as turmas, os estudantes não tiveram

facilidade em diferenciar o processo de mitose das demais alternativas, que eram meiose, esporulação e brotamento.

Resultado semelhante foi observado para a questão 3, relacionada à meiose [Questão 3 - Que tipo de divisão celular ocorre na formação das células sexuais (gametas)?], na qual os alunos da turma A reduziram de 70 para 60% a porcentagem de acertos, enquanto que os da turma B elevaram de 26 para 46% após o jogo. As outras possibilidades de resposta eram mitose, bipartição e cromossomo.

A partir disso, percebeu-se que os estudantes de ambas as turmas tiveram dificuldade em associar os conceitos e diferenciar os dois processos de divisão celular. Uma provável causa para tal situação pode ser o distanciamento temporal entre o período que o conceito foi ministrado ou a falta de contextualização e associação entre eles, o que dificulta a internalização de cada conceito. No currículo do Estado do Paraná, geralmente a divisão celular (mitose e meiose) é abordada na primeira série do ensino médio, quando são ensinadas as características da célula eucariótica, enquanto que o conteúdo de Genética é ministrado apenas na terceira série. O distanciamento entre tais assuntos pode dificultar a conexão entre eles e, conseqüentemente, o entendimento da transmissão das características hereditárias. O currículo fragmentado por disciplinas costuma impor obstáculos à aprendizagem, uma vez que os estudantes precisam dedicar sua atenção a diferentes matérias que se sucedem, sem que sejam apresentadas conexões entre elas (CASTILHO; BATISTA, 2020).

Portanto, uma revisão de tais conceitos se faz necessária ao iniciar os princípios que envolvem a Genética na terceira série. Sugere-se que essa revisão seja feita de forma dinâmica, através de aula prática referente aos dois tipos de divisão celular antes da aplicação do jogo, a fim de motivar e trabalhar o assunto através de outros sentidos, favorecendo a ancoragem de conceitos científicos na estrutura cognitiva dos estudantes, e assim, promovendo a aprendizagem significativa desses conceitos (MOREIRA, 2006). A realização de aula de microscopia com a observação de lâminas de raiz de cebola para visualizar células em mitose e de cortes histológicos de testículos para observar células em meiose são bastante indicadas, caso a escola disponha de microscópio e tais lâminas. Pode-se também usar materiais interativos, como aquele sugerido por Chequin e Chikora (2013), que demonstram os processos de divisão celular, utilizando modelos artesanais. Uma outra opção é a elaboração de modelo didático com massa de modelar para representar os cromossomos e as células durante a divisão, conforme apresentado por Dentillo (2009). Esses recursos concretos são métodos ilustrativos que facilitam a compreensão e permitem aos estudantes sanarem dúvidas referentes à meiose e à mitose, que serão abordadas durante o andamento do jogo,

através do qual pode ser enfatizada a contextualização dos processos na reprodução e desenvolvimento embrionário.

Por outro lado, ambas as turmas apresentaram um número de acertos superior ao de erros com relação ao assunto fecundação [Questão 4 - Qual o nome do processo que ocorre quando um espermatozoide penetra no ovócito II?], sendo que 85% estudantes da turma A e 58% da turma B, acertaram a resposta antes da aplicação do jogo. Depois que os estudantes das duas turmas jogaram “O Caminho do Desenvolvimento”, observou-se uma elevação no percentual de acertos, sendo 100% na turma A e 68% na turma B. As demais alternativas eram: ovulação, gastrulação e diferenciação.

A grande diferença de desempenho entre as duas turmas avaliadas em todas as questões, pode estar relacionada a vários fatores, incluindo as diferentes discussões levantadas no decorrer da aplicação do jogo à partir dos interesses particulares de cada grupo de estudantes como consequência dos questionamentos desencadeados pelas cartas de perguntas e informações, mas também aos conhecimentos prévios das duas turmas. É importante salientar que diferentes professores eram responsáveis pela disciplina de Biologia nessas duas turmas, de modo que é possível que tenham adotado diferentes metodologias de ensino desses conteúdos. Além disso, as turmas se encontravam em pontos diferentes do cronograma, o que pode ter dificultado o entendimento de alguns conceitos por parte da turma B em comparação com a turma A.

