



CONTRIBUIÇÃO DA NEUROCIÊNCIA PARA A CONSTRUÇÃO DO JOGO SEPARAÇÃO DE MISTURAS

Contribution of neuroscience to the construction of the game separação de misturas

Contribución de la neurociencia a la construcción del juego separación de mezclas

Resumo: Pesquisadores têm buscado por metodologias ativas para ajudar a promover autonomia e aprendizado dos estudantes. Desta forma, nosso trabalho tem o objetivo de elaborar e avaliar, na perspectiva da neurociência, um jogo didático na temática separação de misturas para estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental. Utilizamos metodologia qualitativa e participaram do estudo cinco estudantes do sexto ano e o respectivo professor de ciências, de uma escola municipal de Contagem. As etapas iniciais do estudo incluíram o desenvolvimento e a aplicação-teste do jogo didático. A produção de dados ocorreu por entrevistas semiestruturadas com professores e estudantes. Na análise dos dados foram observados dois aspectos da cognição social proporcionados pelo jogo: cooperação e competição. O jogo possibilitou exercitar a atenção concentrada e despertou o interesse e o engajamento. Na entrevista, os estudantes expressaram que o jogo propiciou uma agradável experiência no ambiente escolar. O jogo mostrou-se como instrumento de ensino que auxiliou no estudo e aprendizagem do conteúdo de separação de misturas.

Palavras-Chave: Jogos pedagógicos; Neurociências; Ensino de ciências; Separação de misturas.

Abstract: Researchers have been searching for active methodologies to improve autonomy and learning for students. Therefore, our study has the objective to elaborate and evaluate, from a neuroscience perspective, a didactic game for the study of mixing separation for students in the sixth year of Middle School. We used a qualitative methodology and five sixth-year students and their science teacher from a municipal school in Contagem participated in the study. The initial stages included the development and pilot application of the didactic game. The data collection occurred by semi-structured interviews with the teacher and students. In the data analysis, two aspects of social cognition were observed that were provided by game: cooperation and competition. The game made it possible to exercise concentrated attention and aroused interest and engagement. In the interview, the students expressed that the didactic game provided an experience in the school environment. The game proved to be a teaching tool that can help in the study and learning of mixing separation.

Keywords: Pedagogical game; Neuroscience; Science teaching; Mixing separation.

Resumen: Los investigadores han estado buscando metodologías activas para ayudar a promover la autonomía y el aprendizaje de los estudiantes. Por ello, nuestro trabajo tiene como objetivo desarrollar y evaluar, desde la perspectiva de la neurociencia, un juego didáctico para el estudio de la separación de mezclas para estudiantes del 6.º curso de Educación Primaria. Utilizamos una metodología cualitativa y participaron en el estudio cinco estudiantes del sexto de primaria y el profesor de ciencias de una escuela municipal de Contagem. Las etapas iniciales del estudio incluyeron el desarrollo y la aplicación de prueba del juego didáctico. La producción de datos se llevó a cabo a través de entrevistas semiestructuradas con profesores y estudiantes. En el análisis de datos, se observaron dos aspectos de la cognición social proporcionados por el juego: cooperación y competencia. El juego ha estimulado la atención focalizada y ha despertado el interés y participación de los estudiantes. En la entrevista, los estudiantes expresaron que el juego fue una experiencia placentera en el contexto escolar. El juego ha demostrado ser una herramienta didáctica que puede ayudar en el estudio y aprendizaje del contenido de separación de mezclas.

Palabras clave: Juegos pedagógicos; Neurociencia; Enseñanza de las ciencias; Separación de mezclas.

DAYENNE GODOY PELLUCCI
MACIEL

Instituto de Ciências Biológicas (ICB),
Universidade Federal de Minas Gerais
(UFMG)

iD 0000-0001-9225-6924

JULIANA CARVALHO TAVARES

Depto. de Fisiologia e Biofísica,
Instituto de Ciências Biológicas (ICB),
Universidade Federal de Minas Gerais
(UFMG)

iD 0000-0002-5504-505X

SANTER ALVARES DE MATOS

Centro Pedagógico da Universidade
Federal de Minas Gerais (UFMG)

iD 0000-0002-7890-8655



INTRODUÇÃO

Atualmente, as Ciências da Natureza, em todos os anos do Ensino Fundamental, têm como referência a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017), a qual organizou os conteúdos em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. As unidades temáticas visam desenvolver a alfabetização científica do estudante que, segundo a BNCC (BRASIL, 2017, p. 321) “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências”. Para isso, os estudantes devem ser expostos a metodologias que os coloquem como protagonistas no processo de aprendizagem e, que valorize os interesses sobre o mundo natural e tecnológico.

Estudos em Ensino de Ciências mostram a prevalência de metodologias nas quais o docente é o centro no processo de ensino transmitindo o conhecimento aos estudantes, agentes passivos no processo (KFOURI et al., 2019; PAIS et al., 2019; SILVA, 2019; BENEDETTI FILHO; CAVAGIS; BENEDETTI, 2020). Benedetti Filho, Cavagis e Benedetti (2020), mostram que metodologias centradas no professor e não nos estudantes estão presentes nos estudos da Química, o que pode ser um dificultador na compreensão de conceitos e aplicações básicas, uma vez que se relaciona com o uso de fórmulas e equações (CAPELLATO; RIBEIRO; SACHS, 2019).

Metodologias de ensino centradas no professor vêm recebendo críticas por não proporcionarem uma postura ativa do estudante (CAPELLATO; RIBEIRO; SACHS, 2019). De igual forma, as especificidades e interesses de cada estudante no processo de aprendizagem são desconsideradas, acreditando que todos aprendem de forma semelhante (KFOURI et al., 2019).

A adoção de métodos que engajam, que auxiliam na compreensão e na capacidade crítica do estudante, além de colocá-lo como protagonista do próprio processo de aprendizagem, tornam-se necessários para o ensino de ciências, mas não de forma exclusiva. As metodologias ativas, que consistem em estratégias que expõem os estudantes a um processo ativo na construção da aprendizagem, torna-se alvo de pesquisas, incluindo nos estudos no campo da Neurociência Educacional.

A Neurociência Educacional é um campo de pesquisa interdisciplinar que visa compreender como funciona a aprendizagem, elucidando quais são as bases neurobiológicas da aprendizagem (BRUER, 2016). Com o conhecimento sobre como o cérebro aprende, as práticas pedagógicas escolhidas pelos professores podem ser reconstruídas e reorientadas. Nesse sentido, as metodologias ativas são estudadas como potencializadoras do aprendizado, que podem ser adotadas nas práticas pedagógicas dos professores, auxiliando na construção da autonomia do estudante e em uma aprendizagem que seja mais significativa (MOYA, 2017).

Os jogos podem ser exemplos de metodologias ativas capazes de gerar um ambiente de aprendizagem, para o ensino de Ciências, pautado na participação dos estudantes (NARCISO; SÁ; FUMIÃ, 2019). Além de ajudarem a desenvolver a autonomia, os jogos são potencialmente capazes de estimular

a interação e a colaboração entre os estudantes, em um ambiente lúdico e investigativo (NARCISO; SÁ; FUMIÃ, 2019; PAIS et al., 2019). Vale lembrar que a BNCC (BRASIL, 2017) preconiza que a investigação científica seja um dos focos centrais para o ensino de ciências, pois é uma estratégia que auxilia os alunos no desenvolvimento da capacidade de “intervir na sociedade”.

Os jogos na educação nos remeteram a reflexão de que as perspectivas neurocientíficas inseridas propositalmente em jogos, poderiam potencializar, ainda mais, o efeito dos jogos na aprendizagem. Assim, nosso trabalho buscou refletir sobre o processo de construção de um jogo didático, mais especificamente, com o objetivo de elaborar e avaliar, na perspectiva das neurociências, um jogo didático na temática de separação de misturas para estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental.

