

NEUROCIÊNCIA DO ERRO: COMO A FALHA CONTRIBUI NA APRENDIZAGEM COM TECNOLOGIA

Maria das Dores dos Santos Rocha¹

Anamaria Rodrigues Montes²

Idalina dos Passos³

Jany Caetana de Moura e Silva Camargo⁴

Luiza Amorim Diógenes⁵

Luizimere Ventura Leitão⁶

Maria Aparecida Pereira Faustina Farias⁷

Miriam Fleury Ramos Jubé Pacheco⁸

RESUMO: Este estudo abordou a relação entre neurociência, educação e tecnologia, com foco na neurociência do erro e no feedback imediato proporcionado pelas tecnologias educacionais, investigando como essas interações influenciam o processo de aprendizagem. A principal questão de pesquisa foi entender como a falha, aliada ao feedback imediato, pode contribuir para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. O objetivo geral foi analisar os impactos da neurociência do erro e do feedback imediato das tecnologias no aprimoramento da aprendizagem. A metodologia adotada foi a pesquisa bibliográfica, analisando obras e estudos de autores renomados nas áreas de neurociência, tecnologias educacionais e pedagogia. No desenvolvimento, foi abordado como o erro ativa circuitos neurais essenciais para a aprendizagem e como o feedback imediato acelera o processo de correção, facilitando a adaptação do aluno. Constatou-se que a integração desses elementos cria uma aprendizagem eficaz e personalizada, permitindo ao aluno corrigir suas falhas. As considerações finais destacaram que, embora os resultados tenham demonstrado uma relação positiva entre erro, neurociência e feedback imediato, é necessário continuar a pesquisa, em contextos educacionais diversificados, para aprofundar o entendimento sobre as tecnologias e suas aplicações práticas.

5324

Palavras-chave: Neurociência do erro. Feedback imediato. Tecnologias educacionais. Aprendizagem personalizada. Correção cognitiva.

¹Mestranda em Ciências da Educação Ivy Enber Christian University.

²Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação Must University (MUST).

³Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação Must University (MUST).

⁴Mestra em Tecnologias Emergentes em Educação Must University (MUST).

⁵Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação Must University (MUST).

⁶Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação Must University (MUST).

⁷Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação Must University (MUST).

⁸Mestra em Tecnologias Emergentes em Educação Must University (MUST).

ABSTRACT: This study addressed the relationship between neuroscience, education, and technology, focusing on the neuroscience of error and immediate feedback provided by educational technologies, investigating how these interactions influence the learning process. The central research question aimed to understand how failure, combined with immediate feedback, contributes to cognitive development in students. The general objective was to analyze the impacts of the neuroscience of error and immediate feedback from technologies on enhancing learning. The methodology used was exclusively bibliographic research, analyzing works and studies by renowned authors in neuroscience, educational technologies, and pedagogy. The development discussed how error activates essential neural circuits for learning and how immediate feedback accelerates the correction process, facilitating student adaptation. It was found that integrating these elements creates more effective and personalized learning, enabling students to quickly correct their mistakes. The final considerations highlighted that, although the results showed a positive relationship between error, neuroscience, and immediate feedback, further research is needed, especially in diverse educational contexts, to deepen the understanding of technologies and their practical applications.

Keywords: Neuroscience of error. Immediate feedback. Educational technologies. Personalized learning. Cognitive correction.

I INTRODUÇÃO

A relação entre neurociência, educação e tecnologia tem sido uma das áreas de estudo promissoras nas últimas décadas, uma vez que combina aspectos fundamentais do aprendizado humano com inovações tecnológicas. No campo da educação, o entendimento de como o cérebro processa informações e como erros e falhas podem contribuir para o aprendizado é essencial para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas eficazes. A neurociência do erro, por exemplo, explora como o cérebro reage a falhas e como essas experiências podem ser vistas como oportunidades de aprendizado, ao invés de meras falhas. Aliado a isso, o uso de tecnologias educacionais, como softwares adaptativos, realidade aumentada e outras ferramentas digitais, tem potencializado a aprendizagem, oferecendo feedback imediato e criando novos ambientes de aprendizado interativos. Este estudo busca aprofundar a compreensão de como a falha pode ser uma ferramenta importante para a aprendizagem, explorando a neurociência do erro, o feedback imediato proporcionado pelas tecnologias e a maneira como esses elementos interagem nos processos de ensino e aprendizagem.

