



NEUROCIÊNCIA E METODOLOGIAS ATIVAS: explorando a ciência da aprendizagem e do ensino

Márcia Gorett Ribeiro Grossi¹

Letícia Ribeiro Lyra²

Mônica Ferreira da Silva³

RESUMO

O objetivo deste artigo foi investigar o diálogo entre a neurociência e as metodologias ativas. Para tal, foi feita uma pesquisa de abordagem qualitativa e do tipo descritiva. Quanto ao procedimento técnico foi feita uma pesquisa bibliográfica no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), para identificar como o tema educação, neurociência e metodologias ativas tem sido abordado nos artigos científicos. A busca resultou em 35 artigos. Após a leitura desses, foram criadas 14 categorias referentes aos assuntos tratados. Todos os artigos selecionados sinalizam que entender as contribuições da neurociência para o planejamento didático baseado nas metodologias ativas, em que o aluno seja o centro, é imprescindível. Também, neste presente artigo, apresentam-se exemplos de práticas pedagógicas que usam as metodologias ativas indicando suas interfaces com a neurociência. Esses exemplos desvendam as complexas interações que ocorrem no cérebro do aluno quando a aprendizagem se torna ativa.

Palavras-chave: Neurociência. Educação. Metodologias ativas.

NEUROSCIENCE AND ACTIVE METHODOLOGIES: exploring the science of learning and teaching

ABSTRACT

The objective of this article was to investigate the dialogue between neuroscience and active methodologies. To this end, a qualitative and descriptive research was

¹ Doutorado em Ciência da Informação. Professora Titular do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Líder do grupo de pesquisa AVACEFETMG. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-3550-6680>. E-mail: marciagrossi@terra.com.br

² Pós - Doutorado em Educação Tecnológica. Professora Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul/Campus Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. Membro do grupo de pesquisa AVACEFETMG. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-0752-2878>. E-mail: lerlyra@gmail.com

³ Mestrado em Meio ambiente e Turismo. Doutoranda em Estudos de Linguagens pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Membro do grupo de pesquisa AVACEFETMG. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-4682-0974>. E-mail: monicaferreira.nova@gmail.com

carried out. As for the technical procedure, it was opted for bibliographical research carried out on the journals portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), to identify how the topic of education, neuroscience and active methodologies has been approached. The search resulted in 35 articles. After reading these, it was possible to create 14 categories referring to the subjects covered in these articles. All selected articles indicate that understanding the contributions of neuroscience to didactic planning based on active methodologies, in which the student is the center, is essential. This article presents examples of pedagogical practices that use active methodologies, indicating their interfaces with neuroscience. These examples unravel the complex interactions that occur in the student's brain when learning becomes active.

Keywords: Neuroscience. Education. Active methodologies.

NEUROCIENCIA Y METODOLOGÍAS ACTIVAS: explorando la ciencia del aprendizaje y la enseñanza

RESUMEN

El objetivo de este artículo fue investigar el diálogo entre la neurociencia y las metodologías activas. Para ello se realizó una investigación cualitativa y descriptiva. El procedimiento técnico fue una investigación bibliográfica realizada en el portal de revistas de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (CAPES), para identificar cómo se ha abordado el tema de educación, neurociencias y metodologías activas. La búsqueda resultó en 35 artículos. A partir de la lectura de estos artículos fue posible crear 14 categorías relacionadas con los temas tratados. Todos los artículos seleccionados indican que comprender los aportes de la neurociencia a la planificación didáctica basada en metodologías activas, cuando el estudiante es el centro, es fundamental. Este artículo presenta ejemplos de prácticas pedagógicas que utilizan metodologías activas, indicando sus interfaces con la neurociencia. Estos ejemplos revelan las complejas interacciones que ocurren en el cerebro de un estudiante cuando se vuelve activo.

Palabras clave: Neurociencia. Educación. Metodologías activas.

INTRODUÇÃO

A neurociência é uma ciência que estuda o funcionamento do Sistema Nervoso (SN), “sua estrutura, seu desenvolvimento e suas alterações, agregando suas diversas funções” (Souza; Gomes, 2015, p. 108). Isso permite uma compreensão do comportamento humano, bem como dos processos de sua mudança como, por exemplo, da aprendizagem. Essa compreensão tem tido mais precisão devido à evolução da tecnologia como os aparelhos de “neuroimagem que tornaram possível medir a atividade cerebral de uma pessoa em movimento” (Amaral; Guerra, 2022, p. 15). Para as autoras, isso “possibilitou aos cientistas examinarem o cérebro humano em tempo real e

obterem informações sobre o funcionamento cerebral dos estudantes à medida que o comportamento acontece” (Amaral; Guerra, 2022, p. 15).

Por consequência, a neurociência trouxe luz para os caminhos da aprendizagem, ao esclarecer como as funções cognitivas, tais como, emoção, memória, atenção, linguagem entre outras, funcionam e quais seus papéis no processo de aprendizagem. Este processo de aprendizagem pode ser potencializado pelos conhecimentos da neurociência, aliados aos da Pedagogia, conforme Grossi, Lopes e Couto (2014, p. 28) assinalam: “é necessário o diálogo entre a neurociência e a pedagogia, pois esta última é a responsável pelos métodos pedagógicos de ensino”.

Porém, essa ciência não se dedica à educação, embora tenha uma forte interface com ela. O que a neurociência faz é oferecer para o professor orientações de como escolher melhores práticas pedagógicas (que é função do professor), “pois a neurociência já dispõe de um conjunto sólido de evidências científicas que podem contribuir para o campo da educação” (Amaral; Guerra, 2022, p. 15), como, por exemplo, a influência da plasticidade cerebral e das funções mentais no processo de aprendizagem (Amaral; Guerra, 2022).

Dentre essas orientações destaca-se: 1º) a emoção positiva tem que estar presente na sala de aula, pois ela provoca um controle atencional e a curiosidade do aluno; 2º) é importante criar vínculos entre professor e alunos, para aumentar a confiança em quem está ensinando e diminuir a ansiedade nos alunos; 3º) o cérebro precisa de desafios, mas também necessita de rotina para se organizar; 4º) os alunos possuem diferentes estilos de aprendizagem; 5º) a aprendizagem precisa ser ativa, é imperativo envolver o aluno diretamente no conteúdo ensinado e que ele esteja no centro do processo de aprendizagem.

