

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MULTICÊNTRICO EM CIÊNCIAS
FISIOLÓGICAS

IMPACTO DE AÇÕES DE FORMAÇÃO EM NEUROEDUCAÇÃO JUNTO A
GESTORES PEDAGÓGICOS E PROFESSORES DE ADOLESCENTES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal do Pampa – Campus Uruguaiiana, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Fisiológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Pâmela Billig Mello-Carpes

Coorientadora: Dr.^a Priscila Marques Sosa

Uruguaiiana, 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ANA LUIZA TROMBINI TADIELO

**IMPACTO DE AÇÕES DE FORMAÇÃO EM NEUROEDUCAÇÃO JUNTO A
GESTORES PEDAGÓGICOS E PROFESSORES DE ADOLESCENTES**

Uruguaiana, 2024.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

Tadielo, Ana Luiza Trombini

Impacto de ações de formação em neuroeducação junto a gestores
pedagógicos e professores de adolescentes. 131 p.: il.

Orientadora: Pâmela Billig Mello Carpes
Dissertação de Mestrado – Universidade
Federal do Pampa, Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em
Ciências Fisiológicas, Campus Uruguaiana, 2023.

1. Ciências Biológicas. 2. Ciências Fisiológicas. 3. Neuroeducação.

ANA LUIZA TROMBINI TADIELO

**IMPACTO DE AÇÕES DE FORMAÇÃO EM NEUROEDUCAÇÃO JUNTO A
GESTORES PEDAGÓGICOS E PROFESSORES DE ADOLESCENTES**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal do Pampa – Campus Uruguai, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Fisiológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Pâmela Billig Mello-Carpes

Coorientadora: Dr.^a Priscila Marques Sosa

Área de concentração: Ciências Fisiológicas

Ana Luiza Trombini Tadielo

**IMPACTO DE AÇÕES DE FORMAÇÃO EM NEUROEDUCAÇÃO JUNTO A GESTORES PEDAGÓGICOS E
PROFESSORES DE ADOLESCENTES**

Dissertação/Tese apresentada ao
Programa Muticêntrico de Pós-
Graduação em Ciências Fisiológicas
da Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para
obtenção do Título de Mestre em
Ciências Fisiológicas.

Dissertação defendida e aprovada em: 23 de fevereiro de 2024.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Pâmela Billig Mello Carpes
Orientador
Unipampa

Profa. Dra. Mauren Assis de Souza
Unipampa

Profa. Dra. Roberta Ekuni
UEL



Assinado eletronicamente por **PAMELA BILLIG MELLO CARPES, PROFESSOR MAGISTÉRIO SUPERIOR**, em 02/04/2024, às 10:48, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAUREN ASSIS DE SOUZA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/04/2024, às 17:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1408682** e o código CRC **A44F79C2**.

Dedico este trabalho às mulheres que, antes de mim, gritaram para que eu pudesse estar aqui e a todas aquelas que seguem resistindo.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Amilton e Rosalinda, pela vida. Especialmente à minha mãe, que desde pequena me ensinou a ser forte e batalhar pelos meus sonhos. Agradeço também, por ter compartilhado comigo o dom e o amor pela docência e, se um dia for a metade da educadora que és, darei a minha missão como cumprida.

À minha orientadora, Pâmela Carpes, obrigada principalmente pela tua amizade, carinho e disponibilidade em compartilhar seu conhecimento e por todas as oportunidades abertas ao longo desses anos de trabalho. Obrigada pela confiança depositada em meu trabalho. És uma fonte de inspiração.

A todos os colegas de curso, que dividiram a experiência de ingresso na pós-graduação juntamente comigo.

À minha família do coração, Isabel, Cléo e Ana Carolina, por terem proporcionado todo o suporte necessário para que eu pudesse ter ingressado na pós-graduação. Vocês foram essenciais e por isso, deposito em vocês toda minha gratidão e carinho.

À minha irmã, Ana Paula, por ter sido meu esteio e suporte durante todos esses anos, estando sempre pronta para vibrar, sorrir e chorar juntamente comigo.

As minhas amigas. À Bruna, por ter se tornado meu suporte e minha família aqui em Uruguaiana. Obrigado por não ter desistido da nossa amizade e, principalmente, pelos bons momentos compartilhados comigo. Também agradeço à Tita, por todos os momentos compartilhados, pela parceria, paciência e amizade. És uma pessoa muito especial em minha vida.

Aos colegas do Programa Popneuro, pelo empenho e dedicação em todos os momentos e ações propostas ao longo desses anos. Em especial, aos que detenho um carinho e admiração muito grande, Pedro Igo, Maria Eduarda, Manuel.

A Universidade Federal do Pampa, por permitir que sonhos se tornem realidade.

Ao Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas e à Sociedade Brasileira de Fisiologia, pela oportunidade e pelo apoio da coordenação, professores e demais servidores.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida.

A FAPERGS pelo financiamento desta pesquisa através do edital PROEDU.

“Um dia, quando olhares para trás, verás
que os dias mais belos foram aqueles que
lutaste.”

Sigmund Freud

RESUMO

Os estudantes dos anos finais do ensino fundamental, tipicamente entre 11 e 14 anos, encontram-se numa fase de transição da infância para a adolescência. Características da adolescência, como a reatividade à recompensa, a tolerância à incerteza, e avaliações experimentais de valor e risco podem estar presentes. A compreensão das bases neurobiológicas destas características auxilia o processo ensino-aprendizagem. A inovação pedagógica, também fundamental para o sucesso deste processo, pressupõe uma transformação da realidade ao propor que estudantes e professores sejam protagonistas na mudança da forma de ensinar e aprender. A neurociência, por sua vez, contribui na proposição de mudanças que considerem os processos neurais que são importantes para a educação. Considerando que os conhecimentos trazidos pela neurociência buscam otimizar o potencial dos estudantes dentro da sala de aula, e que o professor é um dos principais agentes promotores de mudanças neurobiológicas que levam a aprendizagem dos estudantes, é de fundamental importância que gestores pedagógicos e professores conheçam minimamente os processos neurobiológicos envolvidos na aprendizagem, de forma a adotar práticas e metodologias de ensino que os qualifiquem. Estes saberes tornam-se ainda mais importantes num contexto tão desafiador quanto o ensino de adolescentes. Desta forma, o objetivo geral deste projeto é promover ações de formação em neurociência aplicada à educação envolvendo gestores educacionais e professores dos anos finais do Ensino Fundamental da Educação Básica, e avaliar o impacto das mesmas nos seus conhecimentos de neuroeducação. Para isso, foram envolvidos, inicialmente, gestores educacionais vinculados à Secretaria Municipal de Educação (SEMED)/Uruguaiana e, após, professores da Educação Básica dos anos finais do Ensino Fundamental. Foram propostas duas ações principais neste projeto: (i) atividades de formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescente; e, (ii) atividades de formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes. Para avaliar o impacto das ações de formação, a pesquisa focou na mudança de conhecimentos sobre neuroeducação entre os participantes, na identificação da presença de neuromitos entre educadores e na eficácia da formação em promover uma compreensão baseada em

evidências sobre o funcionamento cerebral. Nossa pesquisa destacou a importância crítica da formação em neurociência para gestores e professores. Identificamos que neuromitos são prevalentes entre educadores, e que a formação em neurociência é eficaz em promover melhoria de conhecimentos em neurociência. A necessidade de uma abordagem crítica na integração da neurociência na educação foi destacada pelos docentes, ecoando a importância do ceticismo saudável e da abordagem baseada em evidências. O estudo também sublinhou a relevância da interdisciplinaridade na formação de professores, indicando que a integração da neurociência com a educação pode enriquecer o conhecimento pedagógico. Isso permite aos educadores criar ambientes de aprendizado que maximizem o potencial cognitivo e emocional dos alunos. Este estudo permitiu a promoção de uma formação em neurociência aplicada à educação envolvendo gestores educacionais e professores dos anos finais do Ensino Fundamental da Educação Básica, e destacou o impacto positivo da mesma, que gerou melhoria de conhecimentos de neuroeducação.

Palavras-chave: Aprendizagem, Cérebro, Neuroplasticidade, Inovação Pedagógica, Formação de professores.

ABSTRACT

Students in the final years of elementary education, typically between 11 and 14 years old, find themselves in a transitional phase from childhood to adolescence. Characteristics of adolescence, such as reactivity to reward, tolerance to uncertainty, and experimental evaluations of value and risk, may be present. Understanding the neurobiological bases of these characteristics assists the teaching-learning process. Pedagogical innovation, also essential for the success of this process, presupposes a transformation of reality by proposing that students and teachers take a leading role in changing the way of teaching and learning. Neuroscience, in turn, contributes by suggesting changes that consider the neural processes important for education. Given that the knowledge brought by neuroscience seeks to optimize the potential of students within the classroom, and that the teacher is one of the main agents promoting neurobiological changes leading to student learning, it is of fundamental importance that pedagogical managers and teachers have at least a basic understanding of the neurobiological processes involved in learning, in order to adopt teaching practices and methodologies that qualify them. This knowledge becomes even more important in a context as challenging as teaching adolescents. Thus, the general objective of this project is to promote training actions in neuroscience applied to education involving educational managers and teachers from the final years of Elementary Education in Basic Education, and to evaluate the impact of the same on their knowledge of neuroeducation. For this purpose, educational managers linked to the Municipal Education Secretary (SEMED)/Uruguaiiana were initially involved, and then, teachers from the final years of Elementary Education in Basic Education. Two main actions were proposed in this project: (i) training activities for educational managers in neuroscience applied to adolescent learning; and, (ii) training activities for teachers in neuroscience applied to adolescent learning. To evaluate the impact of the training actions, the research focused on the change in knowledge about neuroeducation among the participants, the identification of the presence of neuromyths among educators, and the effectiveness of the training in promoting an evidence-based understanding of brain functioning. Our research highlighted

the critical importance of training in neuroscience for managers and teachers. We identified that neuromyths are prevalent among educators, and that training in neuroscience is effective in improving knowledge in neuroscience. The need for a critical approach in integrating neuroscience into education was highlighted by the teachers, echoing the importance of healthy skepticism and the evidence-based approach. The study also underscored the relevance of interdisciplinarity in teacher training, indicating that the integration of neuroscience with education can enrich pedagogical knowledge. This allows educators to create learning environments that maximize the cognitive and emotional potential of students. This study allowed the promotion of training in neuroscience applied to education involving educational managers and teachers from the final years of Elementary Education in Basic Education, and highlighted the positive impact of the same, which generated an improvement in neuroeducation knowledge.

Keywords: Learning, Brain, Neuroplasticity, Pedagogical Innovation, Teacher Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Límbico	26
Figura 2 – Sistema de recompensa	27
Figura 3 – A interdisciplinaridade da neuroeducação e a constituição de sentido na aprendizagem.	36
Figura 4 - Interface da plataforma <i>Lt</i> , da <i>ADInstruments</i> contendo exemplos de atividades assíncronas realizadas durante o CNAE.	45
Figura 5 – Atividades práticas desenvolvidas ao decorrer da XI edição do CNAE, voltada à gestores educacionais.	48
Figura 6 - Diagrama do conteúdo programático da XII edição do Curso de Neurociência Aplicada à Educação de Adolescentes, voltada a professores da Educação Básica.	50
Figura 7 – Atividade interativa utilizando o software <i>Mentimeter</i> .	51
Figura 8 - Atividade prática referente ao debate sobre a inclusão de conceitos de neuroplasticidade em sala de aula.	53
Figura 9 – Atividade prática com a utilização de sensores de coleta de dados biológicos da <i>Lt AD Instruments</i> (EEG).	54
Figura 10 - Fluxograma da análise dos dados qualitativos via ATD.	60
Figura 11 – Expectativas iniciais (pré-curso) dos gestores pedagógicos e percepção de atendimento das mesmas (pós-curso).	61
Figura 12 – Conhecimento dos gestores pedagógicos na temática do curso.	65
Figura 13 – Média das notas do nível de conhecimento auto atribuído dos gestores pedagógicos acerca dos temas abordados no curso.	68
Figura 14 – Percentual de concordância dos professores participantes do curso com neurofatos e neuromitos antes da formação.	72
Figura 15 - Percentual de acerto dos professores participantes do curso no questionário sobre neurofatos e neuromitos aplicado antes antes da formação.	72
Figura 16 - Média percentual de respostas corretas dos professores participantes do curso (CNAE) nas questões de conteúdos de neurociência incluídas nos questionários pré e pós-curso.	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo de respostas relacionadas ao conceito de neurociência no entendimento dos gestores pedagógicos.	63
Quadro 2 - Exemplos de respostas dos docentes.	77
Quadro 3 - Exemplo de respostas que ilustram a unidade de significado “individualização”.	78
Quadro 4 - Exemplo de resposta que ilustra a unidade de significado “inovação”.	78
Quadro 5 - Exemplos de resposta que ilustram a unidade de significado “participação ativa”.	78
Quadro 6 - Exemplo de resposta que ilustra a categoria “adaptação pedagógica”.	79
Quadro 7 - Exemplo de resposta que ilustra a categoria “equilíbrio entre inovação e tradição”.	80
Quadro 8 - Exemplo de resposta que ilustra a categoria “reflexão sobre a prática educativa”.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Afirmativas relacionadas à neurociência educacional	70
Tabela 2 - Análises dos testes pré e pós-aula de acordo com a temática	76

LISTA DE ABREVIATURAS

SN - Sistema Nervoso

n - número

EB - Educação Básica

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

LISTA DE SIGLAS

ATD - Análise Textual Discursiva

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CEP - Comitê de Ética e Pesquisa da UNIPAMPA

CNAE - Curso de Neurociência Aplicada à Educação

CNS - Conselho Nacional de Saúde

EEG - Eletroencefalograma

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU - Organização das Nações Unidas

SEMED - Secretaria Municipal de Educação de Uruguaiana

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

RESUMO	10
SUMÁRIO.....	19
INTRODUÇÃO	20
1. REVISÃO DE LITERATURA	22
1.1 O cérebro adolescente	22
1.2 Variáveis que influenciam a aprendizagem	25
1.3 O ensino na fase da adolescência e as tecnologias	29
1.4 Neurociência, inovação, ensino e os neuromitos.....	31
1.5 A neuroeducação	34
1.6 Justificativa	38
2 OBJETIVOS	39
2.1 Objetivo Geral.....	39
2.2 Objetivos específicos	39
3. HIPOTETES	40
4. MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1 Participantes da pesquisa – caracterização da amostra	42
4.2 Procedimentos	42
4.2.1 Atividades de formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes	43
4.3.1 Avaliação da formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes (XI CNAE).....	55
4.4 Análise dos dados.....	56
4.4.1 Análise dos dados de impacto da formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes (XI CNAE).....	56
4.4.2 Análise dos dados de impacto da formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes (XII CNAE).....	57
4.5 Aspectos éticos.....	60
5. RESULTADOS	61
6. DISCUSSÃO	80
7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	91
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
9. PERSPECTIVAS FUTURAS	95

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
---------------------------------	----

INTRODUÇÃO

Entre os 11 e 14 anos, fase da vida na qual se enquadra grande parte dos(as)

estudantes dos anos finais do ensino fundamental da Educação Básica, localiza-se o interstício entre a infância e a adolescência propriamente dita. Esta fase também representa importantes mudanças no contexto escolar, considerando a organização do Ensino Fundamental brasileiro (Neal *et al.*, 2016). Portanto, os interesses e características deste período podem ser muito variados e, muitas vezes, não são considerados no momento da construção do currículo e das propostas pedagógicas. Entender esta fase e adotar estratégias para o reconhecimento e acolhimento das questões da transição (biológica, social, afetiva, cognitiva e escolar, além de outras questões que podem perpassar esta fase) é fundamental para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem e, para tal, (re)conhecer as características neurobiológicas e funcionais do cérebro adolescente é parte essencial.