REFERENCIAL TEÓRICO

Jogos Didáticos

Os jogos são considerados atividades lúdicas, voluntárias, competitivas ou não, compostas por regras bem estabelecidas e que se insere no mundo das ideias ocorrendo em um tempo e local delimitado (ALVES, 2015). A partir dessas características os jogadores se engajam com o intuito de atingir um objetivo final, como vencer o jogo (ALVES, 2015).

Podemos definir algumas características básicas encontradas nos jogos de entretenimento como objetivos, regras, interação, desafio/competição, contexto, níveis de dificuldades, variável sorte, imersão e *feedback* (ALVES, 2015; PRENSKY, 2001; CHARSKY, 2010; SILLAOTS, 2014). Também, existem os jogos voltados para a educação. Na literatura eles são apresentados por diferentes nomenclaturas como jogos educacionais ou educativos, jogos de aprendizagem, jogos sérios (*serious games*) ou jogos didáticos (SAVI; ULBRICHT, 2008; ZANON; GUERREIRA; OLIVEIRA, 2008). No nosso trabalho, optamos pela nomenclatura jogos didáticos por apresentarem as mesmas características dos jogos de entretenimento, porém são projetados para abordar um conteúdo específico que se deseja trabalhar, com objetivos educacionais bem definidos. Logo, os jogos didáticos têm como principal objetivo despertar a motivação, engajamento e interesse dos estudantes para aprender conteúdos específicos e predeterminados, auxiliando os alunos no processo de aprendizagem (GROS, 2003).

Os jogos didáticos podem ser utilizados para diversos fins como por exemplo: introdução, fixação e/ou reforço de conteúdo; trabalhar conteúdos atitudinais como disciplina, interesse, atenção, complexos comportamentais e solidariedade; trabalhar com a motivação e diversão e, auxiliar no desenvolvimento afetivo e emocional (FLEMMING; MELLO, 2003; RAMOS; LORESENT; PETRI, 2016).

Em nosso trabalho, o jogo didático foi desenvolvido para auxiliar na fixação do conteúdo sobre separação de misturas, bem como para potencializar o engajamento, motivação e atenção dos

estudantes. Para a construção do jogo considerou-se processos neurobiológicos funcionais importantes para o processo ensino-aprendizagem, tais como, funções executivas, habilidades sociais e motivação.

Neurociência e jogos

A Neurociências é um campo de estudo que visa conhecer como o sistema nervoso funciona, do nível molecular ao anatômico (PICKERSGILL, 2013). A natureza interdisciplinar da neurociência oferece a possibilidade de entender o comportamento humano de forma holística, levando em consideração o ambiente e as interações sociais (HUAMÁN; HUAMÁN; RODRÍGUEZ, 2019). No contexto educacional, segundo Oliveira (2014), as neurociências podem ser a base para análise de teorias e reflexões sobre os processos de ensino e de aprendizagem sob a luz dos processos cerebrais como centro da cognição e do comportamento humano. Além disso, a aproximação de biologia, neurociências, desenvolvimento humano e educação representa uma potencial base para pesquisas. Neste contexto, a Neurociência Educacional busca elucidar como o sistema nervoso contribui no processo de aprendizagem, potencializando as escolhas de metodologias pedagógicas mais adequadas para os processos de ensino e de aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011, THOMAS; ANSARI; KNOWLAND, 2019; KITCHEN, 2020).

Cosenza e Guerra (2011) destacam alguns dos principais substratos neurais envolvidos na aprendizagem, são eles: funções executivas, emoção e motivação. A literatura aporta evidências que os jogos podem estimular os substratos neurais, e conseqüentemente, influenciar na aprendizagem (DECETY, 2004; RAMOS; FRONZA; CARDOSO, 2018). Na elaboração do jogo nos propusemos a mobilizar a atividade de alguns substratos neurais, como atenção e motivação, pois temos o objetivo de considerá-los no processo analítico do jogo didático sobre separação de misturas.

As funções executivas (FE) segundo Cosenza e Guerra (2011, p. 87), “podem ser conceituadas como o conjunto de habilidades que permite executar ações necessárias para atingir um objetivo”. Fazem parte das funções executivas uma variedade de funções cognitivas, a inibição (engloba o controle inibitório e o controle de interferência), a memória de trabalho ou memória operacional, a flexibilidade cognitiva, a resolução de problemas, a atenção, a concentração, a seletividade de estímulos, a capacidade de abstração, o raciocínio e o planejamento (DIAMOND; LEE; 2011; DIAMOND, 2013; SCHWAIGHOFER; BÜHNER; FISCHER, 2017).

No jogo didático podemos observar que as funções executivas são recrutadas para atingir a um objetivo, como vencer o jogo ou auxiliar no aprendizado de um determinado conteúdo (RAMOS; LORENSET; PETRI, 2016). A memória de trabalho é utilizada durante todo o momento do jogo, sendo importante para manter e evocar as informações necessárias durante momentos específicos do jogo, auxiliando na conexão dos novos conhecimentos com os antigos (BANIQUED et al., 2013). O jogo também trabalha o controle da impulsividade, quando o estudante manifesta suas vontades quando necessário, e com o planejamento de estratégias, pois aspectos como as regras estabelecem limites o que nos levam a

rever nossas atitudes (RAMOS; GARCIA, 2019). Assim sendo, o controle inibitório e a resolução de problemas são trabalhados durante todo o momento do jogo.

A atenção também é outro aspecto das funções executivas que são exploradas em um jogo. Podemos conceituar a atenção como um fenômeno que nos permite focalizar em um estímulo, mais importante, em determinado momento, ignorando outros estímulos distratores (RUSH; KORN; GLÄSCHER, 2017). O jogo propicia um estado de atenção concentrada onde os estudantes se demonstram atentos para que possam vencê-lo (CSIKSZENTMIHALYI; MASSIMINI, 1985; RIVERO; QUERINO; STARLING-ALVES, 2012; MEDEIROS, 2019). Nesse sentido, os desafios e os objetivos são os aspectos do jogo que conseguem estimular a atenção, evitando que alguma regra não seja cumprida.

O jogo tem o potencial de trabalhar com emoções como prazer, medo, alegria e tristeza, por meio de características próprias como a curiosidade, narrativa e fantasia. Essas emoções interferem diretamente na aprendizagem (PRODÓCIMO et al., 2017) e podem modular o foco atencional (COSENZA; GUERRA, 2011).

Por fim, um dos aspectos mais citados na literatura sobre jogos didáticos é a motivação. O termo motivação deriva do verbo em latim “*movere*”, que significa mover-se (REYNOLDS, 2019). A motivação pode ser conceituada como um processo que dirige o comportamento humano, recrutando a atenção (FERNANDES; SILVEIRA, 2012). No jogo, a motivação é o que impulsiona a aprendizagem por meio dos objetivos, da competição e dos desafios, sendo a motivação intrínseca, quando o interesse parte de um desejo interno do indivíduo, a mais explorada nos jogos (ZARZYCKA-PISKORZ, 2016).

METODOLOGIA

Este estudo utilizou uma metodologia qualitativa (TRIVIÑOS, 1992) e a forma de amostragem dos sujeitos de pesquisa foi por conveniência, portanto, não probabilística (GIL, 2008). Participaram dessa pesquisa um docente de ciências e cinco estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental. A pesquisa foi realizada em uma escola pública, localizada em Contagem, Minas Gerais, Brasil. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFMG) com o número do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 20425119.9.0000.5149.

Contexto da pesquisa

O estudo foi realizado em uma escola pública localizada no município de Contagem que atende estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, no diurno e da Educação de Jovens e Adultos - EJA no noturno. A amostragem dos sujeitos de pesquisa pode ser compreendida como sendo por conveniência (GIL, 2008), pois a escola foi escolhida em função de sua facilidade de acesso, disponibilidade em receber os pesquisadores e proximidade.