Essa 5ª orientação (foco de interesse deste estudo) se refere ao uso das metodologias ativas. A esse respeito Amaral e Guerra (2022, p. 155) explicam que as metodologias ativas “propiciam ao estudante aprender por meio de uma construção ativa do próprio conhecimento, por isso se concentram mais no desenvolvimento das habilidades cognitivas e

socioemocionais dos estudantes do que na transmissão passiva de informações". Para as autoras, este tipo de metodologia requer elaboração e tempo para consolidação na memória, o que faz parte das condições para o aprendizado.

Costa, Nóbile e Crespi (2021, p. 12) corroboram com esse entendimento ao afirmarem que "a neurociência se alia à educação em busca de uma resposta, buscando contribuir, discutindo a ciência da aprendizagem que apresenta propostas para a aprendizagem ativa, repensando-se o que é ensinado, como se ensina e como se avalia a aprendizagem". Nas palavras de Brasil (2021, p. 1.023) "a aprendizagem ativa é essencial para conectar os labirintos da memória e desenvolver as inteligências".

A partir desse cenário, surgiu a questão que originou este artigo: do ponto de vista da neurociência, o que acontece no cérebro dos alunos quando esses têm uma experiência educacional baseada nas metodologias ativas? Para responder esta questão foi realizada uma pesquisa cujo objetivo foi investigar o diálogo entre a neurociência e as metodologias ativas.

4

REFERENCIAL TEÓRICO

Metodologias ativas

As metodologias ativas ganharam destaque com abordagens educacionais que se alinham aos princípios da neurociência, promovendo a aprendizagem significativa e aprimorando as práticas pedagógicas. São fundamentadas na ideia de que os alunos são protagonistas ativos na construção do próprio conhecimento (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Essas metodologias envolvem estratégias pedagógicas que "colocam os alunos no centro do processo de aprendizagem, valorizando seus diferentes estilos de aprendizagem" (Grossi; Chamon, 2020, p. 96). Conseqüentemente, é possível "ampliar o engajamento do aluno a partir do momento que ele passa a ser protagonista do processo" (Savaresse Neto, 2023, *online*).

As metodologias ativas possibilitam os alunos a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem, protagonizando atividades que estimulam a reflexão, a colaboração e a aplicação do conhecimento adquirido na prática, ou seja, “o aluno, ao participar de uma aula que adota uma metodologia ativa, se desloca de sua postura tradicional, outrora passiva” (Grossi; Lopes; Baia, 2023, p. 82).

A importância da participação ativa dos alunos na aprendizagem é enfatizada por Amaral e Guerra (2022), que expõem a necessidade de envolver os alunos diretamente no conteúdo ensinado para que a aprendizagem seja mais efetiva. Desta maneira, as metodologias ativas oferecem um leque de estratégias que são mais que simples transmissão de informações.

Para as autoras, as metodologias ativas proporcionam aos alunos a oportunidade de construir ativamente o próprio conhecimento, desenvolvendo habilidades cognitivas e socioemocionais de maneira integrada, além de facilitar a interação entre os alunos, bem como a aprendizagem colaborativa, pois, geralmente, as atividades que usam as metodologias ativas são realizadas em grupo.

Bacich (2018) explica que as metodologias ativas abrangem uma variedade de abordagens, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a Sala de Aula Invertida, entre outras. Essas abordagens têm ênfase na participação ativa dos alunos e na contextualização dos conteúdos, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e engajador.

Embora as metodologias ativas alcancem vantagens relevantes, sua implementação pode ser desafiadora. A transição do modelo tradicional exige a adaptação de professores e alunos a uma nova dinâmica de aprendizagem, além de demandar infraestrutura e recursos adequados (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015). E, a formação docente também é essencial para que os educadores compreendam as nuances dessas metodologias e possam aplicá-las de maneira eficaz (Bacich, 2018). A colaboração entre professores, instituições e pesquisadores é imprescindível para superar esses desafios.

A conexão entre a neurociência e as metodologias ativas é destacada por Grossi, Lopes e Couto (2014), ao apontarem que essas abordagens têm o potencial de criar ambientes de aprendizagem capazes de respeitar os princípios do funcionamento cerebral. Ao proporcionar desafios e estímulo emocional positivo, as metodologias ativas podem ativar circuitos neurais associados a várias funções mentais como, por exemplo, motivação, atenção e memória, as quais são essenciais para a consolidação do aprendizado (Amaral; Guerra, 2022). E, conforme colocado por Brasil (2021, p. 1.030), as metodologias ativas “estão alinhadas com a neurociência que foca a aprendizagem numa perspectiva de construção ativa do cérebro”.

A neurociência aplicada à educação

A neurociência, como campo de estudo que investiga a estrutura, funcionamento e desenvolvimento do sistema nervoso, tem desempenhado um papel central na compreensão dos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem. Rotta (2016, p. 469) aponta que a aprendizagem se dá quando acontecem modificações no sistema nervoso central, “mais ou menos permanentes, quando o indivíduo é submetido a estímulos e/ou experiências de vida, que serão traduzidas em modificações cerebrais”.

Para Cosenza e Guerra (2011, p. 38) a aprendizagem é caracterizada “pela formação e consolidação das ligações entre as células nervosas”, e “ocorre a partir da reorganização de sinapses, de circuitos e de redes de neurônios, interconectados e distribuídos por todo o cérebro” (Lent, 2019 *apud* Amaral; Guerra, 2022, p. 38). Logo, do ponto de vista da biologia, a “aprendizagem traduz - se como o processo pelo qual se possibilita a formação e a consolidação das ligações entre as células, ou seja, é resultado de uma experiência sensitiva que provocou alterações químicas e estruturais no sistema nervoso” (Bortoli; Teruya, 2017, p. 74).

Dessa forma, a relação entre neurociência e educação tem tido destaque, à medida que os professores buscam embasar suas práticas pedagógicas que podem otimizar o processo de ensino e aprendizagem

(Amaral; Guerra, 2022). A partir desse entendimento, a aplicação dos princípios da neurociência na educação pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e personalizadas de ensino.

Compreende-se, então, que os processos neurocognitivos têm demonstrado que a emoção ocupa um papel crucial na aprendizagem. A ativação de circuitos neurais relacionados às emoções positivas pode melhorar a atenção, a motivação e a consolidação da informação (Amaral; Guerra, 2022).

