

Desenvolvimento e aplicação de nova proposta pedagógica que une conceitos lúdicos e neuróbicos para o ensino de Química

Sharise B. R. Berton, Bruno R. Machado, Jomar Berton Junior, Alessandro Francisco Martins e Milena do Prado Ferreira

A inovação dos conceitos de neuróbica com a ludicidade pode ser uma das formas de acelerar melhorias na educação. A pesquisa é importante porque trata da aplicação de conceitos lúdicos e neuróbicos que auxiliarão o processo de ensino-aprendizagem em diversos níveis. Neste trabalho, conciliamos os benefícios da neuróbica com a atividade lúdica, com o objetivo de relato de experiência, descrevendo e analisando uma atividade voltada ao Ensino de Química que contribuiu para o processo de aprendizagem por meio de estímulos cerebrais, destacando suas etapas e os resultados observados na sala de aula. O tema proposto foi “tabela periódica” através de exercícios neuróbicos. Os resultados foram analisados por meio de observação e aplicação de questionários. Os exercícios aplicados despertaram o interesse dos alunos e de acordo com os preceitos da neurociência, houve mais engajamento, o que resultou em sinais de aprendizagem, além de exercitar o cérebro. Assim, esta nova proposta pedagógica que une os conceitos neuróbico e lúdico pode ser uma nova ferramenta auxiliar do ensino.

► satisfação dos alunos, neurociências, tabela periódica ◀

Recebido em 23/05/2024; aceito em 13/12/2024

Introdução

Exercícios neuróbicos são exercícios cerebrais utilizados para melhorar o desempenho do cérebro (Balganekar, 2013; Kallery *et al.*, 2009). É um conceito relativamente recente no ensino, que vem sendo desenvolvido como consequência dos últimos avanços das neurociências (Han *et al.*, 2019; Schwartz *et al.*, 2019). A neuróbica é uma forma de exercitar o cérebro mantendo-o saudável e ágil, conhecida como a ginástica para o cérebro. Seu objetivo consiste em estimular um ou mais dos cinco sentidos por meio de exercícios, a fim de aumentar o impulso natural do cérebro para formar associações entre diferentes tipos de informações. Essas associações – por exemplo, juntar um nome com um rosto – são os blocos que constroem a memória e a base da maneira como aprendemos (Katz, 2000).

A neurociência mostra que todo comportamento e aprendizado humano, incluindo sentir, pensar, criar, lembrar e decidir, originam-se no cérebro. Além disso, está se tornando cada vez mais evidente que a emoção desempenha um papel fundamental tanto no estímulo para o aprendizado, quanto na resolução de problemas e tomadas de decisões. Ou seja, a emoção está diretamente relacionada à orientação do

pensamento dos alunos, ajudando-os a evocar informações e memórias que são relevantes para o tópico ou problema em questão (Yang; Fischer, 2009).

Neste sentido, a utilização dos princípios neuróbicos como ferramenta pedagógica no ensino médio é valiosa para auxiliar no ensino-aprendizagem, uma vez que a neuróbica ajuda a desenvolver plenamente o uso do cérebro. Além disso, são atividades de entretenimento que proporcionam prazer e diversão às pessoas envolvidas (Scharp *et al.*, 2019). Assim, quando aplicadas dentro de um contexto coerente, além de trazer resultados satisfatórios na aprendizagem, também beneficia a saúde mental e emocional (Li *et al.*, 2016; Proyer *et al.*, 2019).

A educação mediada pelo uso do lúdico no ensino de Química, em nível médio, técnico, superior, e até mesmo na pós-graduação, é uma realidade e está em ascensão nos últimos anos, atuando como ferramenta de estímulo, aprendizagem e interação, tornando as aulas mais atraentes, divertidas e dinâmicas (Cheng, 2011; Messeder Neto; Moradillo, 2016; Cooper e Walker, 2021).

O estudo dos elementos químicos é o principal alicerce da Química, sendo uma abordagem fundamental para um ensino eficaz em relação ao tema tabela periódica no



ensino médio (Franco-Mariscal *et al.*, 2016). Na literatura, encontra-se uma variedade de atividades lúdicas visando o ensino da tabela periódica no ensino médio, tais como: utilização de palavras cruzadas (Joag, 2014); cartas (Martí-Centelles; Rubio-Magnieto, 2014; Silva *et al.*, 2016); tabuleiro (Romano *et al.*, 2017); quebra-cabeças (Stojanovska, 2021); entre outras atividades (Franco-Mariscal *et al.*, 2012; Franco-Mariscal *et al.*, 2016; Sevcik *et al.*, 2008).

Entretanto, ainda são relatadas na literatura dificuldades de aprendizagem comumente identificadas pelos alunos de ensino médio relacionadas à tabela periódica. Elas estão relacionadas a fatores como: tentativa de decorar em vez de aprender, equívocos na lição, incompreensão das propriedades usadas como critérios de classificação, a noção de periodicidade e a percepção de sua utilidade, natureza complexa dos conceitos relacionados com a tabela periódica, a natureza abstrata dos conceitos envolvidos e do raciocínio necessário, e deficiências no processo de ensino (Ashtari; De Lange, 2019; Franco-Mariscal *et al.*, 2016).

Dadas essas dificuldades, qualquer abordagem de ensino deve se concentrar em alcançar maior envolvimento do aluno e compromisso intelectual com a aprendizagem (Davis; Boone, 2021). Assim, a neuróbica e a ludicidade são exatamente essa abordagem, além disso, estão intimamente conectadas, devido ao fato de que ambas trabalham por meio de estímulos cognitivos, com atividades que envolvem diversão e prazer. Sendo assim, quando combinadas, podem gerar experiências que incentivam o aprendizado de maneira criativa, ajudando a melhorar a memória, concentração, resolução de problemas, enquanto as pessoas se divertem (Jørgensen; Skovbjerg, 2024).

A utilização do lúdico no processo de ensino-aprendizagem promove alguns efeitos e mudanças no comportamento dos estudantes, como colaboração, comunicação, desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes. Também contribui para o ganho de habilidades e competências, como de investigação e resolução de problemas (Kangas *et al.*, 2017). Entretanto, vale ressaltar que é necessário que o professor saiba utilizá-lo no momento mais adequado, corroborando o conteúdo teórico apresentado anteriormente/posteriormente de sua aplicação, atuando como recurso didático.

O envolvimento e interesse do aluno também estão diretamente relacionados à prática docente, à metodologia empregada e ao quão relevante aquele assunto é para ele (Cunha, 2012). Por esse motivo, quando o ensino é compartilhado de forma contextualizada, com uso de tecnologias, material lúdico, vídeos, imagens, aulas práticas, entre outros recursos, sabe-se que o engajamento do estudante tende a aumentar positivamente e, conseqüentemente, haverá aprendizagem mais significativa (Berton *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2019).

Além disso, a contribuição para a área de química, quando trabalhado esse tema, é extremamente significativa devido à inovação no uso desse conceito, disseminação de conhecimento, além de colaboração e interdisciplinaridade.