Nas últimas décadas, especialmente no momento atual, a educação vem passando por grandes e rápidas mudanças. Essas transformações são impulsionadas pelo surgimento de novas formas de ensinar e de aprender (Lujan, 2006). Esta nova relação com a informação exige espaços de ensino que reflitam a nova configuração de comunicação, interação e produção de conhecimentos, conjugando-os com a utilização de novas metodologias e tecnologias de aprendizado (Tune, Sturek, Basile, 2013), que conduzam e incentivem o desenvolvimento da autonomia do aluno (Cyrino & Toralles- Pereira, 2004). É preciso desenvolver estratégias que estimulem a capacidade do estudante de construir seu próprio conhecimento para uma aprendizagem mais significativa (Altermann *et al.*, 2016).

Nesse sentido, a interseção entre neurociência e educação, embora promissora, enfrenta desafios notáveis. A lacuna de conhecimento dos neurocientistas sobre teorias educacionais e os processos de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, muitas vezes impede pesquisas que capturem a essência da educação prática (Castorina, 2016). Similarmente, educadores frequentemente lutam para interpretar e analisar criticamente os dados neurocientíficos devido à falta de familiaridade na leitura e interpretação das pesquisas em neurociência, considerando as peculiaridades dos métodos e técnicas utilizados, bem como a linguagem técnica da área (Horvath & Donoghue, 2016). Assim, para construir uma ponte entre estas duas esferas, uma linguagem mediadora precisa ser desenvolvida, clarificando descobertas científicas e avaliando sua aplicabilidade na educação. Isso requer uma divulgação científica ética e uma análise crítica para aplicar adequadamente esses

conhecimentos no cotidiano escolar.

A integração de neurociência e educação também necessita da inclusão de fundamentos neurocientíficos nos currículos de formação de educadores. Compreender a aprendizagem sob a ótica da neurociência cognitiva é de extrema importância para revitalizar o processo educativo e enriquecer a compreensão dos futuros professores sobre os aspectos sociais, psicológicos, culturais e antropológicos da educação. Além disso, a neurociência oferece uma base para princípios que potencializam a aprendizagem, inspirando ideias para novas intervenções pedagógicas (Sokolowski & Ansari, 2018; Walker *et al.*, 2017). Práticas de sala de aula que respeitam a forma como o cérebro funciona tendem a ser mais eficazes, demonstrando a importância de uma educação baseada em evidências neurocientíficas (Weinstein *et al.*, 2018; Howard-Jones, 2014). No entanto, a neurociência ainda é muito pouco presencial na formação inicial (e até mesmo continuada) de professores (Carew & Magsamen, 2010).

É crucial reconhecer que o processo de ensino-aprendizagem, com suas particularidades e finalidades específicas, não pode ser totalmente explicado pela neurociência, que se foca principalmente na estrutura e funcionamento cerebral (De Smedt, 2018; Goswami, 2015; Bowers, 2016). A educação é influenciada por um conjunto complexo de fatores, incluindo a formação do professor, a infraestrutura escolar, as metodologias de ensino, o apoio familiar, a participação da comunidade e a implementação de políticas públicas eficazes. Portanto, nem todo conhecimento neurocientífico pode ser diretamente traduzido em práticas pedagógicas que garantam melhores resultados. Assim, a neurociência não tem por objetivo desconsiderar os saberes da educação, mas tem potencial de contribuir com ela, e, apenas de forma colaborativa transformações efetivas poderão ser alcançadas (Wilcox *et al.*, 2020).

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 O cérebro adolescente

Diversos estudos no campo da neurobiologia mostram que o cérebro passa por mudanças substanciais durante a adolescência e na transição da adolescência para a fase adulta (Mulvey, 2014; Diamond, 2013; Zelazo *et al.*, 2016). Essas transformações, especialmente nas regiões responsáveis pelo controle dos impulsos e pelo funcionamento executivo, sugerem que a adolescência é um período em que os estímulos emocionais tendem a sobrepujar as habilidades de autogestão. Durante a adolescência, o córtex pré-frontal, responsável pelo funcionamento executivo, não alcançou ainda a sua maturação completa, o que acontece quando chega ao início da vida adulta (Herculano-Houzel, 2005). Essa demora no amadurecimento cortical impacta diretamente o controle dos impulsos, a regulação emocional e os comportamentos de risco, conforme observado entre os adolescentes.

O desenvolvimento das funções executivas¹ surge como um elemento de extrema importância no amadurecimento cerebral durante a adolescência. Essas funções envolvem um conjunto de processos cognitivos que habilitam indivíduos a planejar, organizar, resolver problemas e regular seu comportamento e emoções (Fiske & Holmboe, 2019). Estudos indicam que as competências das funções executivas começam a se aprimorar ao longo da adolescência e na fase inicial da idade adulta (Fuhrmann *et al.*, 2015; Choudhury *et al.*, 2008; Ahmed *et al.*, 2015). Esse processo de desenvolvimento é sustentado por modificações tanto estruturais quanto funcionais na região frontal do cérebro, desempenhando um papel crucial no funcionamento executivo (Lande *et al.*, 2012).

Um aspecto essencial do funcionamento executivo é a tomada de decisões (McDonagh & Bateman, 2011). Durante a adolescência, os processos de tomada de decisão passam por um notável desenvolvimento cerebral. Pesquisas sugerem que o intervalo temporal entre a puberdade e o desenvolvimento do sistema socioemocional, aliado ao prolongado processo de controle cognitivo, pode influenciar os comportamentos de risco frequentemente associados a essa fase da vida (McDonagh & Bateman, 2011).

¹ As funções executivas correspondem a um conjunto de processos cognitivos básicos que incluem controle da atenção, memória operacional, flexibilidade cognitiva, controle inibitório e inibição cognitiva. Eles se desenvolvem ao longo da vida e são importantes para que possamos resistir a agir impulsivamente, selecionar nosso foco de atenção, pensar criativamente e nos adaptar às situações de mudanças.

A adolescência é, naturalmente, uma fase da vida associada a incertezas e, ao mesmo tempo, a uma maior independência e à necessidade de tomadas de decisões acerca do futuro. Evidências sugerem que os processos de tomada de decisão estão mudando nesta fase da vida e as suas bases neurobiológicas diferem do cérebro adulto (Hartley & Somerville, 2015; Johnson *et al.*, 2009). Características da adolescência, como a reatividade à recompensa, a tolerância à incerteza e avaliações experimentais de valor e risco (Hartley & Somerville, 2015), podem estar presentes nesta fase. A habilidade de tomada de decisão ainda não está completamente desenvolvida, considerando que as conexões entre o córtex pré-frontal e outras áreas cerebrais, assim como funções executivas, conforme previamente mencionado, ainda estão em desenvolvimento.

Apesar do tamanho do cérebro do adolescente ser similar ao do adulto, mudanças dinâmicas na estrutura, função e conectividade, bem como nos sistemas neuromoduladores, ocorrem nesta fase (Giedd *et al.*, 1996, 1999; Casey *et al.*, 2000; Ostby *et al.*, 2011 & Tamnes *et al.*, 2010). No córtex frontal, os volumes de substância cinzenta cerebral atingem um pico entre os 11 e 12 anos (Lenroot & Giedd, 2006). No entanto, posteriormente, conexões raramente usadas são seletivamente eliminadas, o que é positivo, pois torna o cérebro mais eficiente, permitindo que ele mude estruturalmente em resposta às demandas do ambiente (Spear, 2000). As evidências atuais sugerem que o córtex pré-frontal, região que coordena processamentos cognitivos de alta complexidade e funções executivas, permanece em grande desenvolvimento até os 20 anos ou mais (Rubia *et al.*, 2000; Sowell *et al.*, 2003).

Além das funções executivas e das mudanças morfológicas cerebrais, esta fase da vida também se caracteriza por flutuações hormonais, as quais influenciam e são influenciadas pelo Sistema Nervoso (SN). Ocorrem modificações na estrutura corporal, muitas delas relacionadas ao pico de hormônios sexuais que leva ao surgimento dos caracteres sexuais secundários; este surgimento pode variar de adolescente para adolescente, mas acontece em algum momento desta fase, marcando a transição entre a infância e a vida adulta (Amaral, 2007). Estas flutuações hormonais, em conjunto com os demais fatores biológicos e psicossociais, também provocam mudanças de humor que impactam na tomada de decisão, nos processos neurais e no cotidiano, inclusive o escolar; e geram, muitas vezes, sentimento de ansiedade e depressão (Amaral, 2007; Brasil, 2008).

Outro aspecto a se considerar, pois repercute diretamente na organização escolar, diz respeito ao ciclo sono e vigília e a atenção. A quantidade e a qualidade do sono são fatores importantes que determinam nossa capacidade de desenvolver as atividades diárias com atenção e sucesso (Alfonsi et al., 2020; Cappello, 2020). Esta importância é facilmente percebida quando comparamos nosso desempenho em diferentes atividades diárias, no trabalho ou na escola, após uma noite bem dormida ou depois de uma noite mal dormida. O sono influencia nossos níveis de atenção, humor, bem-estar, entre outros (Li et al., 2013). As repercussões do sono em nossa capacidade de aprendizagem também são óbvias (Alhora & Polo-Kantola, 2007). Muitas horas sem dormir implicam na redução de nossa atenção, capacidade de aprender e memória (Alhora & Polo-Kantola, 2007). Na adolescência os ritmos circadianos ficam naturalmente atrasados, contribuindo para que haja uma preferência noturna (ou seja, o cronotipo vespertino) durante essa idade (Logan et al., 2017). A organização do tempo escolar deveria considerar os padrões de sono e as necessidades de cada fase da vida, priorizando as práticas que levam a bons hábitos de sono. Assim, especialmente para o ensino dos adolescentes, a organização das aulas e do espaço escolar representa um desafio. Os professores precisam buscar ferramentas engajadoras, que motivem o envolvimento dos estudantes com a aula e atividades propostas. Estes e outros temas são tópicos de estudo da neurociência.

1.2 Variáveis que influenciam a aprendizagem

O cérebro recebe, constantemente, dados sobre como o corpo responde às experiências, inclusive aquelas ligadas à aprendizagem. As emoções são o reflexo da interpretação que o cérebro faz das mudanças físicas momentâneas e atribuem significado às nossas interações e ações, definindo o valor que algo tem para nós. Dessa forma, agem como um alerta interno, moldando nossos comportamentos diante dos desafios (Esperidião-Antônio et al., 2008; Venkatraman et al., 2017). As emoções se materializam por meio de mudanças fisiológicas periféricas, como o aumento da frequência cardíaca e respiratória, sudorese excessiva, alterações físicas ou sensações no sistema digestivo, entre outros. Essas alterações estão ligadas à nossa consciência emocional - é como o cérebro percebe esse estado funcional (Canteras & Bittencourt, 2008; Tsakiris & Critchley, 2016). Frequentemente, identificamos essas emoções e as traduzimos em sentimentos específicos, como raiva, vergonha, tristeza,

alegria, entre outros.

Diversas estruturas do sistema nervoso estão envolvidas na regulação das emoções, incluindo aquelas relacionadas ao sistema límbico (figura 1). Em conjunto, essas estruturas avaliam o valor das interações e direcionam nossos comportamentos, sinalizando o que é digno de ser memorizado e, como resultado, aprendido (Pessoa & Adolphs, 2010; Cosenza & Guerra, 2011). Dentre essas estruturas, destacam-se a amígdala cerebral e o núcleo accumbens. A amígdala, em especial, avalia se os estímulos, que geram emoções positivas ou negativas, podem ou não ameaçar a sobrevivência. Sua ativação vai influenciar a atenção, percepção, motivação, memória e até mesmo o metabolismo, preparando-nos para reagir de forma adaptativa.

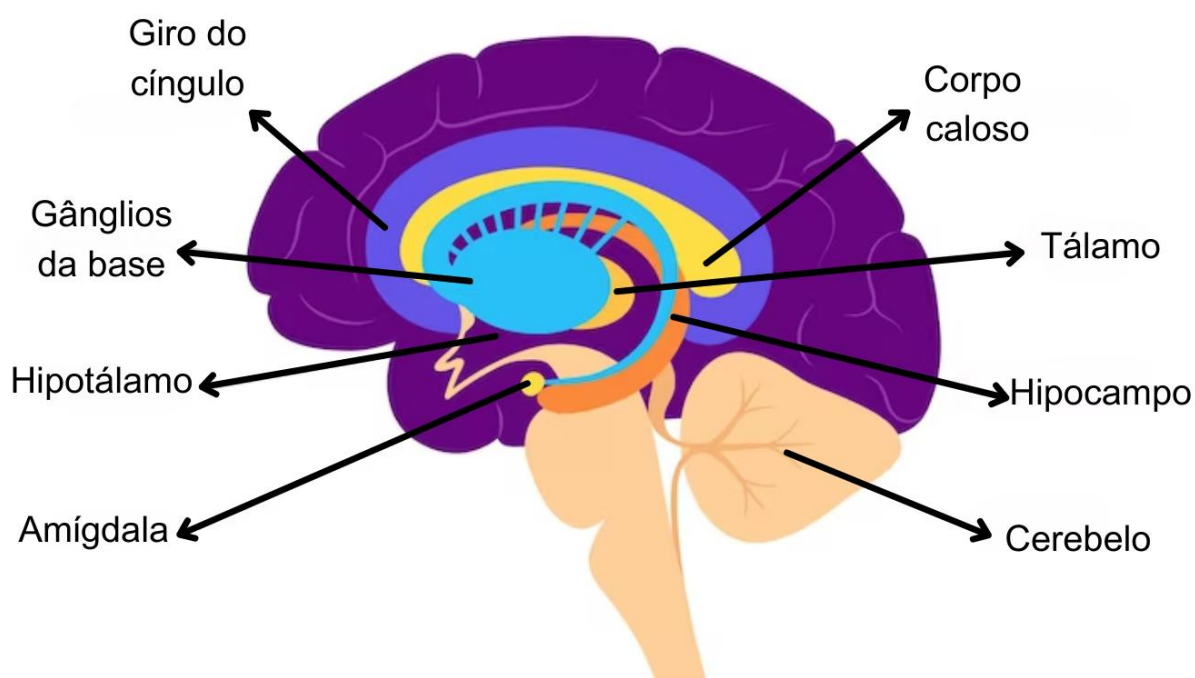


Figura 1: Sistema Límbico. Fonte:Freepik. Elaborado pela autora (2024).