Produção de dados

Entrevista semiestruturada com o professor

Antecedendo a produção do jogo realizou-se entrevista semiestruturada com o professor de Ciências. A entrevista semiestruturada permite organizar as respostas de acordo com uma série de perguntas anteriormente elaboradas. O pesquisador consegue conduzir a entrevista semiestruturada com uma melhor organização, podendo acrescentar novas perguntas à medida que o entrevistado responde às questões preestabelecidas (BELEI et al., 2008). Para o registro das respostas foi utilizado um gravador de áudio (DUARTE, 2004). O objetivo da entrevista semiestruturada foi coletar informações a respeito dos conteúdos desafiadores no ensino de ciências no sexto ano do Ensino Fundamental que poderiam ser explorados em um jogo e sobre o contexto pedagógico (Quadro 1).

Quadro 1: Questões norteadoras da entrevista semiestruturada com o professor

Nº	Perguntas
1	Qual o conteúdo de ciências no qual os alunos apresentam maiores dificuldades e/ou pior desempenho nas avaliações?
2	Você tem alunos com dificuldades para aprender? Quais são essas dificuldades? Que fatores podem desencadear essas dificuldades?
3	Quais são as estratégias pedagógicas que você usa rotineiramente em sua prática pedagógica para melhorar a aprendizagem?

Fonte: Os autores.

Com os dados obtidos por meio da entrevista semiestruturada foi possível definir o conteúdo do jogo. O critério utilizado na escolha do conteúdo foi selecionar aquele no qual os estudantes possuíam, na visão do professor entrevistado, maior dificuldade no processo de aprendizagem, desempenho aquém do desejado nas avaliações e que ainda não tivesse sido trabalhado, dessa forma o jogo poderia auxiliar os estudantes a terem um desempenho acadêmico melhor. A entrevista também foi importante para conhecer se havia estudantes público-alvo da educação especial (PAEE) e/ou estudantes com alguma dificuldade de aprendizagem, o que demandaria adaptações no jogo. Após a primeira entrevista com o professor foi realizada a elaboração do jogo didático tendo em vista a perspectiva da neurociência.

Concluída a produção da primeira versão do jogo didático, o professor foi convidado a avaliá-lo. O professor avaliaria a inteligibilidade, que é a capacidade de o jogo ser compreendido, do *layout*, que corresponde à disposição dos elementos visuais e da jogabilidade, que consiste na forma que o jogador interage com o jogo de forma fácil e intuitiva (VANNUCCHI; PRADO, 2009). A avaliação foi importante, pois permitiu que o professor avaliasse o jogo antes de ser aplicado, contribuindo com a construção do jogo, por meio da proposição de modificações (GRÜBEL; BEZ, 2006). Os processos de ensino e de aprendizado devem levar em consideração a perspectiva dos sujeitos envolvidos na prática (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017), ou seja, é importante que o professor e os estudantes façam parte da construção do jogo. Desta forma, avaliada as sugestões propostas pelo professor, uma nova versão do jogo foi criada e realizada uma aplicação de validação-teste junto aos estudantes.

Aplicação-teste do jogo e entrevista semiestruturada com os estudantes

Para avaliar a aplicabilidade do jogo, foram convidados cinco estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental para participarem da aplicação-teste. A aplicação-teste ocorreu fora da aula de ciências, na ausência do professor, durante um campeonato de futebol que ocorria na escola. Com as devidas autorizações, os estudantes que optaram em não participar do campeonato foram convidados a participarem da aplicação-teste do jogo, que teve a duração de 60 minutos. No total, participaram da aplicação-teste, cinco estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental. Após a aplicação-teste, os estudantes responderam ao questionário adaptado de Miranda, Gonzaga e Pereira (2018), com a finalidade de avaliar o jogo (Quadro 2).

Quadro 2: Questões para a avaliação do jogo didático pelos estudantes

Nº	Perguntas
1	As regras do jogo são claras?
2	As perguntas são objetivas?
3	O visual do jogo é agradável?
4	O jogo estimula a aprendizagem?
5	A aula ficaria mais interessante com o jogo?
6	O tempo do jogo é o suficiente?

Fonte: Adaptado de Miranda, Gonzaga e Pereira (2018, p. 388).

As perguntas orientadoras ajudaram a verificar a dinâmica do jogo e a potencialidade de engajar e despertar o interesse dos estudantes. Também foi possível avaliar aspectos técnicos do jogo, como regras, objetividade das perguntas, *layout* e tempo de duração. Todos os aspectos levantados foram importantes para avaliar se o jogo cumpre com o objetivo proposto e se pode ser replicado para outros estudantes. Assim como foi feita a avaliação do jogo pelo professor, foi importante escutar e avaliar a opinião dos estudantes, sujeitos dos processos de ensino e de aprendizagem, para o aperfeiçoamento do jogo (FLEMMING; MELLO, 2003).

A partir da aplicação-teste, avaliou-se, também, aspectos da jogabilidade do jogo didático. A jogabilidade corresponde ao modo com que o jogador, neste caso os estudantes, interage com o jogo de forma fácil e automática (VANNUCCHI; PRADO, 2009). Foi utilizado o caderno de campo para o registro das falas dos estudantes e observações e um *smartphone* para a gravação dos áudios (DUARTE, 2004). As notas de campo permitem com que o pesquisador registre as reflexões durante o momento de aplicação da metodologia, possibilitando realizar um relato de acontecimentos (EMERSON; FRETZ; SHAW, 2013). As notas também permitiram o registro das sugestões feitas pelos estudantes para o jogo, bem como das impressões.

Análise de dados

Para a análise das entrevistas semiestruturadas com o professor e com os estudantes, os dados produzidos foram transcritos de forma literal e organizados na medida em que foram analisados (DUARTE, 2004). Para facilitar a transcrição, o professor foi referenciado pela letra P, à pesquisadora pelas letras PE e os estudantes por E1, E2, E3, E4 e E5. A transcrição seguiu o modelo de Petri et al. (1999), sendo assim, foram utilizados os sinais conforme o Quadro 3.

Quadro 3: Sinais utilizados para a descrição das falas

Sinais	Significado
Aspas “”	Indica falas
Reticências ...	Indica uma pausa na fala

Fonte: Petri et al. (1999, p. 19).

Para análise da entrevista semiestruturada com o professor, os dados foram fragmentados em eixos temáticos, como: a seleção do conteúdo de Ciências, e desafios pedagógicos e estratégias utilizadas. Para a análise da entrevista semiestruturada com os estudantes na aplicação-teste do jogo, os dados foram analisados para identificar possíveis sugestões e alterações na estrutura do jogo didático, observando a perspectiva da neurociência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção do jogo

Por meio do levantamento de dados na primeira entrevista semiestruturada com o professor, não foi possível estabelecer um conteúdo no qual os estudantes apresentassem maiores dificuldades. Segundo o professor, com a mudança curricular na escola, decorrente da implantação da BNCC (BRASIL, 2017), os conteúdos propostos para o sexto ano seriam novos.

P (...) que foi trabalhado até agora foi em relação a matéria, tecidos humanos

PE O conteúdo tecidos humanos é novo na BNCC também?

P para o sexto ano

PE Todos os conteúdos do sexto ano são novos dentro da BNCC e não foram trabalhados antes?

P Não foram trabalhados antes (...) mesmo se fosse pelo planejamento antigo, tudo seria novo para eles (...) agora vai ser separação de misturas.

Desta forma, o critério para a escolha do conteúdo utilizado na criação do jogo passou a ser o conteúdo no qual o professor iria trabalhar com os estudantes, no caso, separação de misturas. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2017) esse conteúdo é denominado separação de materiais, trabalhado dentro da unidade temática matéria e energia. Os estudantes teriam de ser capazes, segundo a BNCC (BRASIL, 2017, p.345), de “Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros)”. Assim, para a construção do jogo didático essa habilidade foi considerada.