Neurociência e educação: a potencialidade dos exercícios neuróbicos

O estudo da neurociência vem se desenvolvendo substancialmente e, como consequência, gera maiores entendimentos sobre como o desenvolvimento do cérebro pode definir trajetórias que influenciam a aprendizagem, saúde, comportamento e até mesmo o bem-estar (Walsh *et al.*, 2024). Sendo a neurociência o estudo interdisciplinar da estrutura e função do cérebro humano e do sistema nervoso, podemos utilizar esses conceitos em conjunto com a educação (Walsh *et al.*, 2024).

Evidências da ciência da aprendizagem demonstram eficácia educacional quando utilizada uma abordagem ativa e lúdica. Nesse sentido, os alunos aprendem melhor, tanto em termos de domínio do conteúdo compartilhado, quanto em suas experiências educacionais em sala de aula, quando estão engajados socialmente de uma forma interativa e alegre (Blinkoff *et al.*, 2023).

Dessa forma, ensinar utilizando uma abordagem como a dos exercícios neuróbicos pode fazer diferença para o aluno, entre aprender ou não determinado conteúdo. Considerando que, ao longo da vida, nos adaptamos e nos moldamos conforme as experiências vividas, a estimulação da

aprendizagem por diferentes estímulos é fundamental para formação do aluno (Relvas, 2015).

Como previsto no PCN + ensino médio - Parâmetros Curriculares Nacionais, que descreve a importância da diversificação dos recursos e materiais didáticos tais como experimentos, dinâmicas, *softwares* e jogos (Brasil, 2002), as atividades lúdicas são recursos auxiliares, e esse tipo de abordagem é valorizada pelos professores, pois se encaixa bem com seu desejo de buscar novas e motivadoras formas de ensinar (Franco-Mariscal *et al.*, 2016).

Uma forma inovadora e prazerosa de ensinar com o uso de conceitos de neuróbica e com ludicidade, que estão diretamente relacionadas à memória divertida e engajante, facilita o processo de retenção de informações. Quando os alunos participam de atividades utilizando esses dois conceitos, como é o caso dos exercícios neuróbicos, a aprendizagem acontece de forma mais natural, o que contribui significativamente com uma memorização mais eficaz. O prazer e o envolvimento emocional nessas atividades ativam partes do cérebro ligadas à memória, o que reforça o processo de retenção do conteúdo ministrado (Walsh *et al.*, 2024).

Diante de tal contexto, objetivamos com essa pesquisa avaliar uma proposta inovadora, a junção dos conceitos da

A utilização do lúdico no processo de ensino-aprendizagem promove alguns efeitos e mudanças no comportamento dos estudantes, como colaboração, comunicação, desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes. Também contribui para o ganho de habilidades e competências, como de investigação e resolução de problemas.

neuróbica e do lúdico, por meio de exercícios neuróbicos, tendo como tema específico a tabela periódica, por meio de um relato de experiência, descrevendo e analisando uma atividade voltada ao ensino de química. A nova proposta foi avaliada tanto na perspectiva dos alunos quanto do professor, observando os fatores que influenciaram ou não o índice de satisfação dos envolvidos. Essa proposta de junção dos dois conceitos pode ser aplicada no ensino médio, visando auxiliar na construção do conhecimento e ajudando a fixar o conteúdo proposto de uma forma descontrainda e prazerosa.

Materiais e métodos

Os exercícios neuróbicos foram aplicados em duas turmas do ensino médio (1º e 3º anos), totalizando 30 alunos (com 14 a 18 anos) de uma escola da rede pública de Apucarana/PR. A pesquisa realizada usou uma metodologia caráter qualitativo/descritivo. A avaliação dos dados foi realizada por meio de questionários, observação e discussão, de acordo com Gil (2008), Goldstein *et al.* (2016) e Kangas *et al.* (2017). O livro *Ginástica Cerebral*, de Silva (2017), também foi utilizado como referência para a elaboração da atividade denominada “Exercitando o Cérebro com a Química”.

Os exercícios neuróbicos do livro de Silva (2017) foram adaptados para o ensino de Química. O livro supracitado propõe atividades que visam quebrar a rotina e desafiar o cérebro com novos estímulos sensoriais e cognitivos, com a adoção de práticas simples e divertidas, que são fáceis de incorporar na rotina, ajudando a manter o cérebro ativo de maneira lúdica e eficaz. Para a elaboração da atividade foram adaptadas as cartas desse livro, com o objetivo de ativar múltiplas áreas cognitivas de maneira lúdica, para ajudar a manter o cérebro ativo com a ajuda da química, e a tabela periódica foi escolhida por ser um conteúdo básico no estudo dessa ciência, permitindo a criação de desafios gradativos.

Construção dos exercícios neuróbicos

Para a construção da nova proposta, nomeada “Exercitando o Cérebro com a Química”, foram utilizados os seguintes materiais: folhas de papel branco (120g/m²) cortadas em formato de carta (7cm x 10cm), folhas de papel cartão para fazer a caixa onde as cartas foram arquivadas (9cm x 12cm x 3cm), papel *contact* transparente (para plastificar as cartas), régua, tesoura e uma tabela periódica. Os exercícios cerebrais foram elaborados buscando uma abordagem ampla sobre o tema tabela periódica.

Os exercícios neuróbicos dispostos em cada carta para o ensino médio são apresentados a seguir, e estão relacionando os exercícios cerebrais com as funções cognitivas (emoção, atenção, memória, funções executivas) estimuladas por meio deste treinamento/prática (Quadro 1).

[...] o fator educativo da atividade lúdica é considerado por meio do trabalho colaborativo desenvolvido pelo professor e estudantes durante a intervenção didática.

A atividade lúdica proposta incorpora exercícios neuróbicos que cumprem um papel específico: exercitar o cérebro por meio da ativação de funções cognitivas para facilitar a aquisição de conhecimentos. Por outro lado, o fator educativo da atividade lúdica é considerado por meio do trabalho colaborativo desenvolvido pelo professor e estudantes durante a intervenção didática. Dessa forma, os exercícios neuróbicos estão alinhados com os objetivos do ensino e tendem a melhorar a experiência de aprendizagem.

Especificamente sobre a questão 14 do Quadro 1, para evitar sobrecarga cognitiva, o exercício pode ser adaptado de acordo com o nível de familiaridade dos alunos com o conteúdo. Aqueles que estão mais avançados podem experimentar o desafio completo, enquanto outros podem realizar os exercícios sem o questionamento 14 ou, ainda, uma adaptação pode ser realizada, como escrever o diagrama com os olhos abertos ou em partes menores, até estarem prontos para enfrentar o exercício na forma mais completa.

Na Figura 1, são apresentados a frente [A] e o verso [B] de uma carta.

Fases de desenvolvimento

A pesquisa foi realizada em um período de quatro semanas, simultaneamente, no 1º e 3º anos do ensino médio. Os alunos se engajaram em processos de aprendizagem por aproximadamente 2 horas por semana tanto para a primeira quanto para a segunda fase, durante um total de quatro semanas, e foi seguido o modelo pedagógico de Aprendizagem Criativa e Lúdica apresentado por Kangas (2010).