Por outro lado, o sistema de recompensa, quando ativado, induz sensações de prazer e bem-estar. Isso ocorre em resposta a estímulos que percebemos como positivos ou significativos (figura 2). Por exemplo, quando um indivíduo se prepara e estuda para uma prova de matemática e, assim, obtém um bom resultado, uma sensação de prazer, satisfação e bem-estar comunica ao cérebro que o comportamento de estudar foi bem-sucedido e, portanto, deve ser repetido para

alcançar o sucesso novamente (Arias-Carrión *et al.*, 2010). Isso gera motivação. Assim, a motivação é a antecipação da ativação do sistema de recompensa, impulsionando-nos à ação. É o que nos incentiva a enfrentar desafios, dedicando-nos ao trabalho, aos estudos e às novas experiências (O'Doherty *et al.*, 2017; Weymar & Schwabe, 2016). Um dos fatores que influenciam a motivação é a crença na nossa capacidade de realizar determinada tarefa ou lidar com uma situação, o que chamamos de autoeficácia. A percepção dessa capacidade aumenta a motivação e nos predispõe a repetir a experiência (Bejjani *et al.*, 2019).

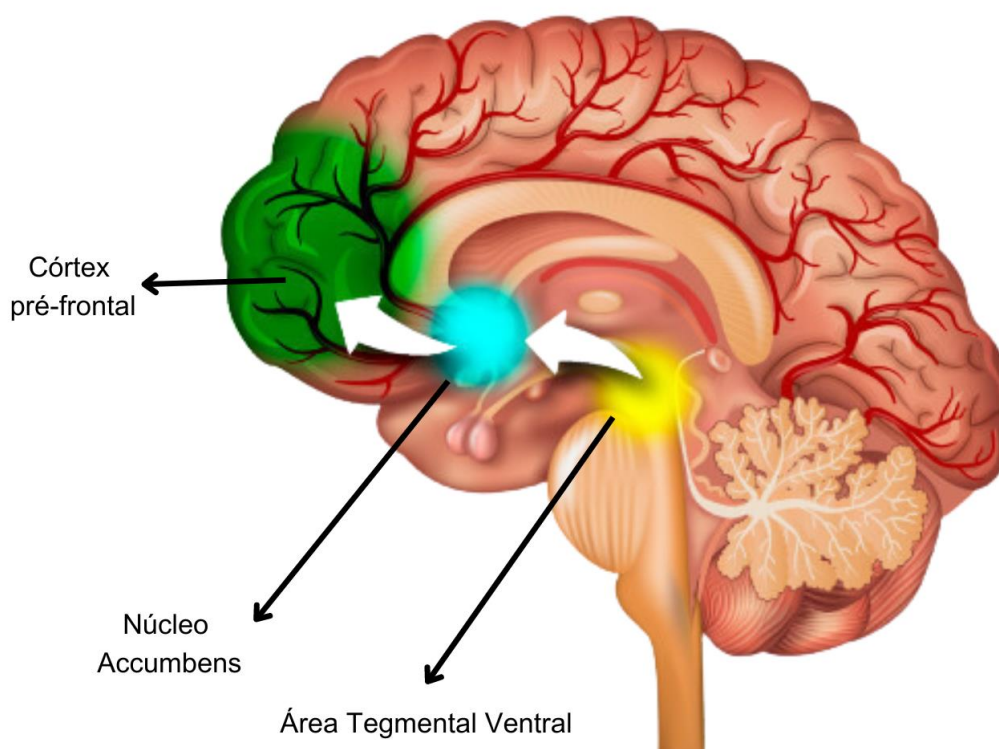


Figura 2: Sistema de Recompensa. Fonte: Freepik. Elaborada pela autora (2024).

A ativação do sistema de recompensa desempenha um papel fundamental na aprendizagem, facilitando os processos técnicos necessários para que ela ocorra e estimulando o engajamento e a dedicação do estudante (Braver *et al.*, 2014). Quanto mais nos empenhamos, mais consolidamos o aprendizado e ampliamos nossas chances de sucesso. Essa interação entre aplicação, prática e resultados positivos, cria um ciclo virtuoso que beneficia a aprendizagem (Hidi, 2016). A ativação do sistema de recompensa no aluno pode ser incentivada por atividades interessantes, experiências que fortalecem a autoeficácia e pelo *feedback* positivo dos professores. Este último é crucial, pois ao encorajar o erro como uma oportunidade de

aprendizagem, os estudantes perdem gradualmente o medo de errar e ganham confiança em suas habilidades, explorando novos caminhos para fortalecer seu aprendizado (Mizuno *et al.*, 2008).

Outro elemento essencial para favorecer a aprendizagem, é a empatia do professor, além de um ambiente seguro e de apoio nas salas de aula. O professor deve estar atento às emoções dos alunos, criando condições que promovam o bem-estar individual e coletivo (Hohnen & Murphy, 2016). As emoções desempenham um papel fundamental na aprendizagem e o conhecimento neurocientífico confirma a ligação intrínseca entre emoção e cognição (Telzer, 2016), como preconizado por pesquisadores anteriores, como Vygotsky, 2003. As regiões envolvidas no processamento emocional têm conexões e influenciam outras áreas do sistema nervoso relacionadas às funções mentais, como memória, percepção, linguagem, planejamento lógico-matemático e planejamento de comportamentos e execução motora (Benningfield *et al.*, 2015). A atividade nessas áreas emocionais pode modificar o desempenho cognitivo do indivíduo e vice-versa, pois nossos pensamentos e percepções influenciam nossas emoções. Por isso, emoção e raciocínio estão sempre interligados. Ambientes de aprendizagem que são prazerosos, estimulantes e desafiadores, seguidos de sensações de bem-estar pela resolução de problemas, juntamente com o afeto, ou mesmo com um nível de estresse transitório diante de desafios superáveis, são mais eficazes (Smiderle *et al.*, 2020). Por outro lado, algumas situações como baixa autoestima, estresse demasiado e ansiedade já se mostraram como pontos negativos no que se refere à aprendizagem (Casey *et al.*, 2019).

O cérebro humano é composto por uma rede complexa de circuitos neurais que se comunicam entre si e podem ser modificados pela experiência. Estímulos inéditos desencadeados por novas experiências podem criar novos caminhos no cérebro, reorganizando as conexões entre os neurônios. Se esses novos caminhos forem importantes, eles serão fortalecidos e consolidados, formando a base da memória (Rolls, 2015). A atenção seletiva determina quais experiências serão codificadas e registradas como memória. O cérebro possui diferentes regiões envolvidas na formação de memórias de curta e longa duração, sendo as últimas responsáveis por nossas memórias mais permanentes (DePasque & Tricomi, 2015).

1.3 O ensino na fase da adolescência e as tecnologias

Embora a era digital tenha modificado significativamente o panorama educacional, é importante considerar com cautela a ideia de que os adolescentes, frequentemente rotulados como "nativos digitais", possuem habilidades inatas em tecnologias da informação (TI). Pesquisas, como as realizadas Kirschner *et al.*, (2017), demonstram que a premissa dos "nativos digitais" é um mito, sugerindo que não existe uma correlação direta entre o crescimento na era digital e uma proficiência inerente ou avançada com tecnologias digitais. Kirschner argumenta que, embora os jovens possam estar cercados por tecnologia desde cedo, isso não garante automaticamente habilidades tecnológicas sofisticadas ou a capacidade de utilizar essas tecnologias de maneira crítica e eficaz para fins educacionais. Portanto, é crucial que os educadores reconheçam as variações nas habilidades digitais entre os estudantes e evitem presumir que a exposição constante à tecnologia se traduza em uma aprendizagem mais efetiva. Em vez disso, as estratégias pedagógicas devem ser cuidadosamente adaptadas para não apenas incorporar tecnologia de maneira que promova a aprendizagem ativa, mas também para apoiar o desenvolvimento de habilidades críticas de TI, assegurando que todos os alunos possam se beneficiar plenamente das oportunidades educacionais na era digital (Osiurak *et al.*, 2018; Loh & Kanai, 2016; Martin & Bolliger, 2018; Borja *et al.*, 2020). A tecnologia digital, incorporada ao processo educacional, oferece uma variedade de ferramentas e práticas que transformam as práticas de ensino e aprendizagem. Estas tecnologias incluem aplicações baseadas na internet, programas de computador e plataformas de mídia social que proporcionam oportunidades para aprendizado interativo, projetos colaborativos e instrução personalizada. Estudos de neuroimagem revelam que o uso da internet e das TIs altera a eficiência na busca de informações, correlacionando-se com mudanças na mielinização de feixes de axônios (Dong *et al.*, 2017). Isso sugere uma adaptação do cérebro humano ao ambiente tecnológico, impactando a aprendizagem e a memória.

Durante a adolescência, essa fase marcada por tantas mudanças cognitivas, emocionais e sociais significativas, a integração de TI no ensino é particularmente benéfica. Essas tecnologias permitem um aprendizado mais ativo e colaborativo, incentivando os alunos a assumirem o controle de seu processo educacional e a

explorarem áreas de interesse pessoal. A pesquisa de Sparrow *et al.* (2011) indica que a internet se tornou uma forma de memória transitória externa, alterando os processos de memória humana. Isso ressalta a necessidade de uma abordagem equilibrada no uso da tecnologia na educação, onde os benefícios oriundos da utilização dessa ferramenta, devem ser balanceados com o desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais, como memória e atenção.

A adoção de tecnologias no ensino não apenas aborda os desafios enfrentados pelos educadores ao alcançar e envolver adolescentes, mas também cria pontes entre métodos de ensino tradicionais e o mundo digital. A interação social, potencializada pelas TI, desempenha um papel crucial na aprendizagem, assim como, a interação social qualificada é capaz de modificar a atividade cerebral, melhorando a comunicação, o foco de atenção, o engajamento e a motivação (Falk & Bassett, 2017). Isso destaca a importância de incorporarmos tecnologias educacionais que, para além da incorporação de instrumentos tecnológicos, promovam a comunicação e a colaboração entre os estudantes.

A seleção cuidadosa de tecnologias e práticas emergentes é fundamental para maximizar seu potencial educativo. Borja *et al.* (2020) enfatizam que a escolha de ferramentas e práticas deve ser baseada em objetivos claros de aprendizagem. Ferramentas como Mentimeter, Socrative, Luddichart, Jam Board, Padlet, Kahoot e Plickers permitem a participação ativa dos alunos e oferecem meios para monitorar o comportamento e o progresso dos alunos em tempo real, fornecendo feedback imediato. Essas tecnologias apoiam os educadores na personalização do conteúdo e na promoção de uma aprendizagem mais inclusiva e reforçada. Já sabemos que a emoção é um aspecto fundamental da aprendizagem, influenciando áreas cerebrais envolvidas com a tomada de decisão e o planejamento de ações (Firth *et al.*, 2019). A tecnologia pode ser utilizada para criar experiências de aprendizagem mais envolventes e emocionalmente significativas, promovendo uma aprendizagem mais profunda e eficaz. Além disso, a motivação é outro fator chave influenciado pelo uso da tecnologia. As novas tecnologias têm o potencial de personalizar o ensino, promover a aprendizagem colaborativa e a autonomia dos estudantes (Wilmer *et al.*, 2017), e devem ser consideradas no ensino de adolescentes.

Nesse sentido, a pesquisa de Henkel (2014) revela que a dependência da tecnologia para o registro de informações pode levar a um esforço reduzido no

processamento e armazenamento de informações na memória. Isso ressalta a importância de ensinar aos estudantes como usar a tecnologia de maneira eficaz, sem que se tornarem excessivamente dependentes dela como uma fonte externa de memória. O comportamento multitarefa, comum no uso de tecnologias digitais, também pode interferir na capacidade dos estudantes para o processamento cognitivo e afetar negativamente o desempenho acadêmico (Cain *et al.*, 2016; Demirbilek & Talan, 2018). Isso destaca a necessidade de estratégias educacionais que promovam a concentração e o foco, minimizando as distrações e o comportamento multitarefa.

A cognição social e a tecnologia estão intrinsecamente ligadas. As mídias sociais, por exemplo, oferecem novas formas de interação social que podem influenciar o funcionamento cerebral (Meshi *et al.*, 2015). É importante que os educadores estejam cientes dos efeitos positivos e negativos das mídias sociais na cognição social dos adolescentes, especialmente considerando que as áreas cerebrais relacionadas ao sistema de recompensa e ao controle inibitório ainda estão em desenvolvimento nesta fase (Giedd, 2012). A inclusão de tecnologias educacionais que promovam interações sociais saudáveis e colaborativas pode maximizar o potencial de aprendizagem individual através da interação social.

1.4 Neurociência, inovação, ensino e os neuromitos

O potencial do casamento entre os benefícios da tecnologia e da neurociência ficou claro na segunda década do século XXI. Um relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (2017) sugeriu que duas áreas de necessário crescimento na formação de professores eram a tecnologia e a neurociência. No entanto, a combinação das duas representa um desafio (Tokuhamas-Espinosa, 2020). Hoje, não há dúvidas de que a inclusão das tecnologias na educação é essencial, mas também é essencial o papel do professor. Os professores podem ser considerados “melhoradores cognitivos” em potencial, pois auxiliam na mudança do cérebro dos alunos para promover a aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades e competências (Howard-Jones *et al.*, 2020). A convergência da neurociência da aprendizagem e das tecnologias emergentes pode ser um diferencial no aprendizado dos estudantes (Howard-Jones *et al.*, 2020). No entanto, um balanço entre o uso de

tecnologias e interação humana é requerido para criar engajamento dos estudantes na aprendizagem – aspecto que frisa a importância do docente (Hughes, 2020).