Além das emoções, as funções executivas como, por exemplo, atenção, percepção, memória de trabalho, controle inibitório, flexibilidade cognitiva, planejamento e metacognição estão ligados aos processos de aprendizagem, uma vez que essas funções “são processos mentais complexos pelos quais o indivíduo otimiza o seu desempenho cognitivo” (Fonseca, 2014, p. 247). Ademais, a criação de um ambiente emocionalmente seguro e estimulante pode favorecer a redução da ansiedade dos alunos, promovendo um contexto propício para a aprendizagem (Amaral; Guerra, 2022).

Entre outras capacidades, a individualidade dos alunos também é um aspecto considerado pela neurociência aplicada à educação. Consoante a essa ideia, Souza e Gomes (2005, p. 110) indicam que, “para que haja qualidade na educação deve-se atentar para os estilos de aprendizagem de cada aluno, ou seja, cada aluno possui caminhos que facilitam sua aprendizagem”.

Logo, a compreensão de que os alunos possuem diferentes estilos de aprendizagem, ritmos de processamento e necessidades cognitivas, aponta para a relevância da personalização do ensino (Bacich, 2018, Markova, 2000). Estratégias que permitem a adaptação dos conteúdos e abordagens às características individuais dos alunos podem otimizar a assimilação e a retenção do conhecimento.

Vale salientar que diversas estratégias pedagógicas surgiram a partir da aplicação dos princípios neurocientíficos na educação. A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr), por exemplo, promove a construção ativa do

conhecimento, envolvendo os alunos em tarefas desafiadoras e contextualizadas (Bacich, 2018). Essa abordagem ativa estimula a curiosidade, a criatividade e a colaboração, fatores que se alinham às evidências neurocientíficas sobre a aprendizagem.

Nessa configuração, a utilização da tecnologia também tem sido explorada para otimizar o ensino com base na neurociência. Ambientes de aprendizagem *online*, por exemplo, podem ser projetados para oferecer *feedback* imediato e adaptativo, colaborando na consolidação da memória e na motivação dos estudantes (Bacich, 2018).

Entretanto, o *feedback* é uma ferramenta importante para que o aluno entenda como está acontecendo a sua aprendizagem, ou seja, se ele está no caminho certo ou não. No caso negativo, o professor deve mostrar para o aluno o que está errado, pois o erro faz parte do processo de aprendizagem. Nas palavras de Ximendes (2010):

O cérebro reconhece os erros e responde adaptativamente para eles. A região do cérebro denominada cíngulo parece ser responsável pela detecção dos erros e a controlar a capacidade de aprender com base no reforço negativo (Ximendes, 2010, p. 48).

8

Considerando, portanto, que “as informações oriundas das neurociências são de suma importância para o entendimento do processo de aprendizagem” (Rotta; Ohlweiller; Riesgo, 2016, p. 9), Grossi (2022) estabeleceu 13 critérios baseados na neurociência que devem ser seguidos pelos professores em suas práticas pedagógicas:

- 1º) Escolher estratégias pedagógicas que consideram os diferentes estilos individuais de aprendizagem dos alunos.
- 2º) Desenvolver materiais didáticos variados.
- 3º) Usar sistemas de revisões para minimizar a curva do esquecimento.
- 4º) Escolher atividades que promovam a interação entre alunos/professores e alunos/alunos.
- 5º) Criar situações para provocar a curiosidade no aluno, estimulando a sua construção do conhecimento.

- 6º) Causar emoção e, assim proporcionar a atenção e motivação (manter o engajamento).
- 7º) Provocar o *flow* nos alunos, que é um estado mental no qual uma pessoa usa todos os seus recursos sensoriais e cognitivos durante a realização de uma atividade.
- 8º) Usar atividades que desenvolvam a habilidade empatia.
- 9º) Dar *feedbacks* das atividades propostas.
- 10º) Considerar a maturação cognitiva dos alunos.
- 11º) Colocar a afetividade em 1º lugar na sala de aula.
- 12º) Evitar situações que geram ansiedade nos alunos.
- 13º) Obedecer ao ciclo circadiano dos alunos.

Entende-se que, em concordância com o exposto, a intersecção entre a neurociência e a educação apresenta um vasto campo de possibilidades para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais eficazes e abertas aos processos envolvidos na aprendizagem, tais como as propostas pelas metodologias ativas.

A aplicação dos princípios neurocientíficos pode promover incentivos para a criação de ambientes educacionais mais estimulantes, que consideram a individualidade dos alunos e promovem uma aprendizagem ativa, significativa e duradoura (Grossi; Lopes; Couto, 2014, Amaral; Guerra, 2022).

METODOLOGIA

Nesta pesquisa, realizada no 2º semestre de 2023, optou-se por uma abordagem qualitativa. De acordo com o objetivo traçado, o tipo de pesquisa escolhido foi a pesquisa descritiva. Quanto ao procedimento técnico, optou-se pela pesquisa bibliográfica realizada no portal de periódicos científicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A pesquisa foi realizada em três etapas, a saber:

1ª etapa: seleção dos artigos publicados sobre a temática no banco de periódicos da CAPES, a qual foi guiada pelos seguintes passos:

1º) Busca, sem recorte temporal, dos artigos publicados no portal da CAPES utilizando os seguintes descritores: *cérebro e aprendizagem ativa*; *cérebro e metodologia ativa*; *cognição e aprendizagem ativa*; *cognição e metodologia ativa*; *neurociência e aprendizagem ativa* e *neurociência e metodologia ativa*.

2º) Exclusão dos artigos que apareceram repetidos na busca.

3º) Exclusão dos artigos que não estavam em língua portuguesa.

4º) Exclusão dos artigos que, embora tenham aparecido na busca, não se relacionavam com a temática da presente pesquisa.

2ª etapa: identificação dos assuntos tratados nos artigos selecionados na 1ª etapa desta presente pesquisa, ou seja, em que contexto da educação o tema neurociência e metodologias ativas foi abordado.

3ª etapa: apresentação de exemplos de práticas pedagógicas que usam as metodologias ativas indicando a suas interfaces com a neurociência.

APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISES

Resultados da 1ª e 2 etapas: a busca pelos artigos no portal da CAPES resultou em um total de 35 artigos. Os dados estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Distribuição dos artigos no portal da CAPES

Descritores	Ocorrência	Excluídos	Total	Selecionados para análise
Cérebro e aprendizagem ativa	12	7	5	5
Cérebro e metodologia ativa	9	9	0	0
Cognição e aprendizagem ativa	32	13	19	19
Cognição e metodologia ativa	22	19	3	3
Neurociência e aprendizagem ativa	16	8	8	8
Neurociência e metodologia ativa	12	12	0	0
Total	103	68	35	35

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os dados apresentados na Tabela 1 indicam que os processos de ensino e aprendizagem, sob a perspectiva da neurociência e das metodologias ativas, é um tema abordado nos artigos. Observa-se também que o descritor *cognição* é o que mais agrega artigos. Uma das suposições é que esse termo seja mais inclusivo e congregue outros similares, pois se observa nos artigos selecionados que esse descritor aparece também como funções cerebrais cognitivas e executivas.

Concorda-se com Fonseca (2014, p. 241) que a cognição “é o que se passa mais ou menos na cabeça dos alunos quando aprendem” sendo fundamental entendê-la. Entretanto, segundo o autor, ela não está isolada. Está em interconexão com as funções conativas (personalidade, emoção, motivação, dentre outras) e executivas (função de controle e regulação do cérebro), em todas as funções, o objeto de estudo da neurociência e necessárias para a aprendizagem ativa. Neste sentido, Ximendes (2010) enfatiza:

Ao desenvolver a cognição e a emoção, a educação cognitiva enfoca no desenvolvimento das competências de resolução de problemas, com treinos sistêmicos e estruturados das funções, habilidade, aptidões de captação, integração, planificação e comunicação de informação (Ximendes, 2010, p. 51).

O que aponta a importância das metodologias ativas como uma facilitadora das funções cognitivas, além de tornar a aprendizagem mais dinâmica e motivadora para os alunos.

Resultado da 2ª etapa: após uma leitura dos 35 artigos, foi possível identificar como a temática desta presente pesquisa foi tratada nestes artigos, ou seja, em que contexto da educação o tema neurociência e metodologias ativas foi abordado. Então, durante a leitura dos artigos, os assuntos foram agrupados por similaridades, por exemplo, o assunto *neurociência* contempla neurociência cognitiva, neuroeducação, saberes neurocientíficos, ciência cognitiva, neurodidática, sistema nervoso central.

Como resultado, foram criadas 14 categorias de assuntos (Tabela 2). Ressalta-se que a quantidade de ocorrências de assuntos tratados é maior do que a quantidade de artigos analisados, porque um artigo pode abordar mais de um assunto.

Tabela 2 - Principais assuntos tratados no Portal da CAPES

Categorias	Assuntos	Ocorrências
C1	Aprendizagem	10
C2	Cognição	9
C3	Corporeidade	3
C4	Deficiência intelectual	1
C5	Desenvolvimento emocional	3
C6	Educação	11
C7	Envelhecimento	4
C8	Estratégias pedagógicas	15
C9	Formação docente	2
C10	Formação profissional da área da saúde	4
C11	Infância	1
C12	Neurociência	10
C13	Tecnologias da Educação	3
C14	Teorias da aprendizagem	3

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, identifica-se que o assunto mais abordado está relacionado às Estratégias pedagógicas (C8) com 15 ocorrências. Contemplam variadas metodologias ativas, tais como *gallery walk*, *Team Based Learning* (TBL), fórum, gamificação, jogos digitais, atividades lúdicas, atividades investigativas, mapas conceituais, aprendizagem baseada em equipes, entre outras. Acerca dessa variedade de estratégias destacam-se os jogos digitais ou gamificação, que é uma das estratégias mais utilizadas.

Sobre esse assunto, Grossi, Lopes e Baia (2023) afirmam que a gamificação é uma das estratégias para o ensino presencial e em EaD. As autoras sinalizam que a gamificação pode ser, tanto uma metodologia ativa, quanto uma ferramenta para essa metodologia. E que sua utilização

promove a aprendizagem ativa por parte do aluno. Em relação à metodologia ativa na EaD, Zwicker *et al.* (2021) indicam que seu uso baseado nos aportes da neurociência possibilita a aprendizagem significativa pelos alunos.

Consoante a isso, Grossi, Lopes e Baia (2023) apresentam 10 dicas que um professor em EaD pode utilizar baseando-se na metodologia ativa para promover aprendizagem significativa: conhecer o ambiente virtual de aprendizagem adotado; que os alunos são mais ativos, que devem estar no centro da aprendizagem; que o professor deve recriar a relação de ensino e aprendizagem; deve promover a curiosidade; deve diversificar suas atividades; que essas atividades promovam a autonomia e colaboração entre os alunos; utilizar a gamificação e valorizar as experiências e vivências prévias dos alunos.

Os assuntos Deficiência intelectual (C4) e Infância (C13) tiveram somente uma ocorrência cada. Problematiza-se a parca investigação sobre esses temas, considerando que os estudos da neurociência e das metodologias ativas teriam grande contribuição a esses. Especificamente sobre a Deficiência intelectual (C4), Souza e Gomes (2015) indicam que a neurociência fornece:

As bases científicas cognitivas do aprendizado, e das facetas que compõem o cérebro e suas conexões, e como esses elementos favorecem não só a elaboração de estratégias que minimizem o impacto dos prejuízos decorrentes dos quadros de déficit intelectual, mas acima de tudo posicionem os docentes como agentes centrais no processo de mediação, ação esta que deve ser contemplada com base na compreensão as particularidades e potencialidades desses alunos (Souza; Gomes, 2015, p. 112).

Quanto ao uso das metodologias ativas no ensino de crianças com deficiência intelectual, a pesquisa de Silva (2022) indica que houve uma melhora significativa de aprendizagem dessas crianças, ao se tornarem engajadas e protagonistas do seu processo de aprender.

No que se refere à Infância (C13), sabe-se que a neurociência tem uma grande contribuição nos estudos desse período do desenvolvimento humano. Lent (2019) indica que as pesquisas em neurociência sinalizam que

é na infância que a neuroplasticidade, que é capacidade do cérebro de se modificar em função das experiências vividas, é mais eficiente. Por conseguinte, os conhecimentos sobre neuroplasticidade na infância em que os professores compreendam o papel ativo dos alunos, são necessários para que planejem suas atividades didáticas baseadas nas metodologias ativas.

Acerca das metodologias ativas na educação infantil, Albuquerque (2023) sinaliza que essa é uma ferramenta importante como recurso pedagógico, tornando as crianças protagonistas no seu processo de aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento da sua autonomia.