Orientação

A pesquisa seguiu duas fases. Na primeira, o professor criou uma base inicial de conhecimento sobre a temática tabela periódica em cada sala de aula, respeitando cada série. O professor apresentou aos alunos os objetivos e os métodos de aprendizagem. Na segunda fase, foi aplicada a atividade neuróbica, que compreende três etapas: aplicação de um questionário de pré-intervenção, aplicação de exercícios neuróbicos e um questionário de pós-intervenção.

Questionário de pré-intervenção

O primeiro questionário contribuiu para a obtenção de uma visão geral de como os conteúdos de Química eram abordados, e se o “exercício neuróbico” era um tema conhecido pelos estudantes.

Aplicação dos exercícios neuróbicos

O exercício obedeceu a algumas regras simples, as quais foram explicitadas antes do mesmo ser aplicado. Foram formadas equipes de quatro integrantes. Primeiro, um integrante da equipe escolheu uma das vinte cartas do baralho, aleatoriamente, e realizou o exercício mencionado. A tabela periódica podia ser utilizada dependendo da carta sorteada,

Quadro 1: Exercícios neuróbicos e suas respectivas funções cognitivas

Exercícios neuróbicos	Funções cognitivas
1. Em 1 minuto, fale 5 elementos químicos que começam com a letra B.	Atenção e memória
2. Leia os nomes dos elementos e depois repita colocando-os em ordem alfabética de acordo com suas simbologias: arsênio, zinco, estanho e cobre.	Memória e funções executivas
3. Selecione um elemento do grupo II e fale suas principais características.	Memória e funções executivas
4. Escreva o nome dos elementos químicos que pertencem as simbologias: Be, Ba, B e Br.	Memória de longo prazo e atenção
5. Leia os nomes dos elementos do grupo 10 na ordem correta. Agora fale de traz para frente sem consultar a tabela periódica.	Memória e funções executivas
6. Fale o nome de 3 elementos da última família da tabela periódica em 1 minuto.	Atenção e memória
7. Soletre o nome do elemento que possui maior eletronegatividade.	Atenção e memória verbal
8. Fale em ordem alfabética o nome das 3 ligações químicas.	Memória e funções executivas
9. Pegue a tabela periódica, observe os elementos por dois minutos. Em seguida, com os olhos fechados fale o maior número de elementos que se lembrar inclusive seu grupo.	Memória visual e atenção
10. Escolha aleatoriamente uma letra do alfabeto e fale pelo menos dois elementos químicos que comece com essa letra.	Memória
11. Diga em ordem alfabética o nome dos grupos dos elementos Ca (Z = 20) e Br (Z = 35).	Memória e funções executivas
12. Fale o nome de 3 elementos que possuem propriedades semelhantes.	Memória e atenção
13. Fale em ordem decrescente de reatividade os nomes dos ametais.	Memória e funções executivas
14. Feche os olhos e escreva o diagrama de Linus Pauling até $4d^{10}$, tentando grafá-lo em linha reta.	Memória espacial e funções motoras
15. Vá a tabela periódica escolha um elemento do grupo dos lantanídeos e pesquise sobre ele. Comente o que achar mais interessante.	Curiosidade, emoção e memória
16. Consulte a tabela periódica e escreva o nome e o símbolo de três elementos químicos classificados como metais, cujos números atômicos são 3, 50 e 75.	Memória e funções executivas
17. Soletre a palavra que corresponde ao número total de grupos existente na tabela periódica.	Atenção e memória verbal
18. Bata a quantidade de palmas referente ao número atômico do sódio.	Memória numérica e coordenação motora
19. Escolha um produto que consome todos os dias e fale sua fórmula molecular.	Memória de longo prazo e funções executivas
20. Diga o nome de dois elementos para cada letra do seu nome, caso seja possível.	Memória Fonte: os autores.

4

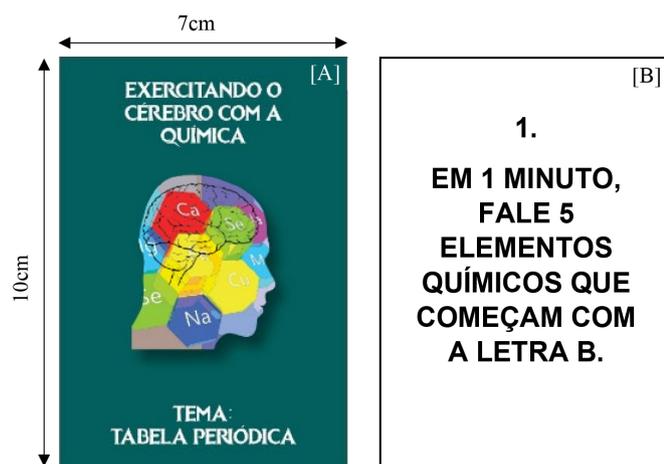


Figura 1: Dimensionamento e *layout* de uma carta com um exercício neuróbico: “Exercitando o Cérebro com a Química”, frente [A] e verso [B]. Fonte: os autores.

pois algumas necessitavam dela para serem respondidas.

Em seguida, outro integrante da equipe sorteou aleatoriamente mais uma carta, e assim sucessivamente todos os componentes da equipe participaram. As cartas resolvidas não foram devolvidas para o baralho, mas deixadas de lado, até que todas as cartas fossem respondidas. Caso o participante não conseguisse resolver o exercício, a equipe poderia ajudá-lo.

O professor que aplicou a proposta avaliou constantemente se as repostas dos estudantes eram satisfatórias ou não. Quando observado que a equipe não conseguia responder algum exercício, o professor intervinha, dando dicas para que atingissem o objetivo. Ao final da atividade, o professor elucidou os exercícios em que os estudantes apresentaram alguma dificuldade ou dúvida, resolvendo-os juntamente com eles. Como mencionado anteriormente, o professor também foi questionado quanto à sua satisfação.

Questionário de pós-intervenção

Na aula seguinte ministrada pelo professor, logo após a aplicação dos exercícios neuróbicos, um segundo questionário foi utilizado como um indicativo para saber se a atividade neuróbica poderia atuar como ferramenta motivadora no aprendizado dos estudantes referente ao tema abordado e avaliar os conhecimentos adquiridos sobre o tema abordado. Um questionário direcionado ao professor também foi elaborado com o intuito de avaliar sua satisfação e sua opinião em relação a viabilidade de usar a proposta desenvolvida no presente trabalho.

Resultados e discussões

A contribuição pedagógica dos exercícios propostos neste trabalho foi analisada por meio dos questionários de pré e pós-intervenção, a fim de avaliar a experiência de aprendizagem dos alunos. Neste estudo, também foi explorada a conexão entre a satisfação do professor e o envolvimento dos estudantes em um ambiente com conceitos diferenciados.

Coleta e análise de dados qualitativos: pré-intervenção

Os dados da pesquisa consistem em dados qualitativos e uma descrição desses dados e da análise realizada são apresentados no Quadro 2.