Quando questionado se nas turmas havia estudantes público-alvo da educação especial (PAEE) ou com alguma dificuldade/transtorno de aprendizagem, o professor relatou que havia estudantes com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), transtorno do espectro autista (TEA) e com Síndrome de Down, porém, somente alguns estudantes possuíam laudo.

PE Você tem alunos com dificuldades para aprender? Quais são essas dificuldades?

P tem diversas... hiperativo, com autismo, deficiência cognitiva mesmo, síndrome de Down

PE E com laudo, são todos?

P (...) alguns estudantes têm, outros não.

PE Quais fatores podem desencadeá-los?

P (...) desde até mesmo problema familiar, que o estudante não tem estrutura familiar, dificulta a aprendizagem, condição social, alcoolismo na família (...)

Ressaltamos que para este estudo em específico, após o levantamento de informações na primeira entrevista semiestruturada, não houve a necessidade de adaptações no jogo para os estudantes do PAEE. Todos os estudantes, inclusive aqueles com algum transtorno de aprendizagem ou dificuldades de aprendizagem teriam condições de participar da atividade por ser um jogo, segundo o professor. O professor também relatou que a escola disponibiliza mediadores para o acompanhamento desses estudantes na escola: “P (...) tem a ação da escola (...) os que têm laudo é pedido um estagiário para o acompanhamento dentro ou fora de sala (...)”.

Para verificar se o professor utilizava algum tipo de metodologia ativa em suas aulas, questionou-se sobre quais estratégias pedagógicas utilizava rotineiramente em sua prática para potencializar a aprendizagem. Com esse conhecimento o professor poderia contribuir na construção do jogo didático de acordo com as suas experiências junto aos estudantes.

“P (...) as estratégias são o quê ... uso de aulas práticas, construção de seminários em grupo de acordo com o tema, visitas técnicas, já fomos no museu de morfologia da UFMG, e o básico, quadro, pincel, filme, imagens.”

Na resposta do professor, não foi mencionado de forma explícita alguma metodologia que pudesse ser enquadrada como sendo ativa. O professor relata que faz o uso de aulas práticas, organiza seminários, visitas técnicas, além de utilizar o quadro, pincel, filmes e imagens durante as aulas. Por outro lado, o professor não relatou o uso de jogos didáticos em sua prática docente. Desta forma, o desenvolvimento e aplicação do jogo seria uma potencial oportunidade para expor estudantes e professor a essa lúdica estratégia de ensino.

Finalizada a primeira entrevista com o professor, foi realizada pesquisa sobre os formatos e modelos de jogos. Discutiu-se, também, sobre o *layout*, que corresponde à disposição dos elementos visuais do jogo, e o *design* do jogo, que corresponde às cores, ilustrações e tipografia.

O formato escolhido para o jogo foi o formato tabuleiro (jogo analógico). Esse formato permite que a aplicação do jogo seja feita em ambientes que não dispõe de suporte tecnológico digital sendo jogado em qualquer ambiente escolar, além de se assemelhar a maioria dos jogos disponíveis. O jogo no formato tabuleiro possibilita uma interação direta entre os estudantes, por meio do trabalho em grupos (CARRETTA, 2018). O jogo de tabuleiro já havia sido trabalhado em outros estudos para o ensino da Química, como o estudo de Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008) ao elaborarem um jogo de tabuleiro denominado Ludo sobre o conteúdo de nomenclatura de compostos orgânicos. Mello, Pereira e Rodrigues (2019) também utilizaram o formato de jogo tabuleiro ao trabalharem no jogo Zelo que tem como objetivo contribuir para a mudança de hábitos éticos/ecológicos dos estudantes do Ensino Fundamental, Anos Iniciais.

Para a criação a criação do *layout* foi utilizado o *software* Adobe Illustrator versão CC 2018 e como fonte de imagens para criação do modelo de tabuleiro do jogo Separação de Misturas foi utilizado o site *FreePik* (<https://www.freepik.com/>). Para a criação do *design* foi selecionada uma paleta de cores (Figura 1) como a utilizada no estudo de Roohi e Forouzandeh (2019). Segundo os autores, as cores estão relacionadas com a evocação de sentimentos. A cor verde foi escolhida como cor predominante no *design* do jogo, essa cor está associada a evocação de emoções positivas como conforto e relaxamento. Além do verde, outras cores foram utilizadas para compor o *design* (Figura 1), o primeiro quadro de cores está associado a sentimentos como felicidade, paz, autoridade e persistência, o segundo com os sentimentos de quietude, sentimentos profundos e não entediantes e o terceiro está associado com a capacidade de ser verdadeiro e responsável.



Figura 1: Relação das cores utilizadas para o *design* do jogo didático.

Fonte: Adaptado de Roohi e Forouzandeh (2019, p. 4).

No aspecto neurocientífico, acopladas à mecânica do jogo, foram levadas em consideração as funções cognitivas listadas no Quadro 4.

Quadro 4: Relação dos aspectos neurocientíficos com a mecânica do jogo

Função Cognitiva	Aspecto do jogo Separação de Misturas
Funções Executivas (atenção, memória operacional e tomada de decisões)	Desafios, regras, avançar no jogo, perguntas coletivas e cooperativas, competição.
Emoção	Perguntas com recurso narrativo, casas de interação com o próprio tabuleiro.
Motivação	Objetivos, competição, desafio.

Fonte: Arquivo de Pesquisa.

Para estimular as funções executivas foram elaborados desafios, perguntas com um grau maior de dificuldade, para serem respondidos durante o jogo, além dos objetivos e regras bem estabelecidos, elementos que exigem a atenção dos estudantes para conseguirem alcançar o objetivo final do jogo. Elementos como regras e objetivos são aspectos dos jogos que devem ser lembrados para que os estudantes consigam desenvolver o jogo. Para isso, a memória operacional é trabalhada durante todo o momento do jogo. As regras também auxiliam na prática de autocontrole.

Foram elaboradas algumas casas com perguntas que utilizavam o recurso narrativo, pequenas frases que exploram alguma situação que envolve o estudo de separação de misturas, e outras casas para interações com o próprio jogo. O recurso narrativo e a interação são elementos importantes para despertar a curiosidade e a fantasia dos estudantes, trabalhando, dessa forma, a emoção. De acordo com o estudo de Ramos e colaboradores (2017), recurso narrativo e a interação auxiliam na imersão do jogo gerando emoções, além de engajar os estudantes.

De igual forma, foram elaboradas perguntas que deveriam ser respondidas por todos os estudantes do grupo segundo a regra do jogo, incentivando a cooperação entre os estudantes e a tomada de decisões. Decety et al. (2004) mostraram em seus estudos que comportamentos sociais como cooperação estão relacionados a áreas importantes no processamento das emoções e tomada de decisões.

Por fim, o jogo apresenta características como objetivos, competição e desafio, trabalhando a motivação dos estudantes. A competição entre os estudantes foi inserida como elemento do jogo, pois vence o jogador que conseguir avançar nas casas, chegando ao final do percurso do tabuleiro primeiro. Dessa forma, o jogo trabalha com as funções executivas superiores, assim como mostrado no trabalho de Decety et al. (2004), onde aspectos competitivos ativam regiões cerebrais associadas às funções executivas superiores. Após a criação da primeira versão do jogo (Figura 2), o docente foi convidado para avaliar se o conteúdo estava de acordo com a faixa etária dos estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental e se o *layout* do jogo era funcional.



Figura 2: Primeira versão do tabuleiro do jogo Separação de Misturas.

Fonte: Arquivo da Pesquisa.