Salienta-se que houve somente dois artigos que tratam da formação de professores (C11). Esse dado corrobora com estudos de Grossi, Lopes, Couto (2014) e Grossi, Oliveira e Aguiar (2019), em que se identificou quase um silenciamento dos conhecimentos da neurociência na formação de professores. Neste sentido, faz-se primordial pensar em pesquisas que tratem da neurociência na formação de professores a fim de evitar neuromodas e neuromitos (Bartoszeck, 2003; Lent, 2019; Amaral; Guerra, 2022). Ressalta também, que as metodologias ativas poderiam estar mais presentes nas investigações científicas, uma vez que têm grande contribuição para prática docente, conforme apontado por Bacich (2018).

Ao final das análises dos 35 artigos, entende-se que as metodologias ativas associadas aos saberes neurocientíficos podem ser aliadas para um processo de ensino e aprendizagem mais eficiente. Nessa linha, Calabria e Nóbile (2023) propõem que:

Para uma aprendizagem efetiva e significativa, o cérebro precisa estar motivado e isso implica em tornar o educando um indivíduo ativo, principal personagem do processo de ensino e aprendizagem. Portanto, conclui-se que o uso dessas novas metodologias e o contato com os conhecimentos neurocientíficos, possibilitam aos educadores repensar a sua prática pedagógica, considerando as singularidades dos educandos (Calabria; Nóbile, 2023, p. 12).

Em suma, os artigos selecionados sinalizam que entender as contribuições da neurociência para o planejamento didático baseado nas metodologias ativas, em que o aluno seja o centro, é imprescindível.

Resultado da 3ª etapa

“A neurociência cognitiva nos fornece uma base teórica bem sólida sobre o potencial do cérebro humano a partir das aprendizagens ativas” (Brasil, 2021, p. 1.029). Esse entendimento foi observado durante todo o desenvolvimento deste estudo, o qual permitiu identificar como os princípios da neurociência estão relacionados com a aprendizagem, especificamente por meio das metodologias ativas.

Considerando que o assunto mais abordado nos artigos selecionados do Portal de Periódicos da CAPES foram as estratégias pedagógicas (C8), optou-se por elaborar o Quadro 1, correlacionando através de exemplos de práticas pedagógicas, como se desvenda as complexas interações que ocorrem no cérebro do aluno quando a aprendizagem se torna ativa. Nesse cenário, o aluno transcende seu papel passivo no processo de ensino e aprendizagem, apropriando-se do lugar central dessa dinâmica educacional.

Quadro 1 - Metodologias ativas sob a luz da neurociência

Práticas pedagógicas que utilizam as metodologias ativas		
Metodologias ativas	Descrições	Do ponto de vista da neurociência
Aprendizagem Baseada em Problemas	É uma estratégia didático-pedagógica que tem como objetivo levar o aluno a encontrar a solução para um problema “a ser discutido em um grupo tutorial que funciona como apoio para os estudos” (Bacich; Moran, 2018, p. 59). Geralmente o problema é hipotético.	A atividade envolvida deve gerar hipóteses e, a partir dessas, criar possíveis soluções para um problema. Isso é um dos princípios da neurociência: o cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses (Bartoszeck, 2003). Para que um aluno consiga resolver um problema, é preciso possuir várias habilidades que formam a base das funções executivas que “estão relacionadas a circuitos neurais de distintas regiões do córtex pré-frontal, porção mais anterior do lobo frontal” (Amaral; Guerra, 2022, p. 83). Essas funções são: atenção seletiva, controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e o planejamento, dentre outras. Essa metodologia também promove a criatividade dos alunos, que é “capacidade de utilizar analogias entre os itens mentais para gerar novos significados, no qual o córtex associativo e córtex pré-frontal estão envolvidos neste processo” (Ximendes, 2010, p. 14).
Aprendizagem Baseada em Projetos	É uma estratégia didático-pedagógica “construída através	Para a aprendizagem ocorrer no cérebro, depende da interação com outras pessoas e, essa metodologia, que geralmente é realizada em grupo, promove a interação entre

	<p>de atividades de aprendizagem e tarefas contextualizadas que trazem desafios sobre os quais os estudantes precisam refletir e propor alternativas para resolução" (Siqueira; Neto; Oliveira, 2020, p. 3). Geralmente os projetos estão relacionados às experiências dos alunos.</p>	<p>alunos/professores e alunos/alunos. Essa interação leva à sincronização neural, que é "uma capacidade que os cérebros humanos têm de literalmente se conectarem quando os indivíduos estabelecem interações sociais, como as que envolvem o trabalho colaborativo" (Costa, 2023, p. 8). Essa metodologia também provoca a curiosidade no aluno, estimulando a sua construção do conhecimento, por meio de tarefas desafiadoras e contextualizadas. Além disso, por serem projetos relacionados com a vivência dos alunos, isso vai permitir que a aprendizagem seja significativa para ele e, "difícilmente um aluno prestará atenção em informações que não tenham relação com o seu arquivo de experiências, com seu cotidiano ou que não sejam significativas para ele" (Guerra, 2011, p. 6). Também promovem a criatividade dos alunos, a qual "estabelece-se no cruzamento de fatores genéticos, comportamentais e de características biológicas (Ximendes, 2010, p. 13)".</p>
<p>Cultura Maker</p>	<p>É uma estratégia didático-pedagógica que tem como objetivo o aluno colocar a mão na massa, pois "possibilita a invenção e a solução de problemas; onde criar, modificar ou construir algum objeto é o foco" (Paula; Oliveira; Martins, 2019, p. 1), motivando os alunos a trabalharem coletivamente. Essa metodologia é baseada na cultura do <i>Faça Você Mesmo - Do It Yourself</i>.</p>	<p>As atividades que envolvem a cultura maker favorecem "o engajamento do estudante, desenvolve as funções executivas (como planejamento e flexibilidade cognitiva) e aproxima os conhecimentos científicos do mundo real, facilitando a aprendizagem de conceitos" (Amaral; Guerra, 2022, p. 166), bem como, estimula a criatividade do aluno. São várias as áreas cerebrais envolvidas no processo criativo, tais como, núcleo <i>accumbens</i>, hipocampo, o córtex temporal e estruturas frontais (Ximendes, 2010).</p>
<p>Design Thinking</p>	<p>É uma estratégia didático-pedagógica que desenvolve produtos que tem como objetivo atender às necessidades dos usuários e, é realizada em cinco etapas: Criar empatia; Definir o que precisa ser feito; Idear; Prototipar e,</p>	<p>O foco desta metodologia é a empatia e o trabalho em colaboração. Envolve levar para a resolução de problema as emoções, as quais provocam um controle atencional e "auxiliam a passagem da memória de curto para a memória de longo prazo (BORTOLI; TERUYA, 2017, p. 70). As emoções também proporcionam a motivação, pois ativam o núcleo <i>accumbens</i> e, assim, o engajamento. Por isso, "o envolvimento emocional é pressuposto para a aprendizagem" (Samá; Fonseca, 2019, p. 2) e, provoca a criatividade no aluno, sendo que "o ambiente e as habilidades cognitivas que estão envolvidas na criatividade" (Ximendes, 2010, p. 13).</p>