O professor disponibilizou um tempo de aproximadamente 5 minutos para que os estudantes respondessem o questionário de pré-intervenção, que era composto pelas seguintes perguntas:

- 1) Os conteúdos da disciplina de Química são geralmente abordados de forma teórica, prática ou combinada?
- 2) Você acha que aprender sobre a tabela periódica é interessante?
- 3) Você já ouviu falar em neuróbica cerebral?
- 4) De acordo com o seu conhecimento, o que você entende por exercício neuróbico cerebral e como ele funciona?

Primeiramente, a análise do questionário foi realizada com uma visão geral dos dados obtidos, em seguida foi separado por categorias (procedimento de código aberto) em relação às respostas; após esta separação em categorias, foram analisadas separadamente as discussões em relação a sua posição.

A análise de todos os dados seguiram as diretrizes de ética do Conselho Consultivo de Ética em Pesquisa da Finlândia (National Advisory Board on Research Ethics, 2009), sobre a privacidade dos dados coletados e da identidade dos participantes. Antes do início da pesquisa, todas as fases do estudo foram discutidas previamente com o diretor, o pedagogo e os alunos das turmas participantes, e foi obtido o consentimento integral.

As respostas coletadas indicaram que 100%, N = 30, dos estudantes responderam que os conteúdos na disciplina de Química são abordados de forma teórica. Comentaram que aulas práticas/dinâmicas são ministradas esporadicamente.

Atualmente, tem-se diferentes ferramentas auxiliaadoras que contribuem para o compartilhamento de conteúdo de forma interativa, como programas de simulação, *games* (online ou presenciais), vídeos, entre outros (Ferreira *et al.*, 2019). Entretanto, sabe-se que alguns recursos básicos podem ainda não estar facilmente disponíveis em escolas, como *internet* de qualidade ou uma sala de informática de livre acesso.

Por sua vez, esse cenário é um pouco diferente nas Universidades, onde o livre acesso à *internet* é uma realidade na grande maioria. Entretanto, mesmo tendo-se maiores recursos, ainda é observado um ensino engessado, que muitas vezes utiliza apenas o *datashow* para deixar as aulas mais expositivas.

No que se refere a aulas experimentais no ensino médio, a falta de um laboratório equipado pode dificultar a realização de práticas experimentais (Berton *et al.*, 2020). Contudo, cabe ao docente buscar ferramentas que estejam disponíveis e ser criativo para oferecer um conteúdo contextualizado, atrativo e motivador, uma vez que, conforme estudos da neurociência mostram, as experiências vividas e as associações são as principais responsáveis pela construção da memória e, por consequência, da aprendizagem (Comin; Silva, 2020; Katz, 2000; Ching *et al.*, 2020). Assim, a convergência da aula teórica com a aula prática possibilita um melhor compartilhamento de conhecimento (Bouton *et al.*, 2021) e, por isso, o uso de atividades lúdicas, como apresentado no presente trabalho é de extrema importância, independentemente do nível de ensino.

Nesse contexto, percebe-se que a elaboração de aulas dinâmicas, interativas e atraentes, depende tanto da

Quadro 2: Descrição dos dados da pesquisa

Método	Público alvo	Análise dos dados	Descrição
Qualitativo	Estudantes	Pré-intervenção: Avaliar o conhecimento prévio em relação à neuróbica cerebral e à abordagem utilizada e identificar as metodologias usadas nas aulas de Química	Questionário estruturado direcionado ao aluno (N = 30)
		Pós-intervenção: Avaliar a aceitabilidade e a satisfação com a envoltura em exercícios neuróbicos e identificar sinais de aprendizagem	Questionário estruturado direcionado ao aluno (N = 30)
	Professor	Pós-intervenção: Avaliar a satisfação com a aplicação de exercícios neuróbicos	Questionário estruturado direcionado ao professor

Fonte: os autores.

disponibilidade de recursos (digitais ou não), quanto do comprometimento e capacitação do professor em utilizar os mesmos, permitindo a junção de aulas teóricas e práticas (Bouton *et al.*, 2021).

Na proposta deste trabalho, consideramos desenvolver uma ferramenta que auxiliasse professores de qualquer realidade educacional, por isso foram elaborados os exercícios neuróbicos com materiais físicos de fácil acesso e baixo custo, os quais podem ser estendidos a uma infinidade de temas dentro da Química, como também para outras disciplinas. A mesma proposta pode ser viabilizada de forma digital como um aplicativo para *smartphone*.

Assim, de acordo com as respostas obtidas no questionário de pré-intervenção, para 97% dos alunos a tabela periódica é um tema interessante de ser estudado. Esses dados indicam que a maioria dos estudantes apresentam uma afinidade com o tema. Segundo algumas respostas, foi possível observar que os alunos associam esse tema com a realidade a sua volta, como um dos comentários sugere: “Com certeza, é muito interessante conhecer sobre as coisas que nos rodeiam, já que a Química está em tudo”. Ainda, mostram entender que a tabela periódica é a base para muitos conceitos/assuntos estudados em Química: “É interessante aprender sobre tabela periódica pois é um dos fundamentos da química”.

De fato, o aprendizado duradouro no ensino médio sobre a tabela periódica facilita, principalmente, a jornada do aluno que decide escolher a Química como curso de graduação, ou outros cursos que contemplam disciplinas da área de Química na grade curricular. Contudo, não somente destes que escolhem cursar a graduação em Química, mas, de todos os demais, tendo em vista a importância do tema, que reflete em diferentes situações reais como: devido às propriedades do ouro (metal mole) é necessário acrescentar ligas metálicas para conferir rigidez, como no caso da fabricação de joias; o mercúrio, que era usado antigamente em termômetros, é líquido em temperatura ambiente e altamente tóxico. Ambos os metais citados apresentam similaridade, estão presentes no período 6 da tabela periódica, são classificados como metais nobres, pouco reativos, possuem brilho e propriedades como elevada condutividade térmica e elétrica.

Como observado nos relatos publicados por Silva *et al.* (2017), que investigaram o conhecimento teórico e percepções em relação à tabela periódica em uma turma de anos iniciais de graduação em Química, neste trabalho, é nítido que muitos alunos que participaram, apresentaram dificuldades em responder as questões da dinâmica, apresentando imprecisões em conceitos simples que deveriam ser trabalhados de forma eficaz durante o ensino médio.

As questões 3 e 4 eram sobre o conhecimento do termo neuróbica cerebral, e o que entendiam como sendo exercício

neuróbico. Apenas 13% dos estudantes disseram ter ouvido o termo, contudo, mesmo a maioria não conhecendo o termo, 100% deles relacionaram como sendo um exercício para o cérebro. Nesse ponto, observa-se que os estudantes forneceram respostas pautadas na assimilação com o nome e no conhecimento prévio das palavras no termo. Como sugere a expressão ‘exercício neuróbico cerebral’, destacando a palavra “cerebral” associada com o cérebro e a palavra “exercício” relacionada a alguma atividade física de forma geral ou intelectual.