Assim, é fundamental que os professores, principais mediadores do aprendizado em espaços formais, conheçam as partes e o funcionamento do cérebro e que levem em consideração as características de cada fase da vida, bem como as individualidades de seus estudantes, para que, com isso, possam aumentar a motivação dos mesmos para a aprendizagem, podendo utilizar tecnologias e práticas de ensino mais eficientes (Sternberg, Grigorenko, 2003). Isto é importante também porque as estratégias de ensino atualmente utilizadas junto aos estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, incluindo as metodologias de ensino, têm sido consideradas pouco efetivas, contribuindo para perdas de estudantes por abandono, crescimento das taxas de reprovação etc., como apontam dados do Censo Escolar 2021.

Considerando os conceitos apresentados, e conforme colocam Filipin *et al.* (2016, p. 15), “a neurociência está mais presente no cotidiano das pessoas do que imaginamos”. Isto porque a neurociência explica fenômenos cotidianos, como a atenção que mantemos a determinados estímulos, a capacidade de aprender algumas coisas e outras não, o sono que sentimos, etc. Esses conhecimentos acerca do funcionamento do cérebro e do SN sempre geraram muita curiosidade na população, fazendo com que sejam frequentemente abordados pela mídia, muitas vezes de forma equivocada, gerando neuromitos² (Howard-Jones, 2016). A internet também contribui, pois torna disponíveis informações válidas e inválidas. Sendo assim, mais do que nunca, é importante ensinar aos estudantes a importância e como investigar as informações que eles encontram, a fim de verificar sua veracidade e relevância (Linn *et al.*, 2020).

Alguns neuromitos são facilmente disseminados e enraizados na sociedade. Como exemplo, temos a clássica ideia de que as emoções são controladas pelo coração, enquanto a razão, uma entidade completamente oposta à emoção, pelo cérebro, quando sabemos que, na verdade, estas duas funções não podem ser separadas, e ambas dependem de estruturas encefálicas (Carboni, Maiche & Valle-

² Neuromito são conceitos errados comuns sobre o cérebro “gerados por um mal-entendido, uma leitura errada ou uma citação errada de fatos cientificamente estabelecidos” Este conceito foi proposto pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, em 2002.

Lisboa, 2021).

Diversos conceitos relacionados às funções cerebrais e a fatores que podem garantir e/ou contribuir com a manutenção e/ou melhora da saúde mental, se difundidos entre professores, estudantes e entre a comunidade em geral, podem contribuir para uma melhor qualidade de vida, saúde e educação. Uma vez entendendo como o cérebro e o SN funcionam podemos ter atitudes que contribuam para que o aprendizado seja mais favorável e para que tenhamos uma vida mais saudável (Torrijos-Muelas, González-Villora & Bodoque-Osma, 2021).

De fato, os professores se interessam por saberes da neurociência (esse interesse, que pode ser intensificado -neurofilia), foi observado entre professores; ele representa uma atração quase magnética pelo cérebro e suas funções, que desperta nos educadores uma curiosidade e um desejo de aplicar esses conhecimentos no contexto educacional (Luiz, Lindell & Ekuni, 2020). Esse fascínio, contudo, pode ter um lado desafiador, pois, sem uma base sólida em neurociência, os professores podem ser mais suscetíveis a crer em neuromitos ou em abordagens ou técnicas supostamente “baseadas no cérebro”, acreditando que a inclusão de termos ou imagens cerebrais em materiais didáticos e produtos educacionais os torna mais eficazes ou cientificamente válidos. Apesar desse interesse ser positivo em sua essência, ele destaca a importância de fornecer aos professores uma formação robusta e crítica em neurociência, para que possam diferenciar informações científicas precisas de alegações infundadas, melhorando assim suas práticas pedagógicas com base em evidências científicas confiáveis (Luiz, Lindell & Ekuni, 2020).

Neste sentido, é extremamente importante que as descobertas científicas sejam divulgadas de forma adequada à população. Candotti (2002, p. 17) acredita que “a circulação das ideias e dos resultados de pesquisas é fundamental para avaliar o seu impacto social e cultural, como também para recuperar, por meio do livre debate e confronto de ideias, os vínculos e valores culturais que a descoberta do novo, muitas vezes rompe ou fere”. Para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1997, p. 598), “deve-se ajudar o público a comunicar à comunidade científica e tecnológica suas opiniões sobre como a ciência e a tecnologia podem ser melhor gerenciadas para influir beneficentemente na vida dele”. Assim, a popularização da ciência assume um caráter fundamental, porque permite uma proximidade das pessoas com o discurso da ciência, desvendando o seu caráter

histórico e humano, a sua proximidade com o senso comum, sem o qual perderia todo o sentido.

1.5 A neuroeducação

Ao longo dos últimos anos, as descobertas da neurociência ultrapassaram os nichos acadêmicos especializados nessa temática e se estenderam à profissionais de outras áreas de conhecimento, como os professores, que puderam se identificar como agentes indutores das mudanças neurobiológicas que levam à aprendizagem. Com isso, emergiram também muitas dúvidas, como por exemplo: Qual a real contribuição da neurociência para a educação? O conhecimento do funcionamento do cérebro pode contribuir para o processo ensino-aprendizagem mediado pelo educador? O funcionamento do cérebro muda nas diversas fases da vida? Como os conhecimentos da neurociência podem influenciar a organização curricular e escolha de metodologias de ensino?

Segundo Dalgalarrrondo (2008), a aprendizagem e a aquisição de conteúdos teóricos estão relacionadas com diversas regiões do encéfalo, principalmente com estruturas do cérebro e sistema límbico, como hipocampo, a amígdala e o córtex entorrinal. Relvas (2011) destaca ainda que a aprendizagem está intimamente ligada com a neurociência celular, evidenciando a importância dos neurônios, células do SN que tem a função de processar, receber e enviar informações. Essa transmissão de informações entre neurônios ocorre através de sinapses, pelas quais os neurônios podem induzir ou inibir a despolarização do neurônio seguinte, interferindo no processamento neural. O tipo e o grau de significado da informação recebida através dos sentidos, são alguns dos aspectos que podem interferir no processamento neural da informação e, portanto, na sua aquisição e consolidação, o que culminaria na aprendizagem.

O desenvolvimento da aprendizagem, considerando os sistemas e mecanismos da cognição, é um processo no qual se associam novos eventos para aquisição de novos conhecimentos (Mora, 2004). Este processo envolve a neuroplasticidade, que é a capacidade de modificação da estrutura cerebral de quem aprende, diante de novos estímulos ou experiências vivenciadas (Sosa *et al.*, 2014). Neste sentido, é indiscutível a importância da compreensão do funcionamento do

cérebro e do SN para elaboração de novas estratégias pedagógicas com viés de facilitação do processo ensino-aprendizagem das diferentes disciplinas. No contexto atual, isto é ainda mais desafiador, de forma que um melhor entendimento de como o cérebro aprende poderia enriquecer os conhecimentos docentes, tornando o ensino mais efetivo (Marope, 2020). As descobertas na área da neurociência mostram que o entendimento de como acontecem os processos de aprendizagem no cérebro pode ser um facilitador para os professores, contribuindo na elaboração de atividades, com metodologias diferenciadas, que otimizem o potencial dos estudantes, tornando o seu trabalho e a aprendizagem mais significativos (Filipin *et al.*, 2017); reconhecer as características e interesses do cérebro em cada fase da vida também é um aspecto importante.

Corroborando com isso, Desautels (2023) (2014) cita que atividades prazerosas em um processo de ensino dinâmico e criativo, podem provocar alterações positivas nas conexões sinápticas (neuroplasticidade), fortalecendo e facilitando essas sinapses, colaborando com a melhora no funcionamento cerebral. Conhecer o cérebro adolescente, bem como as características e interesses desta fase, contribui para o planejamento destas atividades. O cérebro participa ativamente do processo de aprendizagem, assim como do ensino, pois trata-se, aqui, de um processo de mão dupla, tanto o cérebro do aprendiz quanto o do educador são influenciados e modificam-se mutuamente neste processo. Sabendo do papel neurobiológico do cérebro, é importante entender melhor o funcionamento deste órgão e como ele colabora com a aprendizagem; para tal, é preciso conhecer minimamente a sua anatomia e a sua fisiologia (Grossi, Lopes, Couto, 2014) e entender como ele é influenciado por fatores emocionais, sociais etc.

Nessa perspectiva, Tokuhamas-Espinosa (2008) propõe a integração de três áreas: a psicologia, a educação e a neurociência, constituindo a neuroeducação como uma área interdisciplinar com a finalidade de abordar o conhecimento e a inteligência (figura 3). Essa mesma autora contribui para os debates sobre o papel das emoções no aprendizado dos/as estudantes, na motivação/mobilização para o conhecimento (figura 3). A referida autora enumera princípios básicos da neuroeducação que contribuem para o processo de aprendizagem e para a melhoria da prática educativa, entre eles: “estudantes aprendem melhor quando são altamente motivados; o tom de voz de outras pessoas é rapidamente julgado no cérebro como ameaçador ou não-

ameaçador; as faces das pessoas são julgadas quase que instantaneamente (*i.e.*, intenções boas ou más); o *feedback* é importante para o aprendizado; as emoções têm papel-chave no aprendizado; o movimento pode potencializar o aprendizado; o humor pode potencializar as oportunidades de aprendizado; (...) ” (Tokuhamma-Espinosa, 2008, p. 78).

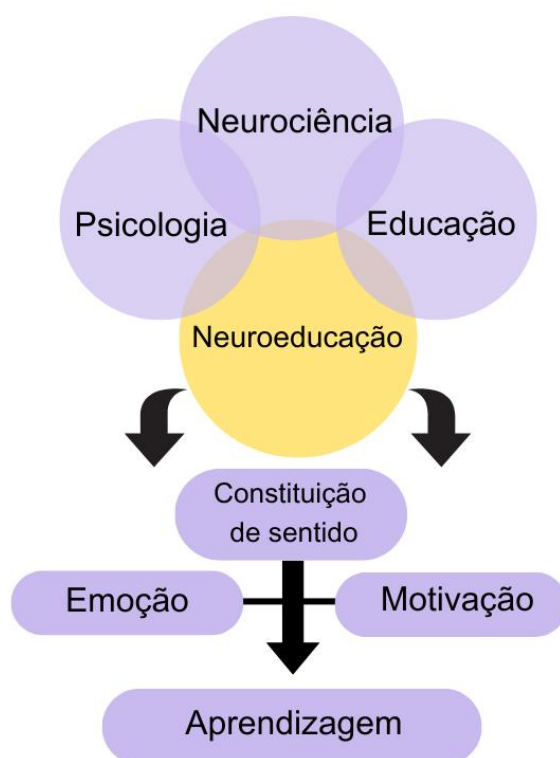


Figura 3: A interdisciplinaridade da neuroeducação e a constituição de sentido na aprendizagem.

Fonte: Elaborada pela autora (2024), adaptada de Tokuhamma-Espinosa (2008).]

A integração da neurociência na formação de professores é crucial, mas enfrenta uma significativa barreira devido à ausência de conteúdo neurocientífico nos currículos de formação docente. Essa lacuna limita a habilidade dos educadores de implementar estratégias pedagógicas eficazes que otimizem a aprendizagem e o bem-estar dos estudantes, visto que, muitos programas de formação de professores falham em incluir a neurociência, apesar dos seus claros benefícios para o ensino e a aprendizagem (Coch, 2018).

Esta desconexão entre os avanços científicos e sua aplicação prática na educação destaca a necessidade urgente de atualizar e revisar os programas de formação docente para incluir conhecimentos fundamentais sobre como o cérebro aprende. A falta de uma base em neuroeducação pode restringir os educadores de desenvolver plenamente suas capacidades pedagógicas, limitando assim o potencial de aprendizado dos alunos (Dubinsky et al., 2013).

Além disso, a pesquisa de Goswami (2006), destaca a dificuldade em transpor os conhecimentos neurocientíficos para a sala de aula. Goswami critica a proliferação de métodos de "aprendizagem baseada no cérebro" que contêm neuromitos, enfatizando a importância de uma colaboração efetiva entre neurocientistas e educadores para assegurar que as descobertas neurocientíficas sejam corretamente compreendidas e aplicadas (Goswami, 2006).

Portanto, torna-se imperativo que as instituições de formação docente, em colaboração com a comunidade científica, desenvolvam currículos que abordem diretamente a aplicação da neurociência na educação. Essa reformulação não só enriqueceria o conhecimento dos professores, mas também transformaria as práticas educacionais, alinhando-as com as evidências científicas mais atuais sobre os processos de aprendizagem, beneficiando assim professores e estudantes (Tham et al., 2019; Dubinsky et al., 2019).

1.6 Justificativa

A inclusão da neurociência na formação dos professores e sua consideração no ambiente escolar é importante, e traz contribuições para escola, estudantes, professores e neurocientistas. Conhecer a organização e as funções do cérebro, o seu desenvolvimento ao longo da vida, os mecanismos de linguagem, da atenção, da motivação e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, e as dificuldades de aprendizagem, bem como a resposta do SN às intervenções pedagógicas diversas e ao uso de tecnologias, pode contribuir para o cotidiano do educador junto ao aprendiz. Muitas vezes os aspectos neurobiológicos, em conjunto com os sociais, ambientais, afetivos e outros, podem ajudar a compreender problemas de desempenho, reprovação, abandono ou evasão escolar, bem como a delinear possíveis alternativas para evitar tais situações. No entanto, a inclusão de temas relacionados à neurociência na formação inicial do educador ainda é tímida, e, dessa forma, insuficiente para atender às diferentes demandas da aprendizagem para a vida em sociedade (Cosenza & Guerra, 2011).

Além disso, também é importante para os estudantes terem alguns conhecimentos básicos sobre o funcionamento do cérebro. Conhecer conceitos básicos sobre a fisiologia do cérebro ajuda os alunos a desenvolverem habilidades para aprender ao longo da vida e para “aprender a aprender”, aspectos prioritários da Agenda 2030 da ONU (Organização das Nações Unidas) (Mello-Carpes, 2018). As tecnologias emergentes têm potencial para guiar os estudantes para auto-direcionar seu aprendizado ao longo da vida (Linn *et al.*, 2020). Além disso, a neurociência pode ajudar os estudantes a entender a importância das emoções, motivação e hábitos de saúde para o aprendizado e a memória, e pode ajudá-los a interpretar criticamente a informação científica, usando os resultados da pesquisa com responsabilidade e identificando neuromitos frequentemente disseminados e propagados pela mídia (Mello- Carpes, 2018).