A primeira versão do jogo Separação de Misturas era composto por 36 cartas com perguntas, um dado, seis peões de madeira coloridos pintados com tinta atóxica, um manual de regras e um tabuleiro com 31 casas. O tabuleiro tinha cinco tipos de casas:

- Casa Início, referente ao início do jogo, onde todos os jogadores deveriam se posicionar.
- Casas Numerada, referentes às 12 cartas com perguntas mais fáceis e individuais.
- Casas Coletiva, referentes às 12 cartas com perguntas de dificuldade intermediária que deveriam ser respondidas por todos do grupo, potencializando a colaboração.
- Casas Desafio, referentes às 12 cartas com perguntas difíceis que podem ser respondidas de forma individual ou coletiva.
- Casa Fim, referente a última casa do jogo em que o jogador que chegasse em primeiro lugar, venceria o jogo.

Como se pode observar, foram desenvolvidas 36 cartas na versão inicial do jogo, de forma a atender todas as casas do tabuleiro. Os três tipos de casas com perguntas de diferentes níveis de dificuldades, proporcionam uma dinâmica nem muito fácil e nem muito difícil ao jogo (PRENSKY, 2001; MEDEIROS, 2019).

O jogo na perspectiva do professor

Finalizada a construção da primeira versão, o jogo foi submetido a análise do professor, sendo realizada nova entrevista semiestruturada. O professor propôs mudanças, principalmente no conteúdo de algumas cartas e no *layout* do jogo. No geral o conteúdo estava de acordo com a BNCC (BRASIL, 2017), sendo sugeridas adequações pontuais como, por exemplo, em uma das cartas havia um conteúdo (liquefação fracionada) que o professor não trabalharia com os estudantes, sendo necessária

a modificação da carta. O professor ainda sugeriu uma readequação na linguagem nas cartas 2, 6 e 9, pois continham termos científicos que poderiam dificultar a compreensão, considerando que os estudantes eram do sexto ano do Ensino Fundamental. Na carta os termos, estanho, chumbo e liga metálica não haviam sido trabalhados com os estudantes, o que poderia ser um dificultador no entendimento do professor. Dessa forma essa pergunta foi readequada substituindo os nomes dos metais apenas por dois metais e foi retirado o termo liga metálica.

CARTA 2: Na metalúrgica, um dos funcionários cometeu um acidente e misturou estanho e chumbo em uma liga metálica formando um sólido homogêneo. É possível separar esses metais? Explique.

Na carta seis, a separação de misturas de gases era um conteúdo no qual não seria trabalhado com os estudantes por se tratar de um assunto complexo e que demandava da compreensão de conteúdos mais densos da Química. Desta forma, a carta foi retirada do jogo.

CARTA 6. Carlos é um estagiário em um laboratório de química e cometeu um erro ao misturar três diferentes tipos de gases em um recipiente tornando a mistura homogênea. Ache uma solução que ajude Carlos a corrigir seu erro e separar novamente esses gases.

Quanto à carta nove, o termo sulfato de alumínio não havia sido trabalhado com os estudantes e a maneira como foi redigida a pergunta poderia ser um dificultador na compreensão dos estudantes, no entendimento do professor. Dessa forma o início da pergunta foi reformulado o termo sulfato de alumínio foi retirado.

CARTA 9. Entre as substâncias usadas para o tratamento de água está o sulfato de alumínio que forma partículas em suspensão na água (menos densas), às quais as impurezas presentes no meio se aderem. Qual é esse método de separação comumente utilizado para retirar o sulfato de alumínio com as impurezas aderidas? Explique.

Quanto ao *layout*, foi sugerido a criação de outros dois tipos de casas para o tabuleiro. Como o jogo tinha casas de perguntas em todo o tabuleiro, com exceção das casas Início e Fim, poderia tornar o jogo monótono e cansativo. Assim, por sugestão do professor, foram acrescentadas as casas Interação e Individual (Figura 3e, 3a, respectivamente).

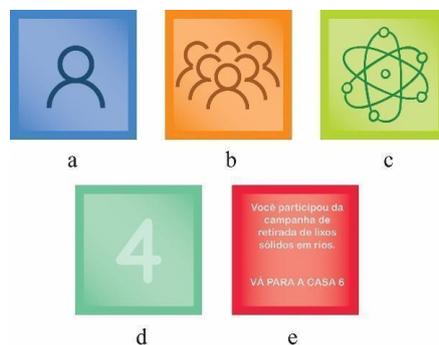


Figura 3: Casas do tabuleiro: a) Casa Individual, b) Casa Coletiva, c) Casa Desafio, d) Casa Numerada, e) Casa Interação. **Fonte:** Arquivo da Pesquisa.

As casas Interação são compostas por frases relacionadas ao conteúdo que permite a interação do jogador com o tabuleiro, possibilitando avançar ou recuar nas casas do jogo de acordo com a instrução. As casas Numerada que anteriormente continham perguntas individuais (Figura 3d), agora funcionam como casas de descanso. Segundo Almeida et al. (2017, p.59), “nada de especial ocorre nessas casas”, são casas de descanso que ajudam a manter uma dinâmica no jogo. As perguntas mais fáceis e individuais correspondiam às casas novas, denominadas Individual (Figura 3a).

Além das modificações sugeridas pelo professor foram acrescentados elementos visuais no *design* representando a temática sobre Química. Assim, foi inserida a representação de um químico para dar apoio narrativo ao jogo (Figura 4). Os elementos visuais representativos podem ter um papel secundário na aprendizagem associado à motivação (REATEGUI, 2007). No *design* instrucional foi inserida uma legenda com o nome de cada casa do tabuleiro para facilitar a dinâmica do jogo e torná-lo inteligível (CARRETTA, 2018). Em relação aos peões coloridos e ao manual de regras do jogo, não houve sugestões de modificação por parte do professor. Concluídas as mudanças, foi elaborada a segunda versão do jogo (Figura 4).

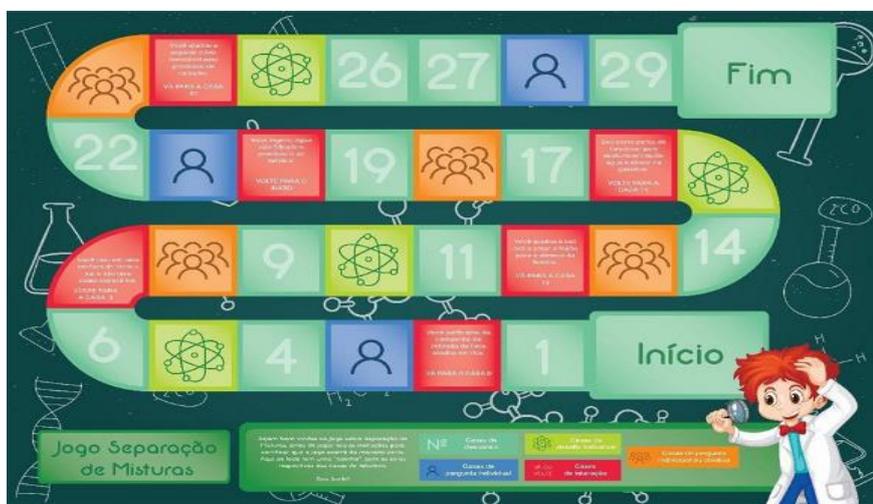


Figura 4: Segunda versão do tabuleiro do jogo Separação de Misturas. Fonte: Arquivo da Pesquisa.

O jogo na perspectiva dos estudantes

Com a criação da segunda versão do jogo, cinco estudantes foram convidados a jogarem, realizando a aplicação-teste. Inicialmente os estudantes foram orientados de que jogavam com a finalidade de avaliar a inteligibilidade, o *layout*, o *design* e a jogabilidade do jogo. Para iniciar o jogo, foi solicitado aos estudantes que lessem o manual de instruções. As instruções no manual eram as seguintes:

Número de participantes: 5 a 6 estudantes.