Conhecimento prévio é definido como os saberes ou informações que temos guardadas em nossa mente e que podemos acionar quando precisamos. O conhecimento prévio possibilita, inicialmente, uma relação do discente com o que será aprendido, e é relevante no processo de construção de conhecimento (Ching *et al.*, 2020). O estudante recebe informações de diferentes meios, escolar, familiar, social, entre outros, tornando o conhecimento prévio particular de cada um.

Mesmo o foco dos exercícios neuróbicos ser sua aplicação como ferramentas pedagógicas para auxiliar na aprendizagem sobre tabela periódica, uma introdução dos conceitos da neuróbica e o que ela possibilita foi apresentada aos estudantes, trazendo um breve conhecimento sobre esse tipo de abordagem.

Aplicação e pós-intervenção

O desenvolvimento e aplicação da proposta ocorreram sem nenhuma dificuldade por parte dos participantes. Em alguns momentos durante a aplicação da proposta, foi necessária a intervenção do professor, devido aos estudantes apresentarem algumas dúvidas em relação ao conteúdo a ser respondido contido na carta. Essas situações são interessantes por destacarem os pontos em que os alunos revelam falhas no entendimento de alguma parte da aula ministrada anteriormente, apontando quais assuntos devem ser retomados pelo professor. Dessa forma, é possível reforçar ou até mesmo esclarecer o tópico que os estudantes tiveram maior dificuldade em compreender.

O questionário de pós-intervenção que os alunos responderam continha as seguintes perguntas:

- 1) Os exercícios neuróbicos aplicados foram de fácil entendimento? O que você achou da proposta?
- 2) Você acredita que o exercício neuróbico pode ser uma ferramenta motivadora no processo de ensino-aprendizagem para abordar o tema tabela periódica?
- 3) Escreva os nomes de dois elementos da família 1A e de dois elementos da família 7A.
- 4) A tabela periódica é dividida em _____ ou _____ (na parte vertical) e em _____ (na parte horizontal).

Na proposta deste trabalho, consideramos desenvolver uma ferramenta que auxiliasse professores de qualquer realidade educacional, por isso foram elaborados os exercícios neuróbicos com materiais físicos de fácil acesso e baixo custo, os quais podem ser estendidos a uma infinidade de temas dentro da Química, como também para outras disciplinas.

De acordo com as respostas dos estudantes, 100% deles relataram que os exercícios neuróbicos elaborados como proposta pedagógica podem atuar como ferramenta motivadora na aprendizagem do tema tabela periódica. Também é possível notar, através do *feedback* dos mesmos, que a atividade era de fácil compreensão. Esse fato é importante, uma vez que propostas pedagógicas muito complexas de serem executadas podem levar ao desinteresse por parte dos participantes (Ching *et al.*, 2021). As questões 3 e 4 do questionário de pós-intervenção, que eram referentes ao tema em estudo, foram respondidas sem qualquer dificuldade.

Destacamos algumas das respostas obtidas para a segunda parte da questão 1, que era referente à opinião dos alunos sobre os exercícios: “...achei da hora”, “para nós que estamos aprendendo sobre esse conteúdo sim, super topzera”, “É dinâmico”. Um parecer exposto por vários estudantes foi que a atividade era “divertida”.

Da mesma forma, o entusiasmo dos participantes durante a aplicação da proposta foi observado pelo professor, assim como a colaboração entre eles dentro do próprio grupo. Diante disso, foi possível constatar que a proposta pedagógica desenvolvida no presente trabalho despertou um ambiente descontraído e motivador. Assim, foi perceptível o efeito positivo sobre o estado emocional dos alunos, que também está conectado à aprendizagem.

Posner e Raichle (2001), retomando os estudos de Friedrich e Preiss, descrevem que o sistema límbico (constituído pelo tálamo, amígdala, hipotálamo e hipocampo), avalia as informações, decidindo que estímulos devem ser mantidos ou descartados. A consciência da experiência vivenciada é atingida quando, ao passar pelo córtex cerebral, compara-se a experiência com reflexões anteriores. Assim, quando conseguimos estabelecer uma ligação entre a informação nova e a memória preexistente, são liberadas substâncias neurotransmissoras – como a acetilcolina e a dopamina – que aumentam a concentração e geram satisfação. Os sentimentos, intensificando a atividade das redes neuronais e fortalecendo suas conexões sinápticas, podem estimular a aquisição, a retenção, a evocação e a articulação das informações no cérebro. Assim, é importante que todos os professores saibam que a maneira como os alunos se sentem, incluindo seus estados emocionais e o estado de seus corpos, são fatores críticos que podem afetar a aprendizagem (Yang; Fischer, 2009).

Dessa forma, o lúdico como recurso didático desperta a lembrança das brincadeiras de infância e deixa o ambiente de sala de aula mais “leve”. Consequentemente, proporciona uma aprendizagem descontraída, sendo capaz de promover a construção de conhecimentos (Cunha, 2012; Messeder Neto; Moradillo, 2016). Nesse sentido, pode-se observar que houve mais engajamento, o que resultou em sinais de aprendizagem.

Também foi observada a colaboração entre os alunos dentro do próprio grupo, o que, do mesmo modo, colabora no processo de aprendizagem. Estudos que investigam o

impacto da aprendizagem cooperativa revelam que ela possibilita a retenção do conhecimento (Korkmaz; Tay, 2016; Koşar; Bedir, 2018).

As respostas referentes à utilização dos exercícios neuróbicos como ferramenta motivadora no processo de ensino-aprendizagem permitiram observar que todos os estudantes acreditam que essa atividade instiga e facilita a aprendizagem sobre a tabela periódica. Vale destacar alguns outros comentários: “sim, é mais fácil aprender assim”, “sim, pois estamos aprendendo jogando e facilita na aprendizagem”, “com certeza, faz ter vontade de conhecer mais sobre ela”. É possível comprovar, por meio das respostas, que aulas interativas como a realizada no presente trabalho proporcionam um ambiente de aprendizado mais descontraído e interessante, gerando uma satisfação no aluno em participar ativamente no seu processo de ensino-aprendizagem.

De certa forma, observa-se que o modelo tradicional ainda prevalece, e que os estudantes esperam que o conteúdo seja apresentado de forma diferente e mais atraente, como sugerem alguns comentários: “...seria legal se tivesse mais jogos desse tipo”, “deveria trazer mais vezes”, “...quebra um pouco a mesmice de sempre”. A boa receptividade de ferramentas interativas, propostas mais dinâmicas e que geram um ambiente descontraído em sala de aula vem sendo relatada em trabalhos na literatura (Romano *et al.*, 2017; Ching *et al.*, 2020), mostrando a relevância de empregar esses recursos em sala de aula em todos os níveis de ensino.

Sendo assim, durante a atividade percebeu-se que a aprendizagem se tornou ativa, uma vez que o aluno deixou de ser um agente passivo e o docente um simples transmissor de informações. Houve um trabalho coletivo entre professor e estudantes, pois a cada carta havia um debate e um espírito de colaboração entre os participantes e o professor. Todo esse processo contribui para uma maior retenção do conteúdo e para uma aprendizagem de longo prazo (Brasil, 1999; Oliveira *et al.*, 2015; Silva Júnior *et al.*, 2021).