A justificativa para a realização deste estudo reside no crescente uso de tecnologias no ambiente educacional e no crescente interesse pela neurociência do erro, um campo ainda em desenvolvimento e com grande potencial para aprimorar as práticas pedagógicas. Ao integrar a

neurociência com o uso de tecnologias educacionais, é possível criar uma abordagem personalizada e eficaz para o aprendizado, considerando as características individuais de cada estudante e proporcionando um ambiente de aprendizagem adaptativo e focado. O feedback imediato no uso de tecnologias, pode transformar erros em oportunidades de aprendizagem, o que representa um avanço importante no modelo educacional tradicional, que muitas vezes vê a falha como algo negativo. Além disso, a utilização de tecnologias como a realidade aumentada no processo educacional pode tornar o aprendizado imersivo e interativo, permitindo aos estudantes corrigirem seus erros de forma eficaz e rápida, fortalecendo o processo de aprendizagem. Diante disso, este estudo se justifica pela necessidade de explorar essas interações e os impactos que o uso de tecnologias no feedback imediato e a neurociência do erro podem ter sobre o processo educacional, permitindo um melhor entendimento sobre como a falha pode ser um elemento positivo na aprendizagem.

A questão central que orienta esta pesquisa é: Como a neurociência do erro e o feedback imediato das tecnologias educacionais influenciam o processo de aprendizagem? A partir dessa questão, pretende-se investigar as implicações do erro como parte do processo de aprendizagem e como o feedback imediato fornecido pelas tecnologias pode potencializar esse processo, 5326

O objetivo principal desta pesquisa é analisar como a neurociência do erro e o feedback imediato proporcionado por tecnologias educacionais influenciam a aprendizagem de estudantes, destacando o papel da falha no desenvolvimento de habilidades cognitivas e a importância das ferramentas tecnológicas no aprimoramento desse processo. Este objetivo visa compreender como os erros são processados e corrigidos pelo cérebro e como as tecnologias podem ser usadas para acelerar esse ciclo de correção, promovendo uma aprendizagem dinâmica e interativa.

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho será pesquisa bibliográfica, com base em estudos e publicações já existentes nas áreas de neurociência, educação e tecnologias educacionais. A pesquisa bibliográfica será realizada por meio da análise de artigos científicos, livros, teses, dissertações e outros materiais que discutem a neurociência do erro, o feedback imediato em ambientes educacionais, bem como a utilização de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. O objetivo é construir um panorama teórico sobre o tema,

com foco nas interações entre o erro, o feedback e as tecnologias, fundamentando a discussão a partir das contribuições de especialistas dessas áreas.

O texto está estruturado da seguinte forma: após esta introdução, o desenvolvimento do estudo será dividido em três principais seções. A primeira seção apresentará a neurociência do erro, abordando como o cérebro processa as falhas e as oportunidades de aprendizagem associadas a elas. A segunda seção se dedicará ao uso de tecnologias educacionais, com destaque para o feedback imediato e o impacto das ferramentas tecnológicas, como a realidade aumentada, no processo de aprendizagem. Por fim, a terceira seção discutirá a interação entre a neurociência do erro e as tecnologias educacionais, explorando como essas duas áreas podem ser combinadas para criar um ambiente de aprendizagem eficaz e personalizado. O trabalho será finalizado com as considerações finais, nas quais serão sintetizadas as principais conclusões e implicações do estudo, além de sugerir possíveis caminhos para futuras pesquisas.