A ordem do jogo ocorreria de acordo com o lançamento dos dados, sendo o jogador com o resultado mais alto o primeiro a jogar, sendo a ordem seguinte no sentido horário.

O objetivo do jogo era desvendar os processos de separação de misturas até alcançar a casa Fim para vencer o jogo.

Revista Eletrônica Ludus Scientiae (Ludus), v. 6, p. 1-13, jan./dez., 2022.

Os jogadores deverão escolher um peão colorido para representá-los no tabuleiro, depois lançar os dados e avançar nas casas do tabuleiro de acordo com numeração obtida. Nas casas poderá haver perguntas fáceis, intermediárias ou difíceis, interação com o tabuleiro e descanso.

Além das instruções foram elaboradas algumas regras. As regras são elementos importantes, pois estabelecem algumas permissões, condições e restrições para que todos os estudantes tenham caminhos semelhantes para atingirem os objetivos do jogo (PRENSKY, 2001; RAMOS; LORENSET; PETRI, 2016). As regras eram:

1. É OBRIGATÓRIO acertar a pergunta para poder jogar os dados novamente. Sendo assim, o jogador permanece na mesma casa do tabuleiro até acertar a pergunta.
2. É PROIBIDO responder à pergunta de outro jogador sem que ele lhe tenha dado permissão. Espere a sua vez de jogar.
3. As perguntas coletivas devem ser respondidas por TODOS os jogadores, se a resposta estiver correta, todos têm o direito de jogar o dado e continuar na próxima rodada.
4. Os desafios podem ser respondidos INDIVIDUAL ou COLETIVAMENTE desde que o jogador da vez necessite de ajuda.
5. As cartas retiradas pelo jogador da vez deverão ser lidas por OUTRO JOGADOR.
6. VENCE o jogo o jogador que conseguir chegar até o fim do tabuleiro.

Após a leitura das instruções e das regras, os estudantes disseram que entenderam como funcionaria o jogo e iniciaram a partida. Foi observado que o jogo proporcionou interesse, cooperação e diversão entre os estudantes. No quesito interesse, os estudantes demonstraram vontade em jogar e participar da atividade e de colaborar e ajudar os demais colegas durante a resolução das perguntas coletivas e dos desafios. No quesito colaboração, foi observado que os estudantes utilizaram das respostas do manual para dar dicas aos outros estudantes, jogadores da rodada, para ajudarem eles na elaboração da resposta, mostrando dessa forma a cooperação entre os jogadores.

Os resultados apresentados aqui estão de acordo com os resultados do estudo Goldschmidt, Santos e Rehbein (2018), que descrevem que o jogo didático aplicado ao ensino de Ciências despertou o interesse dos estudantes e trabalhou com o reforço das habilidades sociais como a cooperação. As questões foram respondidas corretamente e os estudantes conseguiram resgatar e utilizar os conhecimentos prévios. Foi observado que os estudantes aplicaram o conhecimento recém adquirido pelo jogo para elaborar as respostas referentes às próximas perguntas do jogo. Segundo Schnetzler (1992), trabalhar com conhecimentos prévios juntos aos conhecimentos recém adquiridos ajuda na aprendizagem, tornando-a mais significativa para os estudantes. Os novos conhecimentos são ancorados aos conhecimentos prévios, ou seja, conhecimentos que já foram armazenados na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2000).

O primeiro estudante ganhou o jogo após 35 minutos do início da partida. Logo em seguida, um dos estudantes perguntou se eles continuariam jogando após ter um primeiro vencedor. Houve discussão

dos estudantes junto à pesquisadora para definir como seria a continuação do jogo, pois segundo Diesel, Baldez e Martins (2017) a opinião dos estudantes na construção de uma metodologia ativa deve ser considerada.

Dessa forma, a sexta regra foi modificada acatando a opinião dos estudantes, ficando: “serão declarados vencedores do jogo os três primeiros jogadores que conseguissem chegar até a casa Fim e os jogadores que não ganhassem deverão citar dois tipos de misturas que utilizamos no dia a dia.” No tabuleiro foi observado que havia um erro no posicionamento da casa sete (Figura 5), ela solicitava que o estudante voltasse em uma casa com perguntas ao invés de uma casa com descanso, esse erro foi observado durante a aplicação e foi corrigido na versão final do jogo.



Figura 5: Recorte do tabuleiro indicando a casa de interação 7 e o erro indicando o retorno do jogador para a casa 3. **Fonte:** Arquivo da Pesquisa.

Ao final do jogo, os estudantes sugeriram mais uma modificação. Segundo os estudantes seria interessante e divertido se fosse inserida uma casa Interação no tabuleiro um pouco antes da casa Fim, essa casa solicitava que o estudante voltasse ao início do jogo. A casa Interação tem o fator sorte envolvido, que é um elemento do jogo que impulsiona os riscos e incertezas, promovendo uma certa aleatoriedade ao jogo (MEDEIROS, 2019). Dessa forma a sugestão foi acatada e a casa 28 do tabuleiro foi modificada (Figura 6). No final, os estudantes foram convidados a responderem, oralmente, algumas perguntas (Quadro 2) para a avaliação do jogo didático.



Figura 6: Recorte do tabuleiro indicando a casa de interação 28 sugerida pelos estudantes. **Fonte:** Arquivo da Pesquisa.

Todos os estudantes responderam positivamente às questões 1 (As regras do jogo são claras?) e 2 (As perguntas são objetivas?). Segundo Ramos, Lorensen e Petri (2016), as regras são importantes elementos, constituintes dos jogos, pois direcionam os jogadores de forma que todos tenham direito a caminhos semelhantes por meio de restrições, condições e permissões. Também, a elaboração de jogo deve levar em consideração a opinião dos sujeitos envolvidos na prática pedagógica, avaliar se as regras de um jogo são claras e se as perguntas são objetivas nos mostra que o jogo cumpriu com seu papel de apresentar regras e objetivos bem definidos (ALVES, 2015; DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Os estudantes também responderam positivamente na questão 3 (O visual do jogo é agradável?). A experiência estética visual e espacial de um jogo de forma diversificada, é capaz de seduzir os jogadores, e despertar sentimentos de aventura e prazer, tornando o jogo agradável (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004). Também, esses sentimentos de aventura e prazer fazem parte do componente de diversão do jogo, fatores que motivam e auxiliam na aprendizagem (PRENSKY, 2001).

Os estudantes responderam positivamente às questões 4 (O jogo estimula a aprendizagem?) e 6 (O tempo do jogo é suficiente?). Nós mantemos a atenção naquilo nos motiva e nos interessa, dois aspectos importantes que estimulam a aprendizagem, sendo assim, os estudantes precisam experimentar atividades que despertam sentimentos positivos sobre a experiência de aprendizagem, reconhecendo que seus esforços não foram em vão (SAVI, et al., 2010). Também, o jogo precisa ser desafiador ao mesmo tempo que seja compatível com as habilidades dos estudantes. Sendo assim, é preciso manter um ritmo durante jogo, de maneira com que as atividades variam em graus de dificuldades e facilidades na tentativa de minimizar a fadiga (SWEETSER; WYETH, 2005; TAKATALO et al., 2010; POELS; KORT; IJSELSTEIJN, 2007). Dessa forma, foi verificado que o jogo proporciona um estado de fluxo e tem o potencial para estimular a aprendizagem e que o tempo foi suficiente para jogar. Quando questionados, na pergunta 5, se a aula ficaria mais interessante com o jogo, todos os estudantes responderam positivamente e três estudantes (E1, E2 e E4) complementam as suas respostas:

E2 ficaria

E4 porque a gente aprenderia de uma forma diferente

E1 (...) aparece tipo umas curiosidades

A pesquisadora questiona ao estudante 1 (E1) se ele havia gostado das curiosidades, que no jogo refere-se as frases presentes nas casas Interação, e ele responde: (...) gostei, muitas das vezes têm exemplos que a gente não viu em uma aula e a gente vê no jogo. As curiosidades presentes nos jogos são importantes impulsionadoras da emoção (KATMADA; MAVRIDIS; TSIATSOS, 2014). Flemming e Mello (2003) também mostram que as curiosidades podem auxiliar no desenvolvimento de um processo criativo dos estudantes. Já Wouters et al. (2011), apontam as curiosidades como um fator que motiva a busca por novos conhecimentos. Dessa forma, o jogo Separação de Mistura tem o potencial para

estimular a emoção, o processo criativo e a motivação pela busca de novos conhecimentos. Após a aplicação-teste, o tabuleiro do jogo foi modificado (Figura 7) e estava pronto para ser aplicado em turmas com mais estudantes.