Segundo Alves (2015), para que a aprendizagem ocorra de maneira eficaz e duradoura, é necessário que ela desperte no aprendiz alguma emoção ou significado, pois quanto maior for o interesse por determinado assunto ou tema, maior será a absorção e a facilidade na aquisição desse conhecimento (Oliveira *et al.*, 2015; Silva Júnior *et al.*, 2021).

Através das perguntas 3 e 4 do questionário de pós-intervenção, esperávamos identificar indícios de aprendizagem, visto que o questionário foi aplicado duas semanas após a proposta ser executada pelos alunos. Verificou-se que não houve nenhuma dificuldade em responder os questionamentos relacionados à tabela periódica, pois todos os estudantes responderam corretamente.

Os exercícios neuróbicos demonstraram ser exercícios que desafiam o cérebro fazendo uso de habilidades como memória, foco, elaboração de estratégias, coordenação motora, raciocínio lógico, pensamento lateral, contribuindo para que o cérebro esteja ativo, em prontidão para resolver qualquer tipo de situação problema (escolar ou da vida cotidiana) e apto para absorver novas informações (Comin, 2020).

Vale ressaltar, ainda, que grande parte dos exercícios envolve a verbalização para a elaboração de suas respostas, o que também pode contribuir no processo de aprendizagem.

Segundo relatos experimentais na literatura, a verbalização ajuda a desenvolver a aprendizagem nas diferentes faixas etárias (Schunk, 1986; Rashidi; Naami, 2020). Existem vários mecanismos hipotéticos pelos quais a verbalização pode melhorar a aprendizagem. Ela pode auxiliar o aluno na codificação e na retenção de informações, assim como direcionar a prestar atenção para características importantes da tarefa. Dessa forma, a verbalização facilita a recuperação e uso subsequente do conteúdo estudado.

Como mencionado, a satisfação do professor na aplicação da proposta também foi avaliada, assim como sua opinião sobre a relevância de se utilizar a proposta em sala de aula. Para tal, um questionário foi elaborado e entregue posteriormente ao professor. As perguntas desse questionário são apresentadas a seguir:

- 1) Comente sobre sua experiência em participar como aplicador dos exercícios neuróbicos “Exercitando o cérebro com a Química”.
- 2) Foi satisfatória a utilização dos exercícios neuróbicos em sala de aula? Comente.
- 3) Na sua opinião, é viável a proposta desenvolvida, como ferramenta motivadora e auxiliadora no processo de ensino-aprendizagem?

O professor pôde observar, discutir e interagir com os alunos enquanto eles respondiam os exercícios. Inan e Inan (2015) relatam que o professor possui interação direta com o aluno.

Segundo relato do docente participante desta pesquisa, os discentes foram bem receptivos em relação à proposta e estavam entusiasmados em realizar a atividade. Os estudantes não apresentaram nenhuma dificuldade para entender como deveria ocorrer a atividade, como relatado por eles mesmos (questão 1 do questionário de pós-intervenção).

As respostas adquiridas no questionário direcionado ao professor apontam satisfação na aplicação da proposta desenvolvida. O docente comenta que a atividade gerou um ambiente descontraído, e ver a animação e o prazer dos alunos em realizar a atividade despertou satisfação.

O docente, quando prepara algo diferenciado em sua aula, espera que o que foi planejado seja bem aceito por seus alunos. Quando esse objetivo é alcançado, isso gera confiança em seu trabalho, motivando o professor a propor novas atividades. De fato, isso ocorre quando o educador está engajado em seu desenvolvimento e aprendizado profissional, levando-o a buscar propostas direcionadas a sua turma que contribuam para uma aprendizagem significativa (Smith; Strahan, 2004; Silva Júnior *et al.*, 2021). Por outro lado, um

professor desmotivado em sua carreira profissional sente-se sobrecarregado e por isso não aceita e tampouco aplica novos métodos de forma eficiente (Høigaard *et al.*, 2012).

Segundo o professor participante, os exercícios neuróbicos atuaram como uma excelente ferramenta motivadora no processo de ensino-aprendizagem. Ele aponta que, durante a realização da atividade, foram surgindo algumas dúvidas, em relação às quais ele auxiliou os alunos para que pudessem responder corretamente à questão da carta em mãos. Destaca que houve um grande envolvimento entre os membros

de uma mesma equipe, principalmente diante da dificuldade em responder algum exercício. Todo esse processo gerou troca de conhecimento e possibilitou o reforço da aprendizagem sobre o tema abordado. Enfatiza que, devido aos estudantes terem a perspectiva de estarem realizando uma atividade no formato de um “jogo”, isso motivou e desafiou os participantes a encontrarem as respostas corretas. O professor finaliza com o seguinte comentário “*O ‘Exercitando o cérebro com a Química’ contribui para a aprendizagem, desperta o interesse, além de trazer um conceito diferente por unir o lúdico com a neuróbica cerebral*”.

Essa satisfação do docente é observada também no trabalho de Kangas *et al.* (2017), cujo objetivo do estudo era explorar as conexões entre a satisfação do aluno e professor em um ambiente lúdico de aprendizagem. Os professores envolvidos trabalharam com uma proposta lúdica mediada por tecnologias digitais com alunos de diferentes idades. Eles conseguiram observar a pesquisa como um processo de ensino-aprendizagem promissor. Assim, o lúdico é capaz de proporcionar a aprendizagem de conceitos de forma mais prazerosa e atrativa, além de despertar habilidades (colaboração, investigação, resolução de problema, etc.) que, em aulas corriqueiras, muitas vezes não são desenvolvidas. Permite maior socialização, em razão de serem realizados em conjunto, melhora a afetividade e traz a sensação de alegria (Silva Júnior *et al.*, 2021).

Conclusão

Com materiais acessíveis, foi elaborado o “Exercitando o cérebro com a Química”, como uma nova proposta que envolveu conceitos lúdicos e conceitos da neurociência, destinado a alunos do ensino médio.

Foi importante considerar que o professor possui um papel muito significativo no processo de aprendizagem do aluno. O engajamento, dedicação e a escolha de recursos didáticos foram fundamentais para o sucesso no compartilhamento do conteúdo em sala de aula.

Os exercícios aplicados apresentaram uma excelente aceitação, tanto pelos estudantes quanto pelo professor. Por

Segundo relatos experimentais na literatura, a verbalização ajuda a desenvolver a aprendizagem nas diferentes faixas etárias (Schunk, 1986; Rashidi; Naami, 2020). Existem vários mecanismos hipotéticos pelos quais a verbalização pode melhorar a aprendizagem. Ela pode auxiliar o aluno na codificação e na retenção de informações, assim como direcionar a prestar atenção para características importantes da tarefa.

meio dos questionários foi possível perceber que esta proposta proporcionou um ambiente descontraído e colaborativo, despertando o interesse e satisfação dos envolvidos. Esses fatos corroboram uma experiência agradável e prazerosa que fortalece a construção do aprendizado do tema tabela periódica.