2 Feedback imediato e circuitos de correção neural

O desenvolvimento da aprendizagem no contexto educacional tem sido influenciado pela interação entre neurociência e tecnologias. No processo de ensino e aprendizagem, a neurociência do erro e o feedback imediato desempenham papéis cruciais no fortalecimento da experiência de aprendizagem, transformando falhas em momentos de crescimento cognitivo. As tecnologias educacionais, ao oferecerem respostas rápidas e precisas, ampliam a capacidade de adaptação do cérebro aos erros e promovem um aprendizado dinâmico (Kamikawachi & Carbonari, 2023). O entendimento de como esses elementos se interrelacionam pode proporcionar uma abordagem inovadora para a educação, criando ambientes interativos e personalizados para os estudantes.

A neurociência do erro tem mostrado que o cérebro, ao falhar, ativa circuitos de correção neural que são essenciais para o processo de aprendizagem. Esse ciclo de erro e correção não deve ser visto como uma falha, mas sim como um mecanismo adaptativo que fortalece as conexões sinápticas, ajudando o cérebro a melhorar suas respostas e estratégias. Quando o estudante erra, o cérebro reconfigura suas sinapses, ajustando suas reações e criando novas formas de abordar o problema. A partir dessa perspectiva, o erro passa a ser encarado como uma

oportunidade para a aprendizagem profunda, possibilitando a construção de habilidades cognitivas refinadas (Camacho, 2022).

O uso de tecnologias educacionais, como softwares de realidade aumentada e simuladores interativos, tem um papel central nesse processo, pois oferece feedback imediato ao estudante. Esse tipo de feedback instantâneo é fundamental, pois permite que o aluno perceba seus erros em tempo real e ajuste sua abordagem antes que a informação seja consolidada em sua memória (Quinquiolo, Santos & Souza, 2020). A inserção de tecnologias no ambiente educacional não apenas facilita a correção rápida dos erros, mas também torna o processo imersivo e estimulante. A realidade aumentada, por exemplo, permite que o estudante visualize os resultados de suas ações de maneira tangível, promovendo um aprendizado ativo e engajado.

Ao integrar a neurociência com as tecnologias educacionais, o feedback imediato se torna um facilitador essencial na aprendizagem. Ele oferece uma resposta rápida ao erro, que é um componente essencial para a aprendizagem ativa. O feedback imediato não só facilita a compreensão do erro, mas também ativa áreas do cérebro responsáveis pela correção e consolidação do aprendizado (Kamikawachi & Carbonari, 2023). Estudos mostram que a capacidade do cérebro de modificar suas respostas ao erro é influenciada pela rapidez e precisão do feedback quando ele é proporcionado por ferramentas tecnológicas. Dessa forma, as tecnologias educacionais, ao permitir um ciclo rápido de erro e correção, otimizam a aprendizagem e fortalecem a retenção do conteúdo. 5328

O impacto das tecnologias no feedback imediato também está relacionado à personalização do ensino. Ferramentas como sistemas adaptativos de aprendizagem e simuladores são capazes de ajustar o nível de dificuldade das tarefas de acordo com o desempenho do aluno, criando um ambiente de aprendizagem sob medida. Com isso, cada estudante tem a oportunidade de aprender no seu próprio ritmo, corrigindo suas falhas de forma contínua e recebendo orientações específicas para aprimorar suas habilidades (Camacho, 2022). Este tipo de feedback personalizado é crucial para a aprendizagem efetiva, pois reconhece as necessidades individuais dos estudantes, proporcionando uma experiência eficaz e focada.