Figura 7: Versão final do tabuleiro do jogo Separação de Misturas. Fonte: Arquivo da Pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Refletindo sobre processo de construção de um jogo didático, podemos concluir que criação do jogo didático Separação de Misturas, desenvolvido para estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, se mostrou como material que pode auxiliar nos estudos sobre separação de materiais na disciplina de Ciências. Mais especificamente, o jogo foi criado levando em consideração os principais aspectos dos jogos de entretenimento (objetivos, regras, interação, desafio/competição, contexto e *feedback*), apresentando os objetivos e as regras bem delimitados, assim como nos jogos didáticos.

Também, o jogo foi elaborado sob a perspectiva das neurociências abordando aspectos da cognição social como cooperação e competição, Funções Executivas (atenção, memória operacional e tomada de decisões), Emoção e Motivação. Na Aplicação-Teste, foi perceptível que os estudantes trabalharam com a cooperação durante a elaboração das respostas das perguntas coletivas. O aspecto emocional foi trabalhado a partir de elementos narrativos presentes no jogo e das curiosidades. O engajamento e o interesse dos estudantes foram percebidos através da vontade e dedicação em jogar. Quanto a sua aplicabilidade, inteligibilidade e aceitabilidade, o jogo demonstrou ser de fácil aplicação e entendimento, e todos os estudantes gostaram de jogá-lo.

A Aplicação-Teste se mostrou com uma etapa muito importante na elaboração do jogo didático, etapa essencial para avaliação do potencial do jogo em trabalhar o conteúdo separação de misturas. As

opiniões do professor e estudantes, sujeitos participantes do processo de ensino e aprendizado, são imprescindíveis durante a etapa de construção do jogo, para sua reaplicação em um número maior de estudantes.

Nosso trabalho evidencia que o jogo se mostra apto para ser replicado para o estudo de separação de materiais segundo a BNCC, contribuindo para a seleção de métodos condizentes e apropriados de acordo com os materiais de uma mistura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Felipe Drude et al. O jogo do método: jogos de tabuleiro como suporte ao ensino da disciplina Metodologia Científica. **Research, Society and Development**, v. 6, n. 2, p. 148-170, 2017.

ALVES, F. **Gamification**. São Paulo: DVS editora, p. 200, 2015.

AUSUBEL, D. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 212, 2000.

BANIQUED, P. L. et al. Selling points: What cognitive abilities are tapped by casual video games? **Acta Psychologica**, v. 142, p. 74-86, 2013.

BELEI, R. A. et al. O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Educação: FaE/PPGE/UFPE**, n. 30, p. 187 - 199, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf. Acesso em: 12 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep)**. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. [Online]. Brasília: Inep, 2019.

BRUER, J. T. Where Is Educational Neuroscience? **Educational Neuroscience**, v. 1, p. 1-12, 2016.

CAPELLATO, P.; RIBEIRO, L. M. S.; SACHS, D. Metodologias Ativas no Processo de Ensino-Aprendizagem Utilizando Seminários como Ferramentas Educacionais no Componente Curricular Química Geral. **Res., Soc. Dev.**, v. 8, n. 6, p. 1-20, 2019.

CARRETTA, M. La. Como fazer Jogos de Tabuleiro: Manual Prático. In: **SBGames**, XVII. 2018, Foz do Iguaçu. Proceedings ... Foz do Iguaçu: SBGames, 2018. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/Tutoriais/188149.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

CHARSKY, D. From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics. **Games and Culture**, v. 5, n. 2, p. 177-198, 2010.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, p. 151, 2011.

CSIKSZENTMIHALYI, M.; MASSIMINI, F. On the psychological selection of bio-cultural information. **New Ideas in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 115-138, 1985.

DECETY, J. et al. The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. **Neuroimage**, v. 23, n. 2, p. 744-751, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15488424/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

DIAMOND, A. Executive Functions. **Annual Review of Psychology**, v. 64, p. 135-168, 2013.

DIAMOND, A.; LEE, K. Interventions Shown to Aid Executive Function Development in Children 4 to 12 Years Old. **Science**, v. 333, p. 959-064, 19 ago. 2011.

Revista Eletrônica Ludus Scientiae (Ludus), v. 6, p. 1-13, jan./dez., 2022.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Lajeado-RS, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em revista**, v. 20, n. 24, p. 213-225, 2004.

EMERSON, R. M.; FRETZ, R. I.; SHAW, L. L. Notas de Campo na Pesquisa Etnográfica. **Revista Tendências: Caderno de Ciências Sociais**, v.7 n. 1, p. 255-388, 2013.

FERNANDES, D.C.; SILVEIRA, M. A. Evaluación de la motivación académica y la ansiedad escolar y posibles relaciones entre ellas. **Psico USF**, v.17 n.3, p. 447-455, 2012.

BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; BENEDETTI, L. P. S. Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química. **Quím. nova esc.**, v. 42, n. 1, p. 37-44, 2020.

FLEMMING, D. M.; MELLO, A. C. C. **Criatividade e Jogos Didáticos**. São José: Saint Germain, p. 128, 2003.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, p.220. 2008.

GOLDSCHMIDT, A. I.; SANTOS, C. D. S. dos; REHBEIN, Eliani Teichmann. Tijuana Jones e os caçadores das pirâmides perdidas. **Acta Scientiarum: Education**, v. 40, n. 4, 2018.

GROS, B. The impact of digital games in education. **First Monday**, v. 8, n. 7, jul., 2013.

GRÜBEL, J. M.; BEZ, M. R. Jogos Educativos. **Novas Tecnologias CINTED-UFRGS na Educação**, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2006.

HUAMÁN, D. R. T.; HUAMÁN, A. L. T.; RODRIGUEZ, M. A. A. Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios. **Cuadernos de Investigación Educativa**, v. 10 n. 2, p. 15-32, 2019.

KATMADA, A.; MAVRIDIS, A.; TSIATSOS, Thrasylvoulos. Implementing a Game for Supporting Learning in Mathematics. **The Electronic Journal of e-Learning**, v. 12, n. 3, p. 230-242, 2014.

KFOURI, S. F. et al. Aproximações da Escola Nova com as Metodologias Ativas: Ensinar na Era Digital. **Rev. Ens. Educ. Cienc. Human**, v. 20, n. 2, p. 132-140, 2019.

KITCHEN, W. H. Neuroscience, and the Northern Ireland Curriculum: 2020, and the warning signs remain. **Journal of Curriculum Studies**, v. 53, n. 4, p. 516-530, 2020.

MEDEIROS, D. P. Jogos analógicos como ferramentas estratégicas para as marcas. **Design & Tecnologia**, v. 9, n. 17, p. 56-63, 2019.

MELLO, C. G.; PEREIRA, A.; RODRIGUES, D. C. G. de A. Jogo cooperativo como uma proposta lúdica no ensino de ciências ambientais por uma ética do cuidado. **Revista eletrônica Ludus Scientiae**, v. 2, n. 3, p. 53-68, 2019.

MIRANDA, J. C.; GONZAGA, G. R.; PEREIRA, Patrícia Elias. Abordagem do tema doenças sexualmente transmissíveis, no ensino fundamental regular, a partir de um jogo didático. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 9, n. 1, p. 105-121, abril 2018.