	<p>Testar. Essa metodologia tem a “capacidade de descobrir o que as pessoas desejam e satisfazer essas necessidades, ou seja, achar soluções para os problemas colocando as pessoas em prioridade” (Juliani; Cavaglieri; Machado, 2016, p. 71).</p>	
Gamificação	<p>É uma estratégia didático-pedagógica que usa os elementos de design de jogos em contextos fora dos games (Silva; Sales; Castro, 2019).</p>	<p>Os “jogos podem oferecer incentivos eficazes para proporcionar envolvimento dos indivíduos em comportamentos direcionados a objetivos, de maneira a melhorar o engajamento no processo de aprendizagem” (Fragelli; Silva, 2020, p. 334). Desta maneira, Howard-Jones <i>et al.</i>, 2016 <i>apud</i> Fragelli e Silva (2020, p. 335), lembram que a “recompensa pode auxiliar na melhora da memória de trabalho, preditora da aprendizagem, por ativar regiões pré-frontais e parietais”. A gamificação também provoca uma conexão entre o conteúdo (que está sendo trabalhado no jogo) e a emoção, o que contribui com a aprendizagem, uma vez que “as regiões cerebrais que processam as emoções têm conexões e influenciam outras regiões do sistema nervoso relacionadas a funções mentais, como memória, percepção, linguagem, raciocínio lógico-matemático e planejamento de estratégias de comportamento e de execução motora” (Amaral; Guerra, 2022, p. 73). Também provoca o estado de <i>flow</i> no aluno durante um jogo, fazendo que ele use todos seus recursos sensoriais e cognitivos (Grossi, 2022) e, promove a capacidade atencional do aluno (Bortoli; Teruya, 2017).</p>
Rotações por estações	<p>É uma estratégia didático-pedagógica onde o professor organiza “um circuito de atividades, uma diferente da outra para estudar o mesmo assunto, os alunos precisam passar por todas as estações que normalmente variam entre produção textual, pesquisa na internet, construção</p>	<p>Os cérebros das pessoas não são iguais. A forma como as informações externas são processadas por ele é diferente para cada pessoa. Por este motivo, existem diferentes estilos de aprendizagem. E, como esta metodologia permite que o aluno tenha acesso ao conteúdo de uma disciplina a partir de diferentes formatos de mídia, a diversidade cognitiva dos alunos será considerada na sala de aula. E, é natural para o cérebro esquecer, ele só guarda o que é relevante. Logo, deve-se rever o conteúdo para que o cérebro entenda que aquele conteúdo deve ser registado na memória de longo prazo. A rotação por estações permite a repetição de uma informação, de um conteúdo, o que “fortalece o traço de memória e o torna mais durável. Quantas vezes mais se repetir essa atividade, o quanto mais</p>

	de cartazes e apresentação do trabalho em grupo" (Brasil, 2021, p. 1.029).	ligações ou "ganchos" forem estabelecidos com informações disponíveis no cérebro, melhor será, pois, o registro vai se fixar de forma mais permanente" (Cosenza; Guerra, 2011, p. 62).
Sala de aula invertida (<i>flipped classroom</i>)	É uma estratégia didático-pedagógica na qual o professor "escolhe uma ferramenta para enviar o conteúdo (texto, vídeo, <i>podcast</i>) enquanto o estudante se apropria do mesmo levando as dúvidas para debater em sala de aula" (Brasil, 2021, p. 1.029).	"Em situações em que os alunos tomam contato com algum assunto antes de ele ser explorado pelo professor em aula (sala de aula invertida), é a possibilidade de os estudantes não compreenderem conceitos ou associarem informações equivocadamente, incorrendo em "erros" (Costa, 2023, p. 8). Sabe-se que o erro faz parte da aprendizagem. Para a neurociência "cometer erros e corrigi-los durante o processo de aprendizagem possibilita aos estudantes explorar caminhos diversos para a resolução de um problema, o qual, aliás, nem sempre tem ou precisa ter uma única solução" (Costa, 2023, p. 8). Sobre a questão do erro, Ximendes (2010, p. 97) aponta que "teorias de recompensa em que o sinal de previsão do erro é envolvido na aprendizagem. "Este sinal pode ser responsável pela atividade de neurónios dopaminérgicos que se projetam para o estriado ventral e dorsal, alterando o desempenho comportamental".

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Considerando que o aprender acontece em nível cerebral, pode-se identificar acerca disso no Quadro 1, o qual fornece *insights* sobre como o cérebro assimila conhecimentos por meio da aplicação de diversas metodologias ativas. Logo, a afirmação de Brasil (2021, p. 1.019), ganha ainda mais relevância, pois ela corrobora com este entendimento ao afirmar que "a neurociência cognitiva pode facilitar o desenvolvimento dos processos cognitivos considerando as metodologias ativas como estratégias em sala de aula".

Nos exemplos apresentados no Quadro 1, observam-se alguns fatores requeridos para o funcionamento do cérebro como, por exemplo, estímulos, motivação, atenção e emoção. Porém, outros achados da neurociência também precisam ser considerados para que a aprendizagem ocorra, tais como: evitar situações que geram ansiedade nos alunos, proporcionar um ambiente afetivo, respeitar o tempo de estudo, respeitar o ciclo circadiano do aluno e, levar em consideração a maturação cognitiva (Brasil, 2021; Grossi, 2022). Soma-se a isso o fato de que "a aprendizagem ativa requer

elaboração e tempo para consolidação na memória” (Amaral; Guerra, 2022, p. 93). Para as autoras:

Estudar às vésperas da prova, acumulando informações sem muita elaboração, resulta em rápido esquecimento. Para uma informação ser registrada de forma mais definitiva no cérebro, ela precisa passar pelos processos de repetição, elaboração, recordação e consolidação. Isso requer tempo e a utilização de metodologias ativas (Amaral; Guerra, 2022, p. 93).