Houve uma grande colaboração entre os participantes, indicando que os exercícios neuróbicos contribuem também para o desenvolvimento de habilidades diversas. Mediante a dificuldade na resolução de certas cartas, foram detectadas possíveis falhas na aprendizagem de alguns tópicos. Atuando como sinalizador, a atividade fez com que o professor retomasse o conteúdo que não fora completamente compreendido pelos alunos, levando a um segundo momento. Isso também favorece a aprendizagem, considerando que novos meios e formas de explicação podem ser utilizadas a cada nova explicação do mesmo conteúdo.

Porém, a limitação da pesquisa, está relacionada ao fato de não ter sido possível avaliar o antes e depois, em termos de conhecimentos sobre tabela periódica.

Mediante o exposto e de acordo com os pressupostos da

neurociência, a proposta atingiu os objetivos pretendidos. Através de um ambiente descontraído e colaborativo, o qual gerou satisfação na realização da atividade, e como houve mais engajamento, isso resultou em sinais de aprendizagem, além disso, estimulou o cérebro por se tratar de exercícios neuróbicos, melhorando a memória e a concentração dos estudantes.

Sharise B. R. Berton (sharise_beatriz@hotmail.com) é doutora em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente é professora do departamento de Química da UEM e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). **Bruno R. Machado** (brunomachado@alunos.utfpr.edu.br) é doutorando em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Jomar Berton Junior** (jomar.junior@ifpr.edu.br) é mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atualmente é professor do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Telêmaco Borba-PR, Brasil. **Alessandro Francisco Martins** (affmmartins@gmail.com) é doutor em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente é professor do departamento de Química da UEM, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e do departamento de Química da Universidade Estadual de Pittsburg (Pittsburg, Kansas, EUA). **Milena do Prado Ferreira** (milena41@hotmail.com) é doutora em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Atualmente é professora do departamento de Química da UEL, Londrina-PR, Brasil.

Referências

ALVES, F. *Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática*. São Paulo: DVS Editora, 2014.

ASHTARI, D. e DE LANGE, M. Playful civic skills: A transdisciplinary approach to analyse participatory civic games. *Cities*, v. 89, p. 70-79, 2019.

BALGAONKAR, A. V. Effect of neurobics on cognition of student. *European Psychiatry*, v. 28, n. 1, 2013.

BERTON, S. B. R.; FERREIRA, M. P.; CANESIN, A.; SUZUKI, R. M.; MARTINS, A. F.; BONAFÉ, E. G. e MATSUSHITA, M. Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis. *Química Nova*, v. 43, n. 5, p. 649-655, 2020.

BLINKOFF, E.; NESBITT, K. T.; GOLINKOFF, R. M. e HIRSH-PASEK, K. Investigating the contributions of active, playful learning to student interest and educational outcomes. *Acta Psychologica*, v. 238, p. 1-7, 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/ SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>, acesso em mar. de 2023.

BOUTON, E.; TAL, S. B. e ASTERHAN, C. S. C. Students, social network technology and learning in higher education: Visions of collaborative knowledge construction vs. the reality of knowledge sharing. *The Internet and Higher Education*, v. 49, 2021.

COMIN, S. e SILVA, D. Neuróbica para desenvolvimento de alunos com deficiência intelectual. *Faculdade Sant'Ana em Revista*, v. 4, p. 109-122, 2020.

CHENG, V. M. Y. Infusing creativity into Eastern classrooms: Evaluations from student perspectives. *Thinking Skills and Creativity*, v. 6, n. 1, p. 67-87, 2011.

CHING, F. N. Y.; SO, W. W.; LO, S. K., WONG, S. W. Preservice teachers' neuroscience literacy and perceptions of neuroscience in education: Implications for teacher education. *Trends in Neuroscience and Education*, v. 21, p. 100144, 2020.

COOPER, J. J. e WALKER, A. E. Neuroscience education: making it relevant to psychiatric training. *Psychiatric Clinics of North America*, v. 29, 2021.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DAVIS, D. R. e BOONE, W. Using Rasch analysis to evaluate the psychometric functioning of the other-directed, lighthearted, intellectual, and whimsical (OLIW) adult playfulness scale. *International Journal of Education Research Open*, v. 2, n. 100054, p. 1-12, 2021.

FERREIRA, M. P.; SUZUKI, R. M.; BONAFE, E. G.; MATSUSHITA, M. e BERTON, S. B. R. Ferramentas tecnológicas disponíveis gratuitamente para uso no ensino de química: uma revisão bibliográfica. *Revista Virtual de Química*, v. 11, n. 3, p. 1011-1023, 2019.

FRANCO-MARISCAL, A. J.; OLIVA-MARTÍNEZ, J. M. e BERNAL-MÁRQUEZ, S. A literature review on the role of educational games in the study of the chemical elements. part i: Games for knowledge of the periodic table. *Educación Química*, v. 23, n. 3, p. 338-345, 2012.

FRANCO-MARISCAL, A. J.; OLIVA-MARTÍNEZ, J. M.; BLANCO-LÓPEZ, Á. e ESPAÑA-RAMOS, E. A game-based approach to learning the idea of chemical elements and their periodic classification. *Journal of Chemical Education*, v. 93, n. 7, p. 1173-1190, 2016.

GOLDSTEIN, B. L.; ICK, M.; RATANG, W.; HUTAJULU, H. e BLESIA, J. U. Using the action research process to design entrepreneurship education at Cenderawasih University. *Procedia*

- *Social and Behavioral Sciences*, v. 228, p. 462-469, 2016.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÜLTEN KOŞAR, e HASAN BEDİR. Improving knowledge retention via establishing brain-based learning environment. *European Journal of Education Studies*, v. 4, n. 9, p. 208-218, 2018.

HAN, H.; SOYLU, F. e ANCHAN, D. M. Connecting levels of analysis in educational neuroscience: a review of multi-level structure of educational neuroscience with concrete examples. *Trends in Neuroscience and Education*, v. 17, p. 100113, 2019.

HØIGAARD, R.; GISKE, R. e SUNDSLİ, K. Newly qualified teachers' work engagement and teacher efficacy influences on job satisfaction, burnout, and the intention to quit. *European Journal of Teacher Education*, v. 35, n. 3, p. 347-357, 2012.

İNAN, H. Z. e İNAN, T. 3 H s Education: Examining hands-on, heads-on and hearts-on early childhood science education. *International Journal of Science Education*, v. 37, n. 12, p. 1974-1991, 2015.

JOAG, S. D. An effective method of introducing the periodic table as a crossword puzzle at the high school level. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 6, p. 864-867, 2014.

JØRGENSEN, H. H. e SKOVBJERG, H. M. Play qualities: playful actions in learning processes in teacher education and social education. *Social Sciences & Humanities Open*, v. 9, 100795, 2024.