Em vista disso, é fundamental discutir como a neurociência aplicada à educação pode contribuir com a inovação pedagógica e a qualificação do processo ensino-aprendizagem, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental. Da mesma forma, é importante avaliar o impacto de ações que promovam a

neuroeducação junto aos professores desta etapa escolar. Cabe destacar que, no contexto educativo, além do papel do professor, existem várias funções e cargos que contribuem para a gestão e o funcionamento efetivo das escolas. Um desses papéis cruciais é o dos gestores pedagógicos, responsáveis pela supervisão e coordenação das atividades educativas numa escola, desempenhando um papel vital na garantia do cumprimento das metas e objetivos educativos, na implementação das orientações curriculares e na avaliação da eficácia dos métodos de ensino (Bouchamma et al., 2014). Esses profissionais estão envolvidos nas práticas e métodos de ensino dos professores e no processo de tomada de decisões (Lück, 2008). Os gestores pedagógicos trabalham em estreita colaboração com os professores para prestar apoio e orientação no seu desenvolvimento profissional. O papel dos gestores pedagógicos na sala de aula é multifacetado, podendo observar e avaliar as práticas de ensino dos professores, dar feedback construtivo e oferecer orientação sobre estratégias de ensino eficazes (Saaranen et al., 2013). Portanto, além de capacitar professores, capacitar gestores é importante, pois tem um potencial efeito multiplicador, uma vez que se espera verificar impactos nas práticas dos diversos professores e turmas escolares com as quais o profissional trabalha.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Promover ações de formação em neurociência aplicada à educação envolvendo gestores educacionais e professores dos anos finais do Ensino Fundamental da Educação Básica, e avaliar o impacto das mesmas nos seus conhecimentos de neuroeducação.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta dissertação abrangem:

- Identificar os conhecimentos de gestores pedagógicos e professores acerca de temas básicos da neurociência relacionados à educação;

- Identificar se os professores tiveram acesso a conhecimentos relacionados à neurociência durante sua formação inicial e/ou continuada;
- Identificar a percepção dos professores acerca de como a neurociência pode contribuir com a educação;
- Avaliar o nível de compreensão dos professores nas crenças e práticas de neuromitos educacionais, visando fornecer *insights* para o planejamento da formação em neuroeducação;
- Contribuir para a formação continuada de gestores pedagógicos em neurociência aplicada à educação, com potencial efeito multiplicador no campo escolar;
- Contribuir para a formação continuada dos professores no que se refere à neurociência e sua relação com o processo de ensinar e aprender, especialmente na adolescência;
- Contribuir para a formação continuada dos professores no que se refere à inovação pedagógica e aplicação de ferramentas no ensino e sua relação com a neurociência da aprendizagem;
- Verificar se um curso de formação continuada em neurociência aplicada à educação voltado para gestores pedagógicos promove ganhos de conhecimento em neuroeducação junto a este público;
- Verificar se um curso de formação continuada em neurociência aplicada à educação voltado para professores de adolescentes promove ganhos de conhecimento em neuroeducação junto a este público.

3. HIPOTÉSES

Considerando os objetivos deste estudo, nossas hipóteses são que:

- Atualmente, a inclusão de temas relacionados à neurociência na formação inicial do educador é pequena e insuficiente para fornecer *insights* acerca de como a neurociência pode contribuir nas escolhas pedagógicas docentes e atender as demandas de ensino-aprendizagem;
- Os gestores escolares e professores têm alguns conhecimentos de neurociência, incluindo funcionamento do cérebro adolescente, e se interessam pelo tema, mas muitos neuromitos ainda persistem na área de educação;
- Incluir a neurociência na formação de professores e gestores educacionais, através de um curso de formação continuada, contribui para o incremento dos conhecimentos de neuroeducação dos mesmos, e, como consequência para a inovação pedagógica;
- A formação em neurociência oferece uma base sólida para práticas educacionais mais informadas e eficazes, resultando em benefícios tangíveis para professores e para a educação como um todo, equipando-os para combater a disseminação dos neuromitos educacionais e para inovar pedagogicamente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Participantes da pesquisa – caracterização da amostra

O presente trabalho foi desenvolvido junto a gestores(as) pedagógicos(as) educacionais da cidade de Uruguai/RS e professores(as) dos anos finais do Ensino Fundamental da rede básica de ensino, em cooperação com a Secretaria Municipal de Educação de Uruguai (SEMED). A SEMED de Uruguai/RS foi apoiadora deste projeto; o grupo proponente tem parceria pré-estabelecida com a rede municipal de ensino da cidade, desenvolvendo diversos projetos em escolas municipais de Uruguai. No total, entre as duas edições do Curso de Neurociência Aplicada à Educação (CNAE) descritas nesta dissertação, contamos com a participação de 56 profissionais da educação, sendo 16 gestores pedagógicos e 40 professores. A participação em nenhuma das edições do CNAE exigia formação em áreas específicas, tampouco conhecimento prévio em temas relacionados à Neurociência. Os gestores pedagógicos participantes da XI edição do CNAE apresentam um perfil diversificado em termos de formação acadêmica. Entre os participantes, 56,25% (n=9) possuem formação em Pedagogia, seguidos por 18,75% (n=3) em Letras e 12,5% (n=2) em Magistério. As áreas de Educação Física e Matemática também estão representadas, cada uma com 6,25% (n=1) dos participantes. Além disso, todos os gestores (100%, n=16) possuíam pós-graduação.

No que diz respeito ao conhecimento e contato com a neurociência, todos os participantes (100%, n=16) afirmaram ter ouvido falar sobre o assunto, o que demonstra uma consciência crescente sobre a importância da neurociência na educação. No entanto, apenas 43,75% (n=7) dos gestores participaram de cursos de formação específicos em neurociência, enquanto a maioria, 56,25% (n=9), não teve essa experiência. Além disso, apenas uma pequena fração, 12,5% (n=2), teve a disciplina de neurociência incluída em sua formação inicial, enquanto a grande maioria, 87,5% (n=16), não teve essa oportunidade.

4.2 Procedimentos

No caso do curso voltado aos gestores pedagógicos, a SEMED cedeu seu

horário de reunião semanal com estes profissionais para realização da formação, assim, todos os gestores da rede municipal de ensino participaram.

No caso do curso voltado aos professores, divulgamos as informações através de um formulário hospedado na plataforma Google Forms, no Instagram do programa POPNEURO (@programapopneuro), além da divulgação presencial nas escolas do município de Uruguaiana/RS. Inicialmente, foram ofertadas 40 vagas e, devido à alta procura, expandimos a oferta total para 60 vagas. Recebemos um total de 71 inscrições ao final do período e, dentre os 60 selecionados, 40 professores iniciaram as atividades. A idade dos participantes variou de 25 a 65 anos, com uma média de aproximadamente 43 anos, indicando uma amostra diversificada em termos de experiência de vida e profissional. Quanto à formação inicial, houve uma variedade, sendo as mais comuns Pedagogia e Letras, e a maioria dos professores (82,9%) possuía pós-graduação. Em relação ao contato com a neurociência, os professores demonstraram variados níveis de familiaridade, com 58,6% relatando um nível de conhecimento 'Baixo' e 39,1% 'Médio' sobre neurociência relacionada à educação de adolescentes. Além disso, a frequência com que liam sobre neurociência variava, com 55,7% lendo 'Às vezes' e 24,3% 'raramente'.

Foram propostas duas ações principais neste projeto: (i) atividades de formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes; e, (ii) atividades de formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes. As ações foram desenvolvidas em edições consecutivas do Curso de Neurociência Aplicada à Educação (CNAE), a XI e XII edições, organizadas pela equipe do Programa de Divulgação da Neurociência – POPNEURO nos anos de 2022 e 2023. O XI e XII CNAE tiveram suas aulas ministradas pelos componentes da comissão organizadora (pós-graduandas na área de ciências biológicas/neurociência, e uma neurocientista, membros da equipe do POPNEURO) e alguns colaboradores, sendo 3 professores com experiência nas áreas de educação e inovação pedagógica, e uma profissional da área da Psicologia (participação na XII edição).

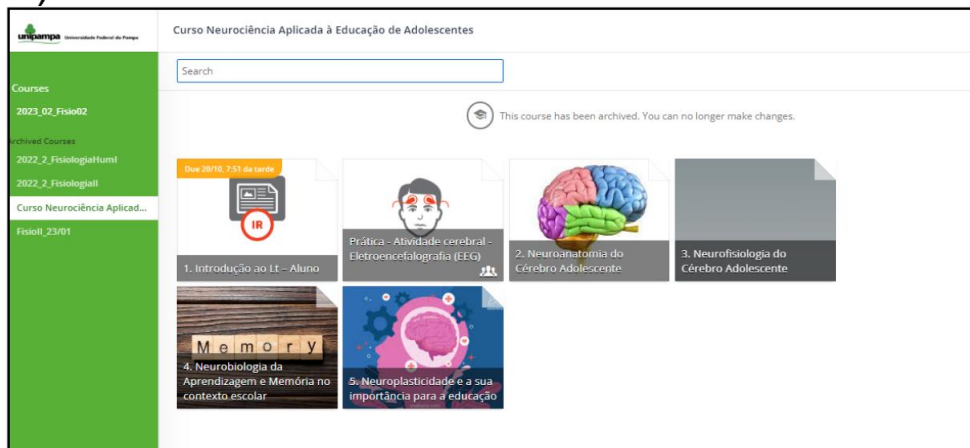
Estas atividades foram realizadas em etapas e momentos específicos, conforme descrito a seguir:

4.2.1 Atividades de formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes

Estas atividades compuseram a XI edição do CNA. Foram realizados 5 encontros presenciais, com duração média de 2,5 horas cada, totalizando 10 horas de aulas, durante os meses de novembro e dezembro de 2022. Os encontros ocorreram nas dependências da SEMED/Uruguaiana.

Para que os participantes obtivessem o certificado do curso, foi exigido um mínimo de 75% de frequências nos encontros. Além disso, foi utilizada a *plataforma Lt*, da *ADInstruments* (<https://accounts.kuracloud.com>) para a realização de atividades assíncronas que complementavam cada encontro e foram pré-requisito para obtenção do certificado. A plataforma Lt foi selecionada devido à oferta de um banco de atividades de fisiologia e neurociência, proporcionando a edição de conteúdo, inclusão de novos materiais e a elaboração de exercícios interativos, com *feedback* imediato aos cursantes (figura 4). Essa escolha baseou-se em experiências anteriores que demonstraram a eficácia desse formato de formação (Lima *et al.*, 2020; Alves *et al.*, 2021; Carrazoni *et al.*, 2021). Os gestores foram apresentados à plataforma em encontro presencial, e também tiveram acesso a uma atividade inicial de familiarização aos recursos da mesma.

A)



B)



C)

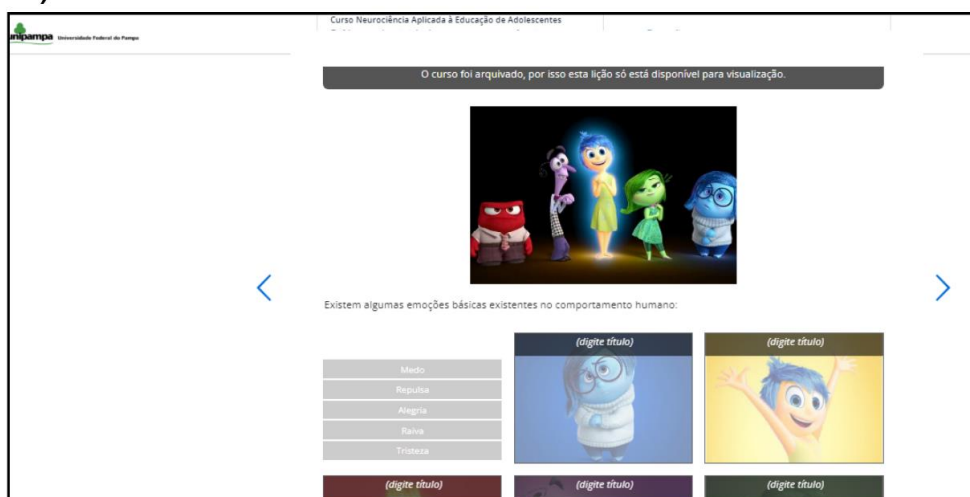


Figura 4. A) Interface da plataforma LTI, da ADInstruments contendo exemplos de atividades assíncronas realizadas durante o CNAE. B) Atividade relacionada ao tópico de neuroplasticidade e sua importância para a educação, os gestores deveriam a partir dos conhecimentos teóricos adquiridos propor estratégias para potencializar o ensino de adolescentes. C) Exemplo de atividade interativa sobre a neurobiologia das emoções, os gestores pedagógicos deveriam indicar as emoções básicas

arrastando as fichas fornecidas para o quadro correto. A atividade fornecia um feedback imediato, permitindo a compreensão de possíveis erros e contribuindo para a consolidação da aprendizagem
Fonte: Arquivo do Programa Popneuro. Elaborada pela autora (2024).