MITCHELL, Alice; SAVILL-SMITH, Carol. **The use of computer and video games for learning: A review of the literature**. Londres: Learning and Skills Development Agency (LSDA), 2004. Disponível em: <<http://www.lsda.org.uk/files/PDF/1529.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2022.

MOYA, E. C. Using Active Methodologies: The students' view. **Procedia - Social and Behavioral Sciences: Education, Health and ICT for a Transcultural World, Spain**, v. 237, n. 21, p. 672-677, 2017.

NARCISO, A. L. do C.; SÁ, A. L. de; FUMIÃ, Herman Fialho. A neurociência como embasamento para a utilização de jogos digitais na educação. **SAPIENS - Revista de divulgação Científica**, v. 1, n. 2, p.17-28, 2019.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, p. 35-47, 2014.

- PAIS, H. M. V. et al. A contribuição da ludicidade no ensino de ciências para o ensino fundamental. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 2, p. 1024-1035, 2019.
- PETRI, D. (org.) et al. **O discurso oral culto**. 2. ed. São Paulo: Humanitas Publicações, 224 p., 1999.
- PICKERSGILL, M. The social life of the brain: Neuroscience in society. **Current Sociology**, v. 61, n. 3, p. 322-340, 2013.
- POELS, K.; DE KORT, Y.; IJSSELSTEIJN, W. " It is always a lot of fun!" exploring dimensions of digital game experience using focus group methodology. In: **Proceedings of the 2007 conference on Future Play**. p. 83-89, 2007.
- PRENSKY, M. Fun, Play and Games: What Makes Games Engaging. In: PRENSKY, Marc. **Digital Game-based Learning**. 2001.
- PRODÓCIMO, E. et al. Jogo e emoções: implicações nas aulas de Educação Física Escolar. **Motriz**, Rio Claro, v. 13, n. 2, p. 128-136, abr./jun. 2017.
- RAMOS, D. K.; ANASTÁCIO, B. S.; MARTINS, P. N. A função da narrativa e dos personagens em um jogo digital educativo: análise do jogo saga dos conselhos. **Interfaces Científicas - Educação**, v. 6, n. 1, p. 59-70, 2017.
- RAMOS, D. K.; GARCIA, F. A. Jogos digitais e aprimoramento do controle inibitório: um estudo com crianças do Atendimento educacional especializado. **Rev. Bras. Ed. Esp**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 37-54, 2019.
- RAMOS, D. K.; LORENSET, C. C.; PETRI, G. Jogos Educacionais: contribuições da neurociência à aprendizagem. **Revista X**, v. 2, p. 1-17, 2016.
- RAMOS, D.; FRONZA, F. C. A. O.; CARDOSO, F. L. Jogos eletrônicos e funções executivas de universitários. **Estud. psicol.**, v. 35, n. 2, p. 217-228, 2018.
- REATEGUI, E. Interfaces para softwares educativos. **RENTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, n. 1, p.1-10, 2007.
- REYNOLDS, K. The ARCS Model and Audience Analysis: Learning About Student Motivations and Instructional Preferences. In: STEINER, S.; RIGBY, M. **Motivating Students on a Time Budget: Pedagogical Frames and Lesson Plans for In-Person and Online Information Literacy Instruction**. Chicago: Association of College and Research Libraries, p. 7-41, 2019
- RIVERO, T. S.; QUERINO, E. H. G.; STARLING-ALVES, Isabella. Videogame: seu impacto na atenção, percepção e funções executivas. **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 4, n. 3, p. 38-52, 2012.
- ROOHI, S.; FOROUZANDEH, A. Regarding color psychology principles in adventure games to enhance the sense of immersion. **Entertainment Computing**, v. 30, p. 77-89, 2019.
- RUSCH, T.; KORN, C. W.; GLÄSCHER, Jan. A Two-Way Street between Attention and Learning. **Neuron**, p. 256-258, janeiro 2017.
- SAVI, Rafael et al. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. **RENTE - Novas Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 3, p.1-10, 2010.
- SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, n. 2, p.1-10, 2008.
- SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, p. 17-22, 1992.
- SCHWAIGHOFER, M.; BÜHNER, M.; FISCHER, F. Executive functions in the context of complex learning: Malleable moderators? **Frontline Learning Research**, v. 5, n. 1, p. 58-75, 2017.
- SILLAOTS, M. Achieving flow through gamification: a study on re-designing research methods courses. In: **Proceedings of the European Conference on Games Based Learning...** v. 2. Academic Conferences International Limited, 2014. p. 538.

SILVA, T. S. G. et al. Ensino de ciências e experimentação nos anos iniciais: da teoria à prática. **Pró-discente**, v. 25, n. 1, p. 41-53, 2019.

SWEETSER, P.; WYETH, P. GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games. **ACM Computers in Entertainment**, v. 3, n. 3, p. 35-42, 2005.

TAKATALO, Jari et al. Presence, Involvement, and Flow in Digital Games. In: BERNHAUPT, Regina. **Evaluating user experience in games**. London: Springer, 2010. cap. 3, p. Presence, involvement, and flow in digital games.

THOMAS, M. S. C.; ANSARI, D.; KNOWLAND, V. C. P. Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 60, n. 4, p. 477-492, 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação, São Paulo. Atlas, 1992.

VANNUCCHI, H.; PRADO, G. Discutindo o conceito de gameplay Discussing the gameplay's concept. **Revista Texto Digital**, v. 5, n. 2, p. 130-140, 2009.

WOUTERS, P. et al. The role of Game Discourse Analysis and curiosity in creating engaging and effective serious games by implementing a back story and foreshadowing. **Interacting with Computers**, v. 23, n. 4, p. 329-336, 2011.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; 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.

ZARZYCKA-PISKORZ, E. Kahoot it or not? Can games be motivating in learning grammar? **Teaching English with Technology**, v. 16, n. 3, p. 17-36, 2016.

DAYENNE GODOY PELLUCCI MACIEL: Licenciada em Ciências Biológicas pela UFMG, especialista em Psicopedagogia, Doutoranda e Mestre em Neurociências pelo Programa de Pós-Graduação em Neurociências da UFMG. Professora de ciências, anos finais, foi tutora em iniciativas da Diretoria de Inovação e Metodologia de Ensino - Giz na UFMG. Tem experiência na atuação como tutora em EaD e já participou como voluntária no Projeto intitulado "Integração UFMG e Ensino básico".

E-mail: dayennegpm@ufmg.br

JULIANA CARVALHO TAVARES: Graduada em Ciências Biológicas (modalidade Bacharelado em Bioquímica e Imunologia) pela Universidade Federal de Minas (UFMG). Doutora em Biología Molecular y Fisiología, pela Universidad de Valladolid/Espanha. É professora associada IV do Departamento de Fisiología e Biofísica do Instituto de Ciências Biológicas (ICB)/UFMG, onde atua no ensino na graduação e pós-graduação, pesquisa e extensão. Orientadora nos Programas de Pós-graduação em Neurociências/UFMG e PROFBIO/UFMG (Mestrado Profissional em Ensino de Biología), com interesses na formação de professores, ensino de ciências por investigação e Neurociência e educação.

E-mail: julianact@ufmg.br

SANTER ALVARES DE MATOS: Licenciado em Ciências da Natureza com habilitação em Biología, especialista em Educação a Distância, mestre em Ensino de Ciências e Matemática e doutor em Educação, com ênfase em ensino de Ciências. Professor de Ciências do Centro Pedagógico da Universidade Federal de Minas Gerais, Coordenador Pedagógico do Museu Itinerante Ponto UFMG e Coordenador Geral da Feira Brasileira de Colégios de Aplicação e Escolas Técnicas (Febrat).

E-mail: dayennegpm@ufmg.br