A última pergunta objetiva analisada [Questão 5 - Quantos cromossomos possuem as células somáticas da espécie humana?], demonstrou que os estudantes possuíam um bom entendimento sobre o número de cromossomos presente na espécie humana (46) antes da aplicação do jogo, pois 100% dos estudantes da turma A e 84% da turma B responderam corretamente. As demais possibilidades de resposta eram: 40, 48 e 50. Houve pouca alteração no desempenho dos estudantes uma semana após a aplicação do jogo, sendo que a turma A manteve um percentual de 100% de acertos e, na turma B, houve um ligeiro aumento (89%). É necessário verificar se este bom desempenho reflete realmente a competência dos estudantes que participaram dessa pesquisa, pois conforme mencionado por Matta e colaboradores (2020) a memorização não gera conhecimento de fato se os estudantes não forem capazes de aplicar esse conhecimento, mantendo-se como meros receptores de informações. Entretanto, ter o conhecimento do número normal de cromossomos na espécie humana, permite que os estudantes compreendam o que gera as alterações verificadas em uma série de síndromes de origem genética, muitas das quais são mencionadas no jogo “O caminho do desenvolvimento”.

Analisando em conjunto o desempenho dos estudantes nas questões objetivas, devemos levar em conta que os conteúdos das questões referentes à localização do material genético na

célula, conceito de fecundação e número de cromossomos nas células somáticas humanas são considerados conhecimentos básicos. Compreender que o DNA se situa dentro do núcleo das células eucarióticas e que as células somáticas humanas apresentam 46 cromossomos é fundamental para a aprendizagem dos demais conceitos envolvidos no conteúdo de Genética, tais como genes, hereditariedade, transmissão do material genético, alelos, bem como o entendimento de doenças hereditárias. Da mesma forma, o entendimento que a fecundação é o processo resultante da fusão dos gametas masculino e feminino constitui a base para a compreensão dos conteúdos da reprodução humana e de Embriologia, desde o estudo da gametogênese, passando pela fecundação e organogênese, até a formação de um novo indivíduo. Após a segunda aplicação do questionário, uma semana depois da utilização do jogo como recurso didático, verificou-se a manutenção ou, na maior parte dos casos, a melhora do desempenho dos estudantes nessas três questões. É importante considerar que a adequada aprendizagem dos processos de gametogênese, meiose e fecundação permite que os estudantes estabeleçam um elo entre os conteúdos de Embriologia e Genética, permitindo a contextualização e dando maior sentido aos dois conteúdos. Assim, os dados quantitativos demonstram que a metodologia empregada contribuiu para a aprendizagem, embora ainda tenham ficado falhas nos conteúdos referentes à divisão celular, indicando que ainda restaram dificuldades de entendimento sobre o tema, não havendo contribuição significativa do jogo nesse aspecto.

Referente às duas perguntas discursivas presentes no questionário [Questão 6 - O que é uma célula? Cite características sobre ela, e Questão 7 - O que você entende como gene?], apenas seis dos trinta e nove estudantes responderam às perguntas antes da aplicação do jogo. Na segunda aplicação do questionário, após o jogo, quatorze estudantes responderam as questões discursivas. No Quadro 1, verifica-se alguns exemplos de respostas discursivas, tendo sido feita uma análise qualitativa das mesmas.

Quadro 1 - Exemplos de respostas às questões discursivas do questionário.

QUESTÃO	RESPOSTAS ANTES DA APLICAÇÃO DO JOGO	RESPOSTAS APÓS A APLICAÇÃO DO JOGO
O que é uma célula? Cite características sobre ela.	Estudante 1: “A célula é a parte que monta partes do nosso corpo. Ela multiplica-se até construir um corpo, monta os órgãos e outras partes do corpo”.	Estudante 6: “É o que forma um ser, algumas como as dos humanos possuem núcleo onde fica o DNA que mostra como podem/serão os seus sucessores (filhos)”.
	Estudante 2: “É o que forma um ser vivo, membrana, núcleo, citoplasma, membrana celular”.	Estudante 7: “Célula é a menor parte viva que constitui um ser vivo. É responsável pela reprodução, crescimento, formação de tecidos e órgãos”.

O que você entende como gene?	Estudante 3: “É o que define como característica”.	Estudante 4: “Seleciona características, tanto fenótipo, quanto genótipo”.
	Estudante 4: “Gene é aquilo que nos define, olhos, boca, ouvido”.	Estudante 6: “É algo que caracteriza como o indivíduo será, mostra a forma, características e resistências.
	Estudante 5: “Tudo aquilo que se passa de família, pai para filho, características”.	Estudante 7: “É a parte do DNA responsável pela transmissão de características hereditárias”.