KALLERY, M.; PSILLOS, D. e TSELFES, V. Typical didactical activities in the Greek early-years science classroom: do they promote science learning? *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 9, p. 1187-1204, 2009.

KANGAS, M. Creative and playful learning: learning through game co-creation and games in a playful learning environment. *Thinking Skills and Creativity*, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2010.

KANGAS, M.; SIKLANDER, P.; RANDOLPH, J. e RUOKAMO, H. Teachers' engagement and students' satisfaction with a playful learning environment. *Teaching and Teacher Education*, v. 63, p. 274-284, 2017.

KATZ, L. C. e RUBIN, M. *Mantenha o seu cérebro vivo: exercícios neuróbicos para ajudar a prevenir a perda de memória e aumentar a capacidade mental*. Tradução de Alfredo Barcellos Pinheiro Lemos. Rio de Janeiro: Sextante, 2000.

KORKMAZ, T. S. e TAY, B. The effect of cooperative learning method and systematic teaching on students' achievement and retention of knowledge in social studies lesson. *Eurasian Journal of Educational Research*, v. 66, p. 315-334, 2016.

LI, J.; THENG, Y. L. e FOO, S. Exergames for older adults with subthreshold depression: does higher playfulness lead to better improvement in depression? *Games for Health Journal*, v. 5, n. 3, p. 175-182, 2016.

MARTÍ-CENTELLES, V. e RUBIO-MAGNIETO, J. ChemMend: a card game to introduce and explore the periodic table while engaging students' interest. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 6, p. 868-871, 2014.

MESSEDER NETO, H. S. e MORADILLO, E. F. O lúdico no ensino de química: considerações a partir da psicologia histórico-cultural. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

NATIONAL ADVISORY BOARD ON RESEARCH ETHICS. Humanistisen, yhteiskuntatieteellisen ja käyttäytymistieteellisen tutkimuksen eettiset periaatteet ja ehdotus eettisen ennakoarvioinnin järjestämiseksi. Disponível em: <http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/eettisetperiaatteet.pdf>, acesso em jun. de 2022.

tenk.fi/sites/tenk.fi/files/eettisetperiaatteet.pdf, acesso em jun. de 2022.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. e VAZ, W. F. Banco Químico: um jogo de tabuleiro, cartas, dados, compras e vendas para o ensino do conceito de soluções. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 4, p. 285-293, 2015.

POSNER, M. I. e RAICHLE, M. E. *Imagens da mente*. Porto: Porto Editora, 2001.

PROYER, R. T.; BRAUER, K.; WOLF, A. e CHICK, G. Adult playfulness and relationship satisfaction: an APIM analysis of romantic couples. *Journal of Research in Personality*, v. 79, p. 40-48, 2019.

RASHIDI, N. e NAAMI, A. Systemic theoretical instruction: the impact of three types of verbalization in L2 learners' knowledge of passive voice. *Issues in Language Teaching*, v. 9, n. 2, p. 1-26, 2020.

RELVAS, M. P. *Neurociências e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2015.

ROMANO, C. G.; CARVALHO, A. L.; MATTANO, I. D.; CHAVES, M. R. M. e ANTONIASSI, B. Perfil Químico: um jogo para o ensino da tabela periódica. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 3, p. 1235-1244, 2017.

SCHARP, Y. S.; BREEVAART, K.; BAKKER, A. B. e VAN DER LINDEN, D. Daily playful work design: a trait activation perspective. *Journal of Research in Personality*, v. 82, p. 103850, 2019.

SCHUNK, D. H. Verbalization and children's self-regulated learning. *Contemporary Educational Psychology*, v. 11, n. 4, p. 347-369, 1986.

SCHWARTZ, M. S.; HINESLEY, V.; CHANG, Z. e DUBINSKY, J. M. Neuroscience knowledge enriches pedagogical choices. *Teaching and Teacher Education*, v. 83, p. 87-98, 2019.

SEVCIK, R. S.; MCGINTY, R. L.; SCHULTZ, L. D. e ALEXANDER, S. V. Periodic table target: a game that introduces the biological significance of chemical element periodicity. *Journal of Chemical Education*, v. 85, n. 4, p. 516-517, 2008.

SILVA, C. *Ginástica Cerebral*. São Paulo: Matrix, 2017.

SILVA, E. K. S.; LIMA, J. P. F. e FERREIRA, M. L. "Descobrimos os elementos químicos": jogo lúdico proporcionando uma aprendizagem significativa sobre a tabela periódica. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, v. 1, p. 228-237, 2016.

SILVA JUNIOR, J. N.; LIMA, M. A. S.; PIMENTA, A. T. A.; NUNES, F. M.; MONTEIRO, A. C.; SOUSA, U. S.; LEITE JUNIOR, A. J. M.; ZAMPIERI, D.; ALEXANDRE, F. S. O.; PACIONI, N. L. e WINUM, J. Y. Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. *Education for Chemical Engineers*, v. 34, p. 106-114, 2021.

SMITH, T. W. e STRAHAN, D. Toward a prototype of expertise in teaching. *Journal of Teacher Education*, v. 55, n. 4, p. 357-371, 2004.

SOUZA, E. C.; SOUZA, S. H. S.; BARBOSA, I. C. C. e SILVA, A. S. O lúdico como estratégia didática para o ensino de química no 1º ano do Ensino Médio. *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 3, p. 449-458, 2018.

STOJANOVSKA, M. Celebrating the International Year of Periodic Table with chemistry educational games and puzzles. *Chemistry Teacher International*, v. 3, n. 1, p. 20190012, 2021.

WALSH, K.; ESTRANGE, L. L.; SMITH, R.; BUR, T. e WILLIAMS, K. E. Translating neuroscience to early childhood education: a scoping review of neuroscience-based professional learning for early childhood educators. *Educational Research*

Review, v. 45, 100644, 2024.

YANG, I. M. H. e FISCHER, K. W. Neuroscience bases of learning. In: *International Encyclopedia of Education*. 3ª ed. Oxford, England: Elsevier, 2009.

Abstract: *Development and application of a new pedagogical proposal that combines playful and neurobic concepts for Chemistry teaching.* The innovation of neurobics concepts with playfulness can be one of the ways to accelerate improvements in education. The research is important because it deals with the application of playful and neurobic concepts that will assist the teaching-learning process at various levels. In this work, we reconcile the benefits of neurobics with playful activity, with the objective of reporting experience, describing and analyzing an activity aimed at teaching Chemistry that contributed to the learning process through brain stimulation, highlighting its stages and the results observed in the classroom. Proposing an activity aimed at teaching Chemistry that contributes to the learning process through brain stimulation. The proposed theme was "Periodic Table" through neurobic exercises. The results were analyzed through observation and application of questionnaires. The exercises applied aroused the interest of the students and according to the precepts of neuroscience, the proposal caused more engagement, which resulted in signs of learning, contributing to the learning of the content, in addition to exercising the brain. Thus, this new pedagogical proposal that unites the neurobic and playful concepts can be a new auxiliary teaching tool.

Keywords: student satisfaction, neurosciences, periodic table