Os gestores pedagógicos trabalham em estreita colaboração com os professores para prestar apoio e orientação no seu desenvolvimento profissional, podendo observar e avaliar as práticas de ensino dos professores, dar feedback construtivo e oferecer orientação sobre estratégias de ensino eficazes. Isso lhes possibilita o entendimento do complexo processo de ensino-aprendizagem, auxiliando assim a relacionar suas práticas em sala de aula com os processos neurobiológicos. Com base nesses fatores, foi construído o cronograma desta edição do curso, que envolveu diferentes módulos temáticos, todos eles incluindo atividades teóricas e práticas:

a) *Introdução à neurociência:* Durante essa etapa introdutória, foram apresentados os fundamentos da neurociência, destacando sua relevância no panorama educacional. Destacou-se a interconexão direta entre os princípios neurocientíficos e os processos de ensino-aprendizagem, realçando seu potencial para otimizar a eficácia da aprendizagem. Além disso, a finalização da aula foi caracterizada pelo relato da coordenadora do curso, cujas experiências no Escritório Internacional de Educação da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), em Genebra/Suíça, no Programa *Science of Learning*, foram discutidas, ofertando uma perspectiva sobre como a aplicação concreta do conhecimento neurocientífico pode influenciar positivamente a gestão, o planejamento e o desenvolvimento da educação. As opiniões dos gestores foram ouvidas e debatidas em grupo, proporcionando *insights* valiosos para o seguimento da formação.

b) *Neurofisiologia e neuroanatomia do cérebro adolescente:* Neste segundo módulo, os gestores educacionais foram conduzidos por uma jornada elucidativa sobre a organização geral do SN. Exploramos os fundamentos de neuroanatomia, abordando desde a estrutura macroscópica, destacando os sulcos e lobos cerebrais, até as principais células do Sistema Nervoso e suas funções específicas. Para tal, utilizamos peças anatômicas do SN, peças 3D para facilitar a compreensão de estruturas microscópicas, como neurônios e células da glia. Na atividade prática "O capacete do cérebro" propomos aos gestores a construção de um modelo de cérebro,

destacando sua anatomia e relembrando suas funções, o que proporcionou uma compreensão tangível e artística desses conceitos fundamentais (Figura 5).

c) *Neuroplasticidade e sua importância para a educação*: Nesta etapa a ênfase recaiu sobre a neuroplasticidade como aspecto fundamental para o desenvolvimento, e as funções executivas, autonomia e o papel crucial do córtex pré-frontal no período de transição biológica, social, afetiva e cognitiva que a adolescência representa. As atividades práticas incentivam a reflexão sobre metodologias de ensino adaptadas a diferentes idades escolares, promovendo uma abordagem prática desses conhecimentos.

d) *Neurobiologia da aprendizagem e memória no contexto escolar*: Neste módulo foram exploradas as bases neurobiológicas da aprendizagem e memória, incluindo dificuldades de aprendizagem, diferentes ritmos de assimilação, transtornos e deficiências. A atenção, o foco e a emoção foram ressaltados como elementos cruciais para a eficácia da aprendizagem, e a conexão entre inovação pedagógica e neurociência foi discutida de maneira aprofundada, culminando com uma análise crítica dos impactos da pandemia no ensino de adolescentes, já que o curso foi ministrado logo após a retomada das atividades presenciais de ensino, assim como a conscientização sobre neuromitos e a promoção de práticas educacionais fundamentadas em evidências.

e) *Neurociência, Currículo e Inovação Pedagógica*: Nesta aula o foco estava em explorar a aplicação dos conhecimentos da neurociência no campo da educação, dentro do contexto da inovação pedagógica, culminando com a conclusão do curso. Ressaltamos a importância de uma abordagem de ensino embasada em evidências para a inovação pedagógica e tecnológica, sublinhando a necessidade de alinhar essas práticas às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A síntese dos diálogos estabelecidos entre neurociência, tecnologia e educação direcionou os participantes a considerar práticas de ensino que não apenas estejam em consonância com as demandas contemporâneas, mas que também maximizem o potencial cognitivo dos estudantes. Atividades práticas (figura 5) foram incorporadas em diferentes momentos pedagógicos, visando promover reflexão e criatividade: no primeiro momento, os participantes experienciaram a abordagem do sensível ao escolherem, de olhos fechados, um objeto relacionado às temáticas do curso, destacando uma palavra-chave; o segundo momento envolveu a metodologia de "estações por rotação", com três grupos desafiados em diferentes estações a realizar

atividades criativas, como criar poesias, acrósticos, textos crítico-reflexivos, representações criativas de memórias emocionais sobre inovação pedagógica, relacionando-as com conhecimentos de neurociência; por fim, o terceiro momento consistiu em uma roda de conversa, onde os participantes sistematizaram suas experiências em palavras-chave, como memória, lembrança, medo, sentimento, curiosidade e surpresa. Essas práticas proporcionaram uma abordagem participativa e colaborativa, enriquecendo a vivência pedagógica dos cursistas.



Figura 5. Atividades práticas desenvolvidas ao decorrer da XI edição do CNAE, voltada à gestores educacionais. Atividades práticas do módulo de "Neurofisiologia e Neuroanatomia do cérebro adolescente", e do módulo "Neurociência, Currículo e Inovação Pedagógica". Elaborada pela autora (2024).

4.2.2 Atividades de formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes:

O principal propósito do Curso de Neurociência Aplicada à Educação (CNAE), que ocorre anualmente na cidade de Uruguaiana/RS por meio do Programa POPNEURO, há mais de uma década, é fornecer capacitação aos professores de Educação Básica (EB) nesse campo específico. Na XII edição, focamos em desenvolver atividades e temáticas voltadas para professores atuantes no 7º e 8º do ensino fundamental, considerando os desafios do ensino nesta fase, na qual os estudantes estão vivenciando a transição da infância para a adolescência.

Nesta edição do CNAE, realizada em 2023, foram conduzidos sete encontros presenciais teórico-práticos, cada um com uma média de 3 horas de duração, totalizando 20 horas de aulas ao longo de cinco semanas. A obtenção do certificado do curso requereu que os participantes alcançassem no mínimo 75% de frequência nos encontros. Além disso, assim como na edição de 2022, foram propostas atividades assíncronas por meio da plataforma *Lt*, da *AD Instruments*; a conclusão dessas atividades também foi um requisito para a obtenção do certificado. A escolha dessa abordagem teve como intuito reforçar os temas abordados nos encontros presenciais, promovendo a consolidação dos conhecimentos por meio de metodologias ativas. Nesse contexto, a tecnologia foi utilizada como uma facilitadora no processo de ensino e aprendizagem docente, permitindo que os professores realizassem as atividades de acordo com sua disponibilidade.

O conteúdo programático da XII edição do CNAE (figura 6), assim como a edição anterior, baseou-se na exploração do cérebro adolescente e suas especificidades, tendo algumas diferenciações em relação ao programa da edição anterior, considerando que esta foi dedicada aos professores, enquanto a primeira aos gestores pedagógicos. Desta forma, apesar dos conteúdos de neurociência serem semelhantes, a abordagem, exemplificação e as experiências compartilhadas diferiram. Ainda, nesta edição foi incluído um módulo para discussão de fatores biopsicossociais e seu desenvolvimento no período da adolescência.

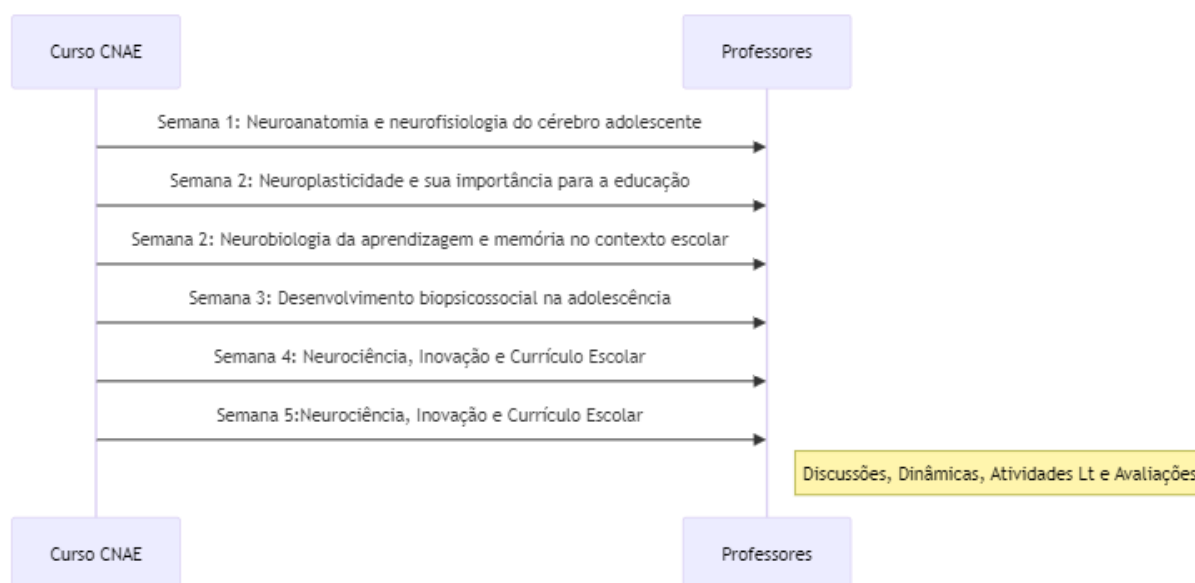


Figura 6 - Diagrama do conteúdo programático da XII edição do Curso de Neurociência Aplicada à Educação de Adolescentes, voltada a professores da Educação Básica. Elaborada pela autora (2024).

Na primeira semana do curso conduzimos o encontro introdutório, apresentando o programa POPNEURO, destacando a relevância da neuroeducação, a persistência de neuromitos na educação, a programação do curso, a carga horária, a metodologia adotada, entre outros aspectos essenciais. Para tal, após a explanação do conteúdo programático, os professores foram estimulados a participar de atividade(s) prática(s) em diferentes momentos.

i. “O que é neurociência?”: Antes de introduzir os conceitos de neurociência, os cursistas foram questionados sobre o que eles já conheciam sobre o tema. Para esta atividade, cada cursista foi convidado a acessar um QR Code onde foi conduzido à uma página do site Mentimeter (<https://www.mentimeter.com/>), os mesmos foram orientados a responder, utilizando uma a três palavras-chave, à pergunta: “O que é neurociência?”. “Cérebro” e “aprendizagem” foram as palavras mais citadas (Figura 7 – a). A seguir deveriam responder ao questionamento: “Como a neurociência pode contribuir com a educação?” Foram recorrentes citações de “estratégias”, “aprendizagem” e “conhecimento” (Figura 7 – b). A atividade foi seguida por discussão da temática com base nas palavras-chave apontadas pelos professores.

sobre a neurociência, também chamadas de “neuromitos”. Além disso, abordamos a neuroanatomia e neurofisiologia do cérebro adolescente, incluindo a organização geral do SN, noções básicas de anatomia funcional e o funcionamento específico do cérebro adolescente, com ênfase nas células do SN e suas funções. Para tornar este momento mais atrativo e de fácil compreensão, utilizamos peças anatômicas, tais como, encéfalo, células do SNC, medula espinhal e etc. Duas atividades foram propostas e aplicadas nesse momento:

(a) “Pintando os lobos cerebrais”: os cursistas receberam ao início da aula uma folha contendo uma ilustração do encéfalo humano e algumas flechas indicativas. Ao decorrer da explicação, os mesmos deveriam ir identificando os componentes juntamente com a ministrante. Após, no momento da dinâmica, os mesmos receberam lápis de cor para pintar e destacar os diferentes lobos cerebrais.

(b) “Entendendo as sinapses”: os cursistas foram divididos em grupos responsáveis por representar, através de um desenho, uma das alternativas: (a) neurônio, (b) sinapse elétrica ou (c) sinapse química. Cada grupo apresentou seu desenho para a turma, explicando as principais características observadas na sua respectiva representação esquemática.

Na segunda semana, discutimos a neuroplasticidade e sua importância para a educação. Exploramos o desenvolvimento do SN e a neuroplasticidade ao longo da vida, funções executivas, autonomia, desenvolvimento do córtex pré-frontal e sua influência no desenvolvimento de metodologias de ensino e nas práticas em sala de aula para diferentes faixas etárias, especialmente durante a adolescência. A prática incluiu um debate entre os participantes sobre como esses conceitos podem ser aplicados em sala de aula, incentivando-nos a pensar em métodos de ensino que incorporassem o entendimento da neuroplasticidade. Esta atividade nos proporcionou uma compreensão prática de como o cérebro se adapta ao aprendizado, enfatizando a relevância da neurociência na educação (figura 8).



Figura 8: Atividade prática referente ao debate sobre a inclusão de conceitos de neuroplasticidade em sala de aula. Fonte: Arquivo do XII CNAE. Elaborado pela autora (2024).

Ainda nesta semana, abordamos as bases neurobiológicas desses processos, incluindo discussões sobre dificuldades de aprendizagem, ritmos variados de assimilação, transtornos, deficiências e defasagem escolar. Além disso, destacamos a importância da atenção, foco e emoção para a aprendizagem, relacionando esses elementos à inovação pedagógica. Também foram abordados os impactos da pandemia no ensino-aprendizagem de adolescentes, com ênfase na conscientização sobre neuromitos e na promoção de práticas educacionais fundamentadas em evidências. Como atividade prática, objetivando demonstrar a relação entre a atividade cerebral e as funções cognitivas, utilizamos sensores de coleta de dados biológicos vinculados à plataforma *Lt AD Instruments*. Esta atividade prática foi uma abordagem interativa para entender a dinâmica da atividade cerebral,

mensurável através do Eletroencefalograma (EEG), focando em como diferentes estados (como olhos abertos/fechados ou realizando cálculos mentais) podem afetar a atividade cerebral, visível pelas modificações no comportamento das ondas cerebrais. Foi uma atividade prática que combinou teoria com análise de dados para proporcionar uma compreensão mais profunda da neurociência aplicada à educação (figura 9).

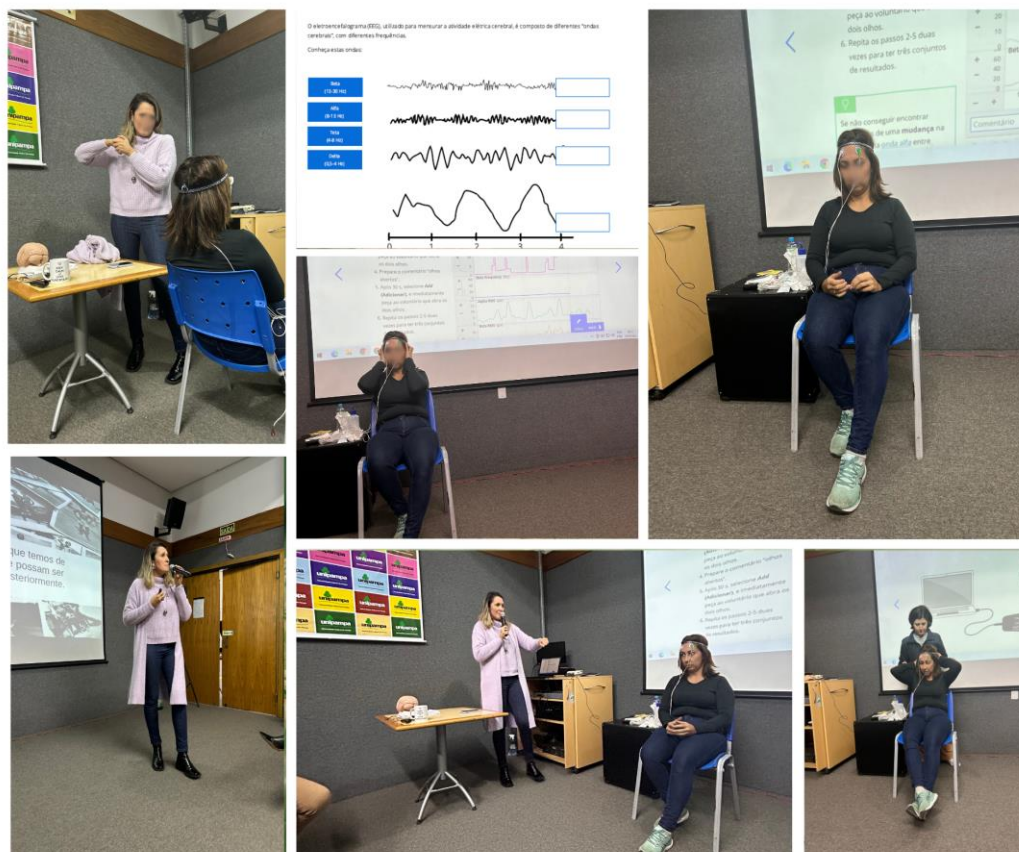


Figura 9: Atividade prática com a utilização de sensores de coleta de dados biológicos da *Lt AD Instruments* (EEG). Fonte: Arquivo do XII CNAE. Elaborado pela autora (2024).