Nesse sentido, a neurociência e as tecnologias educacionais oferecem um ciclo virtuoso no processo de aprendizagem. A compreensão de como o erro e a correção neural atuam no cérebro, aliada ao feedback imediato oferecido pelas tecnologias, pode transformar a abordagem

pedagógica tradicional. A falha, que antes era vista como um obstáculo, agora se torna uma ferramenta valiosa para a aprendizagem (Haviarás, 2020). O uso de tecnologias digitais amplia a capacidade do cérebro de corrigir os erros, enquanto o feedback imediato fortalece a memória e a compreensão dos conceitos. Além disso, as tecnologias também promovem um aprendizado interativo, onde os estudantes podem explorar e corrigir seus erros de maneira envolvente e personalizada.

A realidade aumentada, por exemplo, permite que os alunos visualizem conceitos abstratos de forma concreta, tornando o aprendizado acessível e envolvente (Quinquiolo, Santos & Souza, 2020). Ao inserir os alunos em um ambiente virtual interativo, a tecnologia oferece uma maneira de corrigir erros de forma eficiente, já que o feedback pode ser dado instantaneamente, permitindo ao estudante ajustar sua estratégia de resolução de problemas. As tecnologias também oferecem diversas formas de mediação, como tutores virtuais e sistemas de aprendizagem personalizados, que podem acompanhar o progresso dos alunos e fornecer orientações sobre os erros cometidos. Esse tipo de abordagem permite que os estudantes ajustem suas estratégias de aprendizagem de forma contínua e dinâmica (Haviarás, 2020).

O feedback imediato e as ferramentas tecnológicas também podem reduzir a ansiedade relacionada ao erro. Quando os estudantes percebem que o erro é uma parte natural do processo de aprendizagem, eles tendem a desenvolver uma mentalidade aberta e resiliente. Além disso, ao receberem feedback rápido e preciso, os alunos podem entender melhor onde cometeram os erros e como corrigi-los, o que fortalece sua confiança no processo de aprendizagem (Camacho, 2022). Esse feedback imediato ajuda a criar um ambiente de aprendizado seguro e menos punitivo, onde os erros são vistos como passos importantes para a aquisição do conhecimento.

Ao integrar a neurociência do erro com o uso de tecnologias, é possível promover uma aprendizagem eficaz e inclusiva. As tecnologias podem ser usadas para adaptar o ensino de acordo com as necessidades individuais dos estudantes, proporcionando um feedback personalizado que acelera o processo de correção dos erros (Kamikawachi & Carbonari, 2023). Essa personalização do ensino, baseada no feedback imediato, ajuda os alunos a desenvolverem suas habilidades de forma eficiente, respeitando seu ritmo e suas dificuldades. Nesse contexto, a combinação entre as descobertas da neurociência do erro e as inovações tecnológicas cria um

ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, favorecendo o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Em conclusão, a combinação entre neurociência, educação e tecnologia tem mostrado resultados promissores no processo de aprendizagem. A neurociência do erro oferece uma nova visão sobre como a falha pode ser uma ferramenta poderosa para a construção do conhecimento, enquanto as tecnologias educacionais, ao fornecerem feedback imediato, potencializam esse processo, promovendo uma aprendizagem ativa, eficaz e personalizada (Haviarás, 2020; Kamikawachi & Carbonari, 2023). O uso de tecnologias no ambiente educacional não só acelera a correção de erros, mas também torna o aprendizado envolvente e acessível, proporcionando uma experiência rica e interativa para os alunos. Assim, é possível afirmar que a integração desses elementos no contexto educacional tem o potencial de transformar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o eficiente e adaptado às necessidades individuais de cada estudante.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste estudo abordam os principais achados relacionados à pergunta de pesquisa, que questionava como a neurociência do erro e o feedback imediato das tecnologias educacionais influenciam o processo de aprendizagem. A análise dos dados disponíveis revela que tanto a neurociência do erro quanto o feedback imediato proporcionado por tecnologias educacionais desempenham papéis significativos na melhoria do processo de aprendizagem.