A partir das informações do Quadro 1, também pode se observar que o uso das metodologias ativas favorece a diversidade dos estilos de aprendizagem presentes na sala de aula, onde “cada aluno tem sua própria maneira de se expressar, de ser, pensar e agir” (Savaresse Neto, 2023, *online*). Sobre isso Cosenza e Guerra (2011, p. 27) explicam porque “não existem dois cérebros iguais” mesmo que todos tenham “vias motoras e sensoriais que seguem o mesmo padrão”.

Além disso, as metodologias ativas como, por exemplo, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, *Cultura Maker*, *Design Thinking* promovem a criatividade dos alunos. Esse fator é essencial para o processo de aprendizagem, somado a imitação, que também é uma forma de aprender devido aos neurônios espelhos. Ximendes (2010, p. 48) esclarece que “os neurónios espelho têm a finalidade de visualizar/imitar uma ação/comportamento para alguma determinada finalidade”. Porém, a autora alerta que:

A criatividade sem imitação pode gerar muitas ideias novas, mas estas seriam muitas vezes desperdiçadas por não terem em consideração o que já se conhece, tentou ou testou. Tanto a criatividade como a imitação são necessárias se quisermos aprender bem, tomar decisões ou ser inventivos (Ximendes, 2010, p. 48).

Pode-se também observar que as metodologias ativas, apresentadas no Quadro 1, possibilitam tornar o processo de ensino e aprendizagem motivador para o aluno, ativando seu núcleo *accumbens*, principal centro de prazer do cérebro humano, envolvido com as funções de aversão, recompensa, reforço e motivação. Isso permite que o cérebro aceite gastar

energia para aprender o conteúdo que está sendo dado por meio das metodologias ativas, isso porque:

O cérebro também não está disponível para absorver tudo que lhe seja apresentado. Para se motivar alguém é preciso que os núcleos de interesse para os quais é dirigido o foco de atenção sejam ativados. Caso as informações passem ao largo dos temas em que o cérebro foi previamente mobilizado, as possibilidades de aprendizagem se tornam reduzidas (Ximendes, 2010, p. 115).

Enfim, faz-se crucial que os achados da neurociência fundamentem as práticas docentes e, promovam a aprendizagem, que é o que une a neurociência e a educação, uma vez que “a aprendizagem e a mudança de comportamento têm um correlato biológico, que é a formação e a consolidação das ligações sinápticas entre as células nervosas” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 39), mas também, depende das interações com o meio social, o que “permite-lhe alterar as conexões de uma rede neuronal já estabelecida. Este processo é denominado pela neurociência de plasticidade” (Ximendes, 2010, p. 51).

20

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final da pesquisa pôde-se responder a questão norteadora levantada inicialmente: do ponto de vista da neurociência, o que acontece no cérebro dos alunos quando esses têm uma experiência educacional baseada nas metodologias ativas? A resposta para essa questão está sintetizada no Quadro 1.

No referido quadro, são apresentadas diversas metodologias ativas e as explicações do que ocorre biologicamente no cérebro dos alunos durante a realização dessas metodologias. Tais explicações corroboram com o entendimento proposto por Cosenza e Guerra (2011, p. 76) os quais afirmam: que “as neurociências têm demonstrado que os processos cognitivos e emocionais estão profundamente entrelaçados no funcionamento do cérebro”.

É notável que todas as metodologias ativas abordadas neste estudo possuem fundamentos sólidos e respaldados pela neurociência, os quais

sustentam a eficácia da aprendizagem. Elas são capazes de estimular o engajamento dos alunos, fomentar a interação social, considerar a diversidade cognitiva e enfatizar a relevância das emoções e das funções executivas no processo de aquisição de conhecimento.

A importância ao adotar um ensino ativo, vai ao encontro do que Bartoszeck (2003, p. 3) coloca: “o ensino bem sucedido provocando alteração na taxa de conexão sináptica afeta a função cerebral. Por certo, isto também depende da natureza do currículo, da capacidade do professor, do método de ensino, do contexto da sala”. Porém, deve-se reconhecer que a eficácia dessa abordagem é multifacetada e depende de vários fatores interligados. Logo, valor do ensino ativo não pode ser desvinculado da integração harmoniosa desses componentes, todos eles contribuindo para uma experiência educacional enriquecedora e efetiva.

Já a escolha da metodologia pode depender dos objetivos de ensino e das características específicas dos alunos, mas todas têm o potencial de aprimorar substancialmente a qualidade da educação. Por isso, é imperativo afirmar que as estratégias pedagógicas sejam concebidas em conformidade com os princípios da neurobiologia do aprendizado, como sugerem Bortoli e Teruya (2017, p. 72).

Pois, segundo Grossi e Borja (2016, p. 89) “considerar a neurociência e suas dimensões e possibilidade de aplicação no contexto da sala de aula, é perceber a necessidade de ver o aluno como um ser único” (Grossi; Borja, 2016, p. 89). Isto posto, conclui-se que o uso das metodologias ativas, respaldadas pela neurociência, representa um caminho promissor para aprimorar a prática educacional e proporcionar experiências de aprendizado mais significativas e eficazes aos alunos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. de L. **O uso das metodologias ativas na educação infantil:** processos de ensino e de aprendizagem. 2023. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2023.

AMARAL, A. L. N.; GUERRA, L. B. **Neurociências e educação**: olhando para o futuro da aprendizagem. Brasília: SESI/DN, 2022.

BACICH, L. Formação continuada de professores para o uso de metodologias ativas. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. (Org.). **Ensino Híbrido**: Personalização e Tecnologia na Educação. Porto Alegre, 2015.

BARTOSZECK, A. B. **Neurociência na Educação**. Curitiba, 2003. Disponível em: https://nead.ucs.br/pos_graduacao/Members/419745-30/artigo%20neurociencias%20e%20educacao.pdf. Acesso em: 16 set. 2024.

BORTOLI, B. de; TERUYA, T. K. Neurociência e Educação: os percalços e possibilidades de um caminho em construção. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 1, p. 70-77, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/32171>. Acesso em: 30 jun. 2024.

BRASIL, M. S. Neurociência cognitiva e metodologias ativas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 7, p. 1017-1032, jul. 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1742>. Acesso em: 30 jun. 2024.