Na terceira semana, o foco foi o desenvolvimento biopsicossocial na adolescência, considerando os transtornos de aprendizagem em adolescentes, além dos progressos e desafios associados à promoção da saúde, bem-estar e desenvolvimento integral dos adolescentes. Este é um tema que aflije muitos docentes, assim, ainda nesta oportunidade, houve uma dinâmica de acolhimento com os professores, abordando a saúde mental não só dos estudantes, mas também dos docentes no período pós-pandemia. Neste momento, os professores puderam através

de uma dinâmica em grupo, partilhar sentimentos e percepções sobre a prática docente.

Na quinta e última semana, para finalizar o curso, exploramos a inovação pedagógica (IP) e tecnológica, discutindo como a neurociência fornece argumentos científicos para adoção da IP. Nesse momento, contamos com profissionais da educação, atuantes no Grupo de Pesquisa em Inovação Pedagógica da Unipampa. Os diálogos incluíram considerações sobre a BNCC, contribuições da neurociência nas práticas pedagógicas, materiais educativos, ferramentas e métodos de ensino voltados para a aprendizagem significativa, entre outros aspectos da prática docente fundamentados nos conhecimentos sobre o funcionamento do cérebro. Duas atividades foram propostas e aplicadas em diferentes momentos.

i. Após a explanação teórica e apresentação dos 3 momentos pedagógicos que nortearam a explanação, os cursistas foram convidados a assistir um clipe musical intitulado: “A ordem natural das coisas”, do artista Emicida (<https://www.youtube.com/watch?v=4cXOAqWOIcM>), com o intuito de trazer a reflexão sobre como cada um conduz sua prática de ensino.

ii. “Estratégias baseadas em aspectos da neurociência e indicadores de inovação pedagógica”: Nesse momento, utilizou-se o software Jamboard (<https://jamboard.google.com/>) como ferramenta. Os cursistas deveriam analisar situações problemas e propor soluções baseadas em estratégias de ensino-aprendizagem inovadoras. Ao total seis situações serviram como base para a discussão dos tópicos abordados durante a formação ([Atividade Situações-problema Curso NeuroEdu 06/07 - Google Jamboard](#)).

4.3 Avaliação do impacto das ações

Diferentes estratégias de avaliação foram utilizadas em cada edição do curso de formação, considerando o contexto no qual cada uma foi desenvolvida, assim como o público envolvido. A seguir descrevemos as avaliações realizadas:

4.3.1 Avaliação da formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes (XI CNAE)

Nesta edição foi solicitado que os gestores pedagógicos respondessem um questionário inicial, aplicado antes do início do curso. O questionário continha afirmativas relacionadas às temáticas incluídas no cronograma geral do curso, a fim de verificar experiências prévias e conhecimentos acerca desta temática. O questionário era composto por 10 (dez) questões afirmativas, as quais deveriam ser respondidas considerando uma escala Likert, as quais correspondiam a: (1) discordo totalmente, (2) discordo parcialmente, (3) não concordo/discordo, (4) concordo parcialmente, e, (5) concordo totalmente (Apêndice A). Ainda, os questionários dispunham de questões de percepção geral do curso, conhecimentos autoatribuídos e conhecimentos específicos (Apêndice B).

4.3.2 Avaliação da formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes (XII CNAE)

Os professores participantes do XII CNAE foram convidados a responder a um questionário de conhecimentos relacionados ao conteúdo do curso, antes e após a conclusão do mesmo (Apêndice C e J). Na primeira aula do curso, também responderam a um questionário de identificação de neuromitos e neurofatos (apêndice D). No final do curso, o questionário, que continha questões objetivas de múltipla escolha, também considerou, além da avaliação de conhecimentos, a avaliação da percepção do curso, incluindo perguntas dissertativas (Apêndice I).

Ainda, na formação de professores, a cada encontro, no início do mesmo, foi aplicado um questionário de conhecimentos específicos da temática da aula (Apêndice, E, F, G, H, I); o mesmo questionário foi reaplicado no início da aula seguinte, a fim de verificar a consolidação do aprendizado.

4.4 Análise dos dados

4.4.1 Análise dos dados de impacto da formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes (XI CNAE)

Os dados quantitativos oriundos dos questionários aplicados aos gestores

pedagógicos foram analisados com a utilização do programa EXCEL for Windows e GraphPad Prism versão 8.0, e são apresentados na forma de média e desvio padrão, ou percentual (%). Para comparação dos dados pré e pós curso, estes foram testados para normalidade (Shapiro-Wilk) e analisados por teste *t Student* para amostras pareadas quando paramétricos, ou por teste de Wilcoxon, quando os dados se mostraram não-paramétricos. As questões abertas incluídas no questionário final foram lidas e categorizadas de acordo com a similaridade das respostas, sendo apresentadas como sua frequência relativa (%) e destacados trechos representativos das categorias predominantes.

4.4.2 Análise dos dados de impacto da formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes (XII CNAE)

Os dados quantitativos oriundos dos questionários aplicados aos professores que participaram do curso foram analisados com a utilização do programa EXCEL for Windows e GraphPad Prism versão 8.0, e são apresentados na forma de média e desvio padrão, ou percentual (%). Os resultados, referem-se ao percentual de respostas corretas em cada questionário aplicado. Os dados quantitativos foram submetidos à verificação de normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para os casos de distribuição normal, uma análise paramétrica foi adotada para comparação pré e pós-teste, por meio de teste *t* para amostras pareadas; já nos casos não paramétricos, utilizou-se o Teste de Wilcoxon. Para os casos de comparação das possibilidades de respostas no pré ou no pós-teste, foi adotado teste *t* para amostras não pareadas, nos casos de duas possibilidades de resposta, e ANOVA de uma via, seguida de post-hoc de Tukey, nos casos de mais de duas possibilidades. Em todos os casos, valores de $p < 0,05$ foram considerados para definir diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Os dados qualitativos foram comparados aos objetivos gerais e específicos da proposta, dimensionando as relevâncias, os avanços, os desafios e as dificuldades no processo ensino-aprendizagem. A Análise Textual Discursiva (ATD) foi a técnica de análise escolhida por sua capacidade de desvendar significados profundos em textos e por ser adequada para explorar as complexidades das percepções e experiências dos educadores relacionadas à integração da neurociência na educação. Para a organização dos dados utilizou-se programa de software ATLAS.ti, um programa de computador que fornece suporte de interpretação textual, desenvolvido

no contexto de um projeto de pesquisa interdisciplinar designado pelas siglas ATLAS (*Archivfuer Technik, Lebenswelt und Alltagssprache*, traduzido com o Arquivo para Linguagem em Tecnologia, do Mundo da Vida e do Cotidiano) e ti (*textual interpretation*, ou seja, interpretação de texto) na Universidade de Berlim, Alemanha (Walter e Bach, 2009 apud ARIZA et al., 2015). Assim, o referido software tem a capacidade de organizar os achados da pesquisa e é o que mais se aproxima à Análise Textual Discursiva (ATD).

O corpus de análise foi composto pelas respostas a um conjunto de perguntas abertas fornecidas por educadores participantes do XII CNAE. Estas perguntas foram centradas em torno da aplicabilidade da neurociência na prática educacional, com um enfoque específico nos anos finais do Ensino Fundamental. O critério para a seleção das perguntas baseou-se em sua relevância para os temas de neurociência e prática educacional. As respostas foram coletadas por meio de um questionário *online*, garantindo o anonimato dos participantes. A análise dos dados seguiu os princípios da ATD (figura 10), que envolveu as seguintes etapas inter-relacionadas:

i) *Organização do Corpus*: O corpus de análise foi inicialmente organizado por meio da compilação de todas as respostas dos participantes. As respostas foram então revisadas para uma familiarização inicial com o conteúdo.

ii) *Desconstrução dos Textos*: Esta etapa envolveu a leitura atenta e reflexiva de cada resposta, procurando compreender as intenções e os significados subjacentes. Foi dada atenção especial às expressões e escolhas de palavras dos participantes, buscando entender as nuances em suas percepções e atitudes.

iii) *Unitarização*: Nesta fase, as respostas foram decompostas em unidades de significado - frases ou segmentos de texto que representavam uma ideia ou conceito central. Este processo foi essencial para identificar as principais temáticas e padrões nas respostas.

iv) *Categorização*: As unidades de significado foram agrupadas em categorias. Duas formas de categorização foram utilizadas: categorias a priori, baseadas nas perguntas do questionário, e categorias emergentes, que surgiram naturalmente durante a análise dos dados.

v) *Produção do Metatexto*: Por fim, as categorias e unidades de significado foram

integradas em um metatexto. Este metatexto sintetizou os resultados da análise, destacando as principais descobertas e interpretando seu significado no contexto da integração da neurociência na prática educacional.

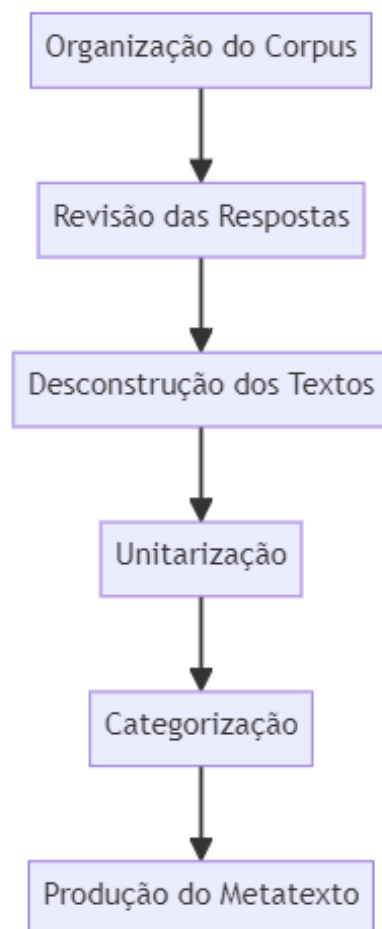


Figura 10. Fluxograma da análise dos dados qualitativos via ATD. Elaborada pela autora (2024).

4.5 Aspectos éticos

Este projeto não envolveu técnicas invasivas ou com grau de severidade considerável, assim como não produziu resíduos químicos ou biológicos. A proposta seguiu as normas da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da saúde, que regulamenta pesquisas realizadas com seres humanos (BRASIL, 2012). O projeto foi autorizado pelas instituições parceiras, e foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da UNIPAMPA – CAAE (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética) 50527721.40000.5323 (anexo I). Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar da pesquisa.

5. RESULTADOS

5.1 Atividades de formação de gestores educacionais em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes

Dentre os gestores educacionais participantes, 16 responderam ao questionário inicial – aplicado no primeiro dia do curso e, 06 completaram pelo menos 75% da carga horária total do curso e responderam ao questionário final – aplicado no último dia do curso.

As respostas fornecidas às questões abertas dos questionários foram agrupadas e analisadas em conjunto. Antes de participar do curso, os gestores demonstraram uma série de expectativas e entendimentos sobre como o estudo da neurociência aplicada à educação poderia impactar suas práticas docentes. As respostas iniciais indicaram um amplo espectro de percepções em relação ao tema, refletindo um nível variado de compreensão e familiaridade com a neurociência. Um quarto das respostas enfatizou a importância da compreensão das funções cerebrais (25%; $n = 4$; figura 10, pré-curso). Essa categoria reflete um reconhecimento de que o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro é crucial para a prática docente. Os gestores demonstraram, nas respostas às questões abertas, um desejo de aprofundar sua compreensão sobre como o cérebro funciona e como isso se relaciona com a aprendizagem

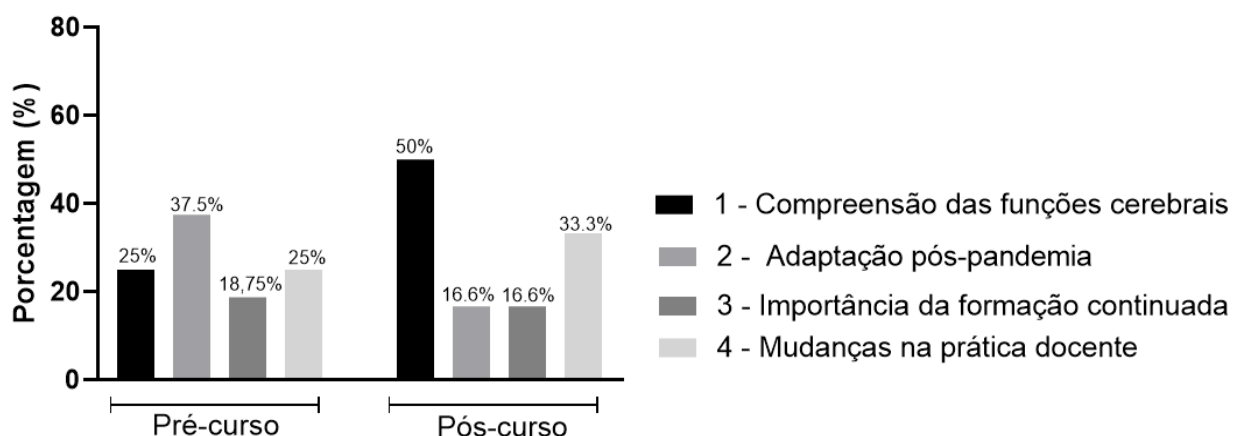


Figura 11: Expectativas iniciais (pré-curso) dos gestores pedagógicos e percepção de atendimento das mesmas (pós-curso). Expresso em percentual (%); $n = 16$ (pré); $n = 6$ (pós). Elaborada pela autora (2024).