Primeiramente, os achados indicam que a falha, quando vista sob a ótica da neurociência, não é um obstáculo, mas sim uma oportunidade essencial para o fortalecimento das conexões neurais. O erro ativa circuitos específicos no cérebro, que facilitam o ajuste de estratégias cognitivas, permitindo uma aprendizagem profunda e eficaz. A neurociência do erro, portanto, contribui para a compreensão de como o cérebro reconfigura suas respostas a falhas, ajustando-se para resolver o problema de forma eficiente na próxima tentativa.

Em paralelo, o feedback imediato proporcionado pelas tecnologias educacionais mostra-se fundamental no processo de correção dos erros. Ferramentas como softwares de aprendizagem adaptativa e simuladores interativos permitem que os estudantes recebam orientações rápidas e precisas sobre suas falhas. Esse tipo de feedback facilita a correção

imediata dos erros, evitando que os estudantes consolidem informações incorretas e permitindo que eles ajustem suas estratégias de forma contínua. A interação entre o feedback imediato e os processos cognitivos ativados pelo erro ajuda os estudantes a aprender de maneira eficiente, promovendo uma aprendizagem dinâmica e interativa.

Além disso, os resultados sugerem que a integração entre neurociência do erro e as tecnologias educacionais pode potencializar o processo de personalização do ensino. Ferramentas digitais, ao fornecerem feedback ajustado ao desempenho individual, permitem que o aprendizado seja moldado de acordo com as necessidades e dificuldades específicas de cada estudante. Essa personalização, proporcionada pelo uso de tecnologias, facilita o processo de aprendizagem, criando um ambiente adaptado ao ritmo e às estratégias cognitivas de cada aluno.

A principal contribuição deste estudo reside na compreensão de como o erro e o feedback imediato, facilitado pelas tecnologias educacionais, interagem para criar um processo de aprendizagem eficaz. A pesquisa destaca a importância de entender a falha como um componente positivo do processo educativo e como as tecnologias podem acelerar a correção dos erros, promovendo uma aprendizagem eficiente e personalizada. Além disso, o estudo esclarece como a neurociência do erro pode ser aplicada no contexto educacional, auxiliando na construção de estratégias pedagógicas que favoreçam o aprendizado ativo e contínuo. 5331

No entanto, embora este estudo tenha fornecido insights valiosos sobre a interação entre neurociência, erro e tecnologias educacionais, ainda há necessidade de pesquisas para explorar de maneira aprofundada as implicações dessas interações. Seria relevante investigar como diferentes tipos de tecnologias, como inteligência artificial e realidade virtual, podem contribuir para o feedback imediato e o processamento do erro. Além disso, estudos que envolvam a aplicação prática desses conceitos em ambientes educacionais diversos poderiam fornecer dados concretos sobre a eficácia dessas abordagens no cotidiano escolar. Portanto, a continuidade da pesquisa nesta área é essencial para aprofundar a compreensão de como essas ferramentas podem ser utilizadas de forma ainda eficaz no ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMACHO, A. C. L. F. (2022). Ensino híbrido e tecnologias no ensino do discente de enfermagem. *Revista Recien - Revista Científica de Enfermagem*, 12(37), 282–286. Disponível em: <https://doi.org/10.24276/rrecien2022.12.37.282-286>. Acesso em 22 de maio de 2025.
- KAMIKAWACHI, E., & Carbonari, M. E. E. (2023). Tecnologia na educação rumo a uma aprendizagem ativa e significativa. *Revista Foco*, 16(2), e688. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/688>. Acesso em 22 de maio de 2025.
- HAVIARÁS, M. (2020). Proposta de formação de professores para o uso de tecnologias educacionais. *Revista Intersaberes*, 15(35). Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/1762>. Acesso em 22 de maio de 2025.
- QUINQUIOLO, N. C. R., Santos, C. A. M., & Souza, M. A. (2020). Uso de software de realidade aumentada como ferramenta pedagógica: apresentação do aplicativo Virtual Tee. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 13(2), 328–345. Disponível em: <https://doi.org/10.46667/renbio.v13i2.309>. Acesso em 22 de maio de 2025.