Os erros gramaticais foram desconsiderados. Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados desta pesquisa.

O fato de poucos estudantes responderem às questões discursivas do questionário era esperado. Boni e Quaresma (2005) apontam desvantagens na utilização de questionários uma vez que questões discursivas demandam maior tempo de resposta. Destaca-se, ainda, que enquanto nas questões objetivas é possível acertar escolhendo uma resposta aleatoriamente, em respostas discursivas o conhecimento do estudante fica mais evidente de acordo com a sua capacidade de discorrer sobre o assunto, elaborar a resposta com detalhes e minúcias.

As respostas exemplificadas no Quadro 1 evidenciam que, antes da aplicação do jogo, os estudantes que responderam tinham noção do conteúdo, porém o vocabulário denota que ainda não tinham se apropriado da terminologia científica adequada. Antes do jogo, percebe-se um distanciamento horizontal, que traz o conceito mais próximo da compreensão popular, quando descrevem, por exemplo, que a célula é “a parte que monta partes do nosso corpo” em contraposição à definição dada após a aplicação do jogo de que a célula é “a menor parte viva que constitui um ser vivo”. Não verifica-se um erro conceitual, porém, como destacam Franzolin e Bizzo (2007), o distanciamento horizontal flexibiliza a linguagem própria da ciência, mas pode acabar levando a erros. Foi possível observar, portanto, que o conhecimento prévio dos estudantes sofreu alterações que possibilitaram uma reelaboração do conhecimento, tendo sido agregadas novas informações ao conhecimento prévio, conforme descrito por Ausubel (1982). Após a aplicação do jogo, os estudantes passaram a utilizar termos como DNA – destacando sua localização do núcleo das células – fenótipo, genótipo e transmissão de características hereditárias, o que sugere que, ao compreender melhor conceitos e processos, sentiram-se mais confiantes para usar essa terminologia, aplicando-as corretamente.

Nesse sentido, no presente estudo, observou-se que os estudantes que haviam respondido o questionário diagnóstico, mantiveram respostas semelhantes na segunda aplicação, porém, as novas respostas estavam mais de acordo com o esperado, abordando conceitos e significados mais aprofundados. Isso demonstra que, antes do jogo, poucos estudantes sentiram-se seguros em responder às questões abertas. Após a aplicação, um número maior de estudantes ficou à vontade

para responder e explorar conceitos novos, demonstrando que o jogo auxiliou na aprendizagem dos conteúdos referentes a células e genes, provavelmente devido a uma melhora no entendimento dos significados e conceitos, que puderam ser esclarecidos durante o jogo.

Considerações finais

A intenção do jogo de tabuleiro “O caminho do desenvolvimento” é integrar o ensino de Embriologia com Genética, uma vez que esses conteúdos próximos em significado são geralmente ensinados em períodos distintos no Ensino Médio, não ficando evidente a sua conexão. A metodologia utilizada no jogo, por meio de “cartões pergunta” e “cartões informação”, facilitou o entendimento dos conceitos de difícil internalização, tais como gene, folhetos embrionários, alelos, pois nos cartões constavam situações e esclarecimentos sobre técnicas e tópicos abordados, além do suporte aos estudantes para responderem às perguntas de modo simplificado.

Ao analisar esses dados qualitativos em conjunto com os dados quantitativos demonstrados pelas questões objetivas, confirma-se a validade do jogo como instrumento que favoreceu a aprendizagem. As observações realizadas ao longo da aplicação do jogo sugerem que os resultados são ainda mais positivos, dada a evidente motivação e interesse demonstrados em querer saber as respostas às perguntas e ler as informações contidas nos cartões. Isto enfatiza que, ao apresentar o conhecimento de forma mais interativa e divertida, um jogo didático de tabuleiro é capaz de motivar e predispor ao aprendizado.

Além disso, a atividade proposta no presente trabalho está em consonância com a BNCC (BRASIL, 2018), uma vez que: (i) ao associar a Embriologia à Genética, foi capaz de contextualizar e conectar os conteúdos dos componentes curriculares de modo a torná-los significativos, (ii) adotou estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas, (iii) aplicou metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares e (iv) colocou em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os estudantes nas aprendizagens.