CALABRIA, P. H.; NÓBILE, M. F. Neurodidática e metodologia ativa no ensino: uma relação eficaz. **Educere et Educare**, [S. l.], v. 18, n. 45, p. 316 - 329, 2023. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/26432>. Acesso em: 30 jun. 2024.

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

COSTA, R. L. S. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, p. 1 - 22, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/ZPmWbM6n7JN5vbfj8hfbfK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2024.

COSTA, C. S. da; NÓBILE, M. F.; CRESPI, Lívia. R. S. Compreensão do processo de aprendizagem: as contribuições da Neuroeducação. **Revista pedagógica**, v. 23, p. 1- 28, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/ZPmWbM6n7JN5vbfj8hfbfK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 jun. 2024.

FONSECA, V. da. Papel das Funções cognitivas, conativas e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Rev. Psicopedagogia**, v. 31, n. 96, p. 236 - 53, 2014. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862014000300002. Acesso em: 25 jun. 2024.

FRAGELLI, T. B. O.; SILVA, H. A. G. da. Neurociência da gamificação e do serious game na educação: uma revisão sistemática. **Revista Temática**, Ano XVI, n. 9, set. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/tematica/article/view/55006>. Acesso em: 25 jun. 2024.

GROSSI, M. G. R. **Os critérios que devem estar presentes nas salas de aula, baseados nos princípios da neurociência**. 2022. Disponível em: <https://avacefetmg.org.br/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GROSSI, M. G. R.; BORJA, S. D. B. A neurociência e a educação e distância: um diálogo necessário. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, Sergipe, v. 9, n. 19, p. 87-102, mai./ago. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/revtee/article/view/5598>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GROSSI, M. G. R.; CHAMON, C. M. O potencial educativo do ensino híbrido enquanto uma metodologia ativa: um estudo de caso. **Revista Temas em Educação**, [S. l.], v. 29, n. 3, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/view/49808>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GROSSI, M. G. R.; LOPES, A. M.; COUTO, P. A. A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 41, p. 27- 40, jan./jun. 2014. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0104-70432014000100004&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 jun. 2024.

GROSSI, M. G. R.; LOPES, M. P.; BAIA, F. J. Discutindo o uso das Metodologias Ativas na Educação a Distância. **Revista Paidei@, UNIMES Virtual**, v. 15, n. 27, p. 78 - 97, abr. 2023. Disponível em: <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/1392>. Acesso em: 14 jun. 2024.

GROSSI, M. G. R.; OLIVEIRA, E. S.; AGUIAR, F. A. de. neurociência na Formação Inicial de professores: uma investigação científica. **Ensino em Revista**, v.26, n.3, p.871-895, set./dez. 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/50991/27104>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4, p. 3 - 12, 2011.

Disponível em:

https://www2.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto_teste.pdf. Acesso em: 14 jun. 2024.

HOWARD-JONES, P. A.; JAY, T.; MASON, A.; JONES, H. *Gamification of learning deactivates the default mode network*. **Frontiers in psychology**, v. 6, p. 1-16, 2016. Disponível em:

Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2015.01891/full>. Acesso em: 14 jun. 2024.

JULIANI; J. P.; CAVAGLIERI, M.; MACHADO, R. B. *Design thinking* como ferramenta para geração de inovação: um estudo de caso da Biblioteca Universitária da UDESC. **InCID: R. Ci. Inf. e Doc.**, Ribeirão Preto, v. 6, n. 2, p. 66 - 83, set. 2015/fev. 2016. Disponível em:

<https://revistas.usp.br/incid/article/view/100887>. Acesso em: 25 jun. 2024.

LENT, R. **O cérebro aprendiz**: Neuroplasticidade e educação. 1. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2019.

MARKOVA, D. **O natural é ser inteligente**: Padrões básicos de aprendizagem a serviço da criatividade e educação. São Paulo: Summus, 2000.

24

PAULA, B. B.; OLIVEIRA, T. de; MARTINS, C. B. Análise do uso da cultura maker em contextos educacionais: revisão sistemática da literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação, RENOTE**, v. 17, n. 3, p. 1 - 11, dez. 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/99528>. Acesso em: 25 jun. 2024.

ROTTA, N. T. Plasticidade cerebral e aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. dos S. **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016, p. 469-486.

ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. dos S. (Org.). **Transtornos da Aprendizagem**: Abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2016.

SAMÁ, S.; FONSECA, L. Projetos de aprendizagem sob as lentes da neurociência cognitiva: possibilidade para a construção de conceitos estatísticos. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 14, edição especial educação Estatística, p. 1-16, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2019.e62797>. Acesso em: 13 set. 2024.

SAVARESSE NETO, E. **Metodologias ativas de aprendizagem**: entenda o que são e exemplos. 2023. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/metodologias-ativas-de-aprendizagem/>. Acesso em: 13 set. 2024.

SILVA, I. C. da. **O uso das metodologias ativas no processo de ensino de crianças com deficiência intelectual no ensino fundamental**. 2022. 113f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, e20180309, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tx3KQcf5G9PvcgQB4vswPbq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SIQUEIRA, L. C. C.; NETO, M. V. de S.; OLIVEIRA, F. K. de. Aprendizagem baseada em projetos (ABP): um relato sobre o uso do *Life cycle canvas* (LCC)® na educação básica. **Prometeu**, Ano VI, n. 6, p. 1-17, 2020. Disponível em: http://lte.ce.ufrn.br/prometeu/revistas/revista_2020/6.pdf. Acesso em: 25 jun. 2024.

SOUZA, M. C. de; GOMES, C. Neurociência e o déficit intelectual: aporte para a ação pedagógica. **Rev. Psicopedagogia**, v. 32, n. 97, p. 104-114, 2015. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862015000100011. Acesso em: 15 ago. 2024.

XIMENDES, E. **As bases neurocientíficas da criatividade**. O contributo da neurociência no estudo do comportamento criativo. 2010. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação Artística) - Faculdade de Belas - Artes, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

ZWICKER, M. R. G. dos S.; SOUSA, K. D. de; JESUS, R. S. de; SOUZA, L. C. de; AZEVEDO, R. J. de. O Fórum e a Aprendizagem Ativa na EaD. **EaD Em Foco**, v.11, n.1, p.1-14, 2021. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/1419>. Acesso em: 15 ago. 2024.

Recebido em: 28 de outubro de 2024.
Aprovado em: 06 de dezembro de 2024.
Publicado em: 24 de dezembro de 2024.