Dessa forma, o jogo “O caminho do desenvolvimento” demonstrou ser uma técnica facilitadora de aprendizado, revisão e reforço dos conteúdos de Embriologia e Genética de forma lúdica, atrativa e participativa, além de contribuir para melhorar a sociabilidade entre os discentes, estimular a curiosidade e o espírito de cooperação.

Referências

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027/16976>>. Acesso em: 19 dez. 2020.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC. Brasília, 1999.

BRASIL. **PCN+ do Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos PCN. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, p. 87-111, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno dos Núcleos de Ensino**, v. 47, p. 47-60, 2003.

CARNEIRO, C.C.M.; CÔRTEZ, B.M.; BORGES, P.V.; LUCAS, V.A.; CAMPOS, M. R.C. Elaboração de jogos educativos para o ensino de célula eucarionte: relato de uma extensão universitária. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v. 17, n. 2, 1-17, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reped/article/view/1984/1049>>. Acesso em: 19 dez. 2020.

CASTILHO, D. C.; BATISTA, I.L. Percepções dos estudantes a respeito da construção do conhecimento científico por meio do tangram. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.15, n.3, p.146-165, 2020. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID803/v15_n3_a2020.pdf>. Acesso em: 14 de novembro de 2021.

CHEQUIN, A.; CHICORA, V.K. **Produção de material didático de divisão celular para auxiliar professores do ensino médio da rede pública de Curitiba**. Trabalho de conclusão de Curso de Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, 2013.

COSTA, I. M. S. et al. O ensino de Biologia na base nacional comum curricular do ensino médio: a área de ciências da natureza e suas tecnologias. E-book **VIII ENEBIO, VIII EREBIO-NE E II SCEB: Itinerários de resistência: pluralidade e laicidade no Ensino de Ciências e Biologia**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74738>>. Acesso em: 02/12/2021 22:11

DA SILVA, M.R.; ANTUNES, A.M. Jogos como tecnologias educacionais para o ensino de genética: a aprendizagem por meio do lúdico. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 1, n. 1, p. 175-186, 2017. Disponível em: <<https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/660/726>>. Acesso em: 19 dez. 2020.

DENTILLO, D.B. Divisão celular: representação com massa de modelar. **Genética na escola**, v. 1, n. 1, p. 33-36, 2009.

FRANZOLIN, F; BIZZO, N. M. V. Conceitos de Biologia em Livros Didáticos de Educação Básica e na Academia: Aproximações e Distanciamentos. In: **Anais do IX Encontro de Pesquisa em Educação da Região Sudeste**, São Carlos: Anped., 2007.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 1996.

LEWIS, A.; PEAT, M.; FRANKLIN, S. Understanding protein synthesis: an interactive card game discussion. **Journal of Biological Education**, v. 39, n. 3, p. 125-130, 2005.

MASCARENHAS, M.J.O.; SILVA, V.C.; MARTINS, P.R.P.; FRAGA, E.C.; BARROS, M.C. Estratégias metodológicas para o ensino de Genética em escola pública. **Pesquisa em Foco**, São Luís, vol. 21, n. 2, p.05-24, 2016.

MATTA, L. D. M., SANTOS, I. R., MENDONÇA, S. C. S., CARVALHO, D. V. M., SILVEIRA, A. P. M., & SILVA, R. P.. Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v.13, n.1, p. 59-73, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.46667/renbio.v13i1.315>>. Acesso em: 25 set. 2021.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. In: MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. p. 13-43.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia**. Curitiba: SEED, 2008.

PAVAN, O.H.O.; SUMAIO, D. S.; CANDIDO, F. F. B. S. **Evoluindo Genética: Um jogo educativo**. Ed. UNICAMP. Campinas, São Paulo, 1998.

REZENDE, L.P.; GOMES, S.C.S. Uso de modelos didáticos no Ensino de Genética: estratégias metodológicas para o aprendizado. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p.107-124, 2018. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4447/2738>>. Acesso em: 19 dez. 2020.

ZAKARIA, E.; IKSAN, Z. Promoting cooperative learning in science and mathematics education: A Malaysian perspective. **Colección Digital Eudoxus**, n. 22, p. 35-39, 2009. Disponível em: <<https://www.ejmste.com/download/promoting-cooperative-learning-inscience-and-mathematicseducation-a-malaysian-perspective-4045.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2020.

ZANON, D.A.V.; DA SILVA GUERREIRO, M.A.; DE OLIVEIRA, R.C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/cec_v13-1_m318239.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2020.