Um grupo maior de respostas iniciais (quase 40%) destacou a busca pelo curso relacionada à necessidade de adaptação pós-pandemia (37,5%; n = 6; figura 11, pré-curso). Nas respostas dos gestores pedagógicos fica claro que eles reconheceram que a pandemia causou mudanças significativas em suas práticas educacionais e nas necessidades educacionais dos estudantes. Eles buscavam maneiras de se ajustar a essas mudanças e estavam dispostos a explorar como a neurociência poderia ajudar nesse processo. Além disso, cerca de 19% das respostas iniciais indicaram uma ênfase na importância da formação continuada (18,75%; n = 3; figura 11, pré-curso). Os gestores reconheceram que a educação é um campo em constante evolução e que é essencial se manter atualizado, sugerindo que esses educadores eram pró-ativos em buscar oportunidades de aprendizado contínuo e consideravam o curso de neurociência como uma maneira de aprimorar suas habilidades. Ainda, os gestores estavam abertos a revisar e aprimorar suas estratégias de ensino com base no conhecimento que esperavam adquirir, mencionando a perspectiva de mudanças na prática docente a partir da formação (25%; n = 4; figura 11, pré-curso). Em suas respostas, eles reconheceram que o aprendizado sobre neurociência poderia ter um impacto real em como eles abordam a educação.

Em conjunto, as reflexões pré-curso revelam um grupo de gestores pedagógicos que já valorizavam a importância da neurociência na educação e estavam dispostos a buscar maneiras de se adaptar às mudanças na prática docente. Eles reconheciam a necessidade de atualização e estavam abertos para aprimorar suas habilidades pedagógicas com base no conhecimento da neurociência.

Após o curso, as expectativas parecem ter sido atingidas. A análise das respostas obtidas indica que os participantes reconheceram a importância da neurociência aplicada à educação e suas implicações na prática docente. Embora inicialmente nas respostas de 25% dos gestores tenha ficado evidente a perspectiva de compreender melhor o funcionamento do cérebro, ao final metade dos gestores respondentes relatou uma compreensão mais profunda das funções cerebrais (50%; n = 3; figura 11, pós-curso). Além disso, os gestores enfatizam em suas respostas a necessidade de não ceder a mitos e falácias, sugerindo que o curso os capacitou a abordar situações de aprendizado e comportamento de maneira mais informada. Também ficou claro que os participantes percebem uma forte conexão entre neurociência e educação, destacando que essas áreas devem caminhar juntas. No

que diz respeito à aplicação dos conceitos de neurociência na educação especificamente no momento de readaptação pós-pandemia, apesar desta expectativa ser apresentada por quase 40% dos docentes no início do curso, após o curso apenas um docente referiu-se a este aspecto (16,67% n = 1, figura 11, pós-curso), o que pode estar relacionado com o momento da aplicação do questionário, já que na primeira estavam temporalmente mais próximos da retomada ao ensino presencial pós-pandemia.

A percepção da importância da formação continuada já era uma expectativa verificada nas respostas de um percentual menor de docentes e seguiu com percentual semelhante ao final (16,67% n = 1, figura 11, pós-curso). No entanto, percebe-se que os participantes reconhecem a necessidade de estratégias de ensino mais variadas, significativas e contextualizadas, e ressaltam a importância de uma abordagem personalizada e uma aprendizagem ativa, na qual tanto os estudantes quanto os professores desempenham um papel ativo. O conjunto de respostas reflete a maneira como o curso impactou a compreensão e a abordagem dos participantes em relação à neurociência e à educação, reforçando a importância e o impacto desses conhecimentos em sua prática docente (33,33%, n = 2, figura 11, pós-curso).

Os gestores pedagógicos expressaram diversas interpretações sobre o conceito de neurociência, refletindo uma compreensão abrangente e multifacetada. Em suas respostas, a neurociência é descrita como a ciência que investiga o funcionamento do cérebro, neurônios, ações, reações, estímulos e processos cognitivos. No quadro 1 são apresentados exemplos de respostas.

Quadro 1. Exemplo de respostas relacionadas ao conceito de neurociência no entendimento dos gestores pedagógicos.

“Entendo que consiste no campo de estudo sobre o sistema nervoso, dentro de sua estruturação e funcionamento. Este entendimento mais claro se deu graças ao curso.”

“Neurociência estuda o funcionamento do sistema nervoso, suas estruturas sua funcionalidade... após o curso ficou claro a importante relação desses estudos com o dia a dia da escola e o quanto, nós como docentes, estamos que estar a par de todo esse conhecimento para fazermos as intervenções educacionais relevantes no processo pedagógico.”

“A Neurociência se ocupa de entender os processos do aprender; o funcionamento e as "transformações" do cérebro a partir das aprendizagens.”

As respostas dos gestores destacam a importância da neurociência na compreensão das funções cerebrais, estrutura do SN e sua relação com a vida cotidiana, enfatizando a influência desses fatores na aprendizagem. Alguns destacam a necessidade de compreender como o cérebro funciona para promover uma aprendizagem mais significativa e formar novos caminhos neurais. Houve também menções sobre o estudo das funções cerebrais em relação ao comportamento humano e à cognição, assim como a associação da neurociência com a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral. A diversidade de respostas sugere que os gestores reconhecem a neurociência como uma disciplina que abrange tanto o estudo do cérebro quanto as suas implicações práticas na vida cotidiana e no processo educacional.

Em relação ao nível de conhecimento de neurociência adquirido durante o curso, podemos fazer uma comparação direta avaliando o grau de concordância dos participantes com as afirmações incluídas no instrumento aplicado pré e pós-curso (na figura 12 apresentamos o detalhamento dos resultados, incluindo o % de seleção de cada nível de concordância na escala Likert).

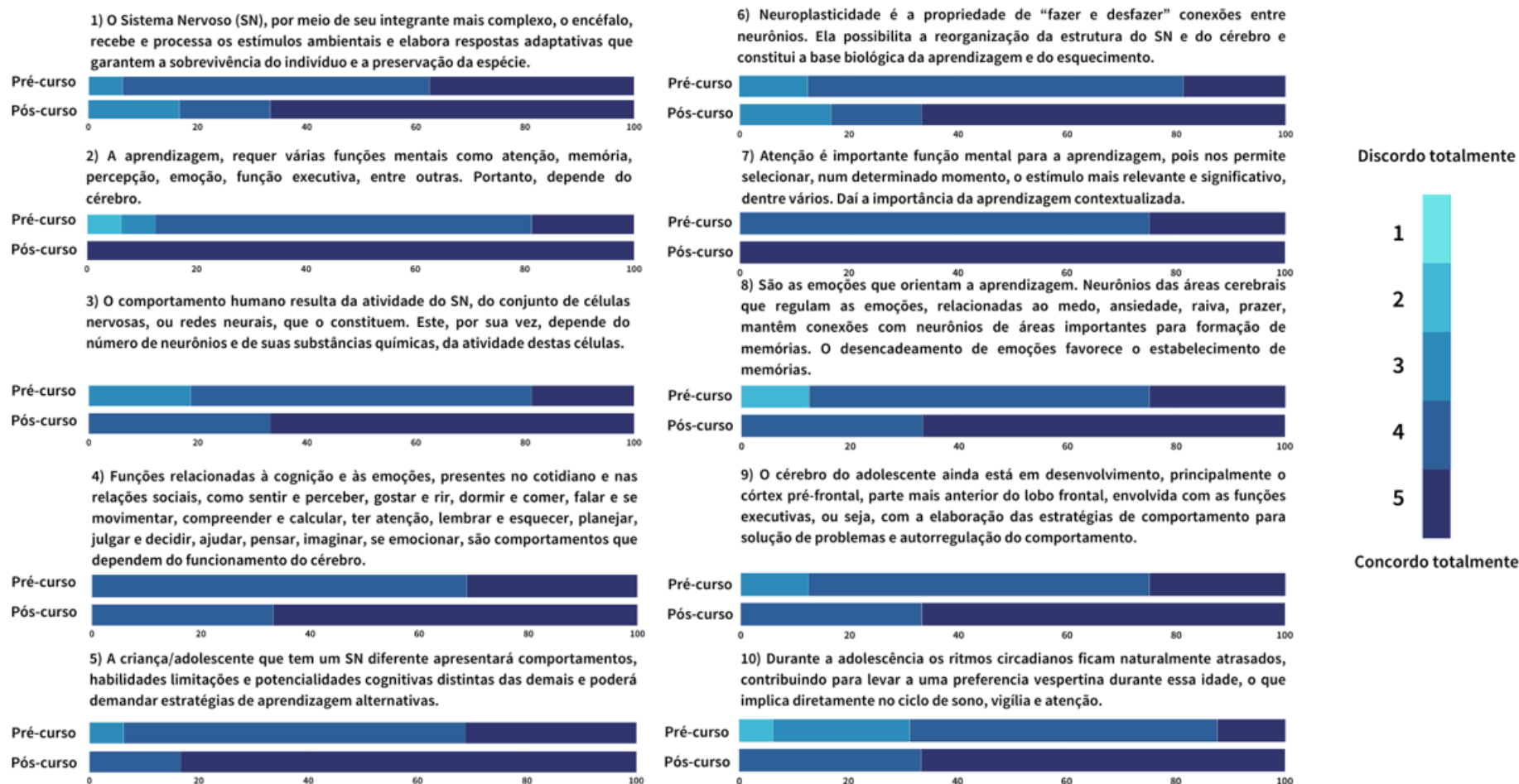


Figura 12 - Conhecimento dos gestores pedagógicos na temática do curso. Os resultados são apresentados em percentagem de acordo com o nível de concordância dos inquiridos (pré-curso, linha superior; pós-curso, linha inferior), utilizando uma escala de Likert de 5 pontos, em que 1 significa "discordo totalmente" e 5 "concordo totalmente" (n = 16 pré-curso/n = 6 pós-curso). Elaborada pela autora (2024).

Na primeira afirmação, sobre o papel do SN, a média do grau de concordância atribuído no pré e pós-curso indicou que os participantes já tinham conhecimentos e tiveram um aumento de seu conhecimento sobre como o SN recebe e processa estímulos e elabora respostas adaptativas após o curso. A média pré-curso foi de 4,31 (mais próximo de “concordo parcialmente”), e a média pós-curso aumentou para 4,5 (entre “concordo parcialmente” e “concordo totalmente”), revelando uma diferença significativa ($t = 72,41$, $df = 9$, $p < 0,0001$).

A segunda afirmativa enfatizava a relação entre a aprendizagem e o cérebro, e os participantes também mostraram que já tinham conhecimentos, mas tiveram uma melhoria significativa nas médias pós-curso. A média pré-curso foi 4 (concordância parcial), e a média pós-curso aumentou para 5 (concordância total) ($t = 84,48$, $df = 9$, $p < 0,0001$).

A terceira afirmativa relacionava o comportamento humano e funcionamento do SN, e também revelou conhecimentos prévios seguidos de melhoria. A média de concordância pré-curso foi de 4 (concordância parcial), e a média pós-curso aumentou para cerca de 4,67 (mais próxima de concordar totalmente) ($t = 7,68$, $df = 9$, $p < 0,0001$).

A quarta afirmativa ressalta diferentes funções relacionadas à cognição e emoções e sua relação com o cérebro, e os cursistas também apresentaram conhecimentos prévios e ganho de conhecimentos. A média pré-curso foi de 4,317 (mais próximo de concordo parcialmente), e a média pós-curso aumentou para cerca de 4,67 (mais próximo de concordo totalmente) ($t = 23,92$, $df = 9$, $p < 0,0001$).

A quinta afirmativa relacionava estratégias de aprendizagem e as diferentes fases da vida, e os cursistas também apresentaram conhecimentos prévios e melhora na compreensão. A média pré-curso foi de 4,25 (concordância parcial), e a média pós-curso aumentou para 4,83 (mais próximo da concordância total) ($t = 1,5$, $df = 9$; $p < 0,0001$).

A sexta afirmativa apresentou o conceito de neuroplasticidade, fundamental para entender como o cérebro se adapta e aprende, e os cursistas também mostraram conhecimentos prévios seguidos de uma melhoria no aprendizado pós-curso. A média pré-curso foi de 4,067 (concordância parcial), e a média pós-curso aumentou para 4,5 (mais próximo de concordo totalmente) ($t = 52,42$, $df = 9$, $p < 0,0001$).

A sétima afirmativa apresentava o conceito de atenção e sua relação com a aprendizagem, e os cursistas também apresentaram conhecimentos iniciais e

melhorias significativas na sua compreensão. A média pré-curso foi de 4,25 (concordância parcial), e a média pós-curso aumentou para 5 (concordância total) ($t = 7,80$ $df = 9$; $p < 0,0001$).

Na oitava afirmativa, que relacionava emoções com aprendizagem e memória, a média pré-curso foi de 4 (concordância parcial), e aumentou para cerca de 4,67 pós-curso (mais próximo da concordância total) ($t = 2,1$, $df = 9$; $p < 0,0001$), mostrando que existiam conhecimentos prévios, e que estes foram qualificados com a formação. Nos tópicos que abordavam especificamente o desenvolvimento do cérebro do adolescente, também verificamos conhecimentos prévios e ganho após o curso. Na nona afirmativa, sobre o desenvolvimento do cérebro do adolescente, especificamente da área pré-frontal, a média pré-curso foi de 4,12 (concordância parcial), e a média pós-curso aumentou para cerca de 4,67 (mais próximo da concordância total) ($t = 22,94$, $df = 9$, $p < 0,0001$).

Por fim, a décima afirmativa, sobre os ritmos circadianos e a preferência vespertina durante a adolescência, verificamos pouco conhecimento inicial e uma melhoria após a formação. A média de concordância pré-curso era de 3,75 (entre 'não concordo nem discordo' e "concordo parcialmente"), e a média pós-curso aumentou para cerca de 4,67 (entre "concordo parcialmente" e "concordo totalmente") ($t = 50,44$, $df = 9$, $p < 0,0001$).

Em relação aos tópicos abordados durante o curso, os gestores pedagógicos pontuaram seu nível de conhecimento auto atribuído nas reflexões pós-curso (figura 13). No tópico de "Neuroanatomia e neurofisiologia do cérebro adolescente", a média de respostas indicou que os participantes do curso se sentem relativamente confiantes nesse tópico, com uma pontuação média de $6,16 \pm 2$. Isso sugere que a maioria dos participantes acredita ter um nível razoável de conhecimento sobre a neuroanatomia e neurofisiologia do cérebro adolescente após o curso; na temática "Neuroplasticidade e sua importância para a educação" os participantes também se auto atribuíram uma média de $6,50 \pm 2,25$; em "Neurobiologia de aprendizagem e memória", os participantes atribuíram uma pontuação de $6,33 \pm 2,42$; por fim, sobre os conhecimentos que relacionam "Neurociência, inovação pedagógica e currículo escolar" a pontuação média auto atribuída foi de $6,33 \pm 2,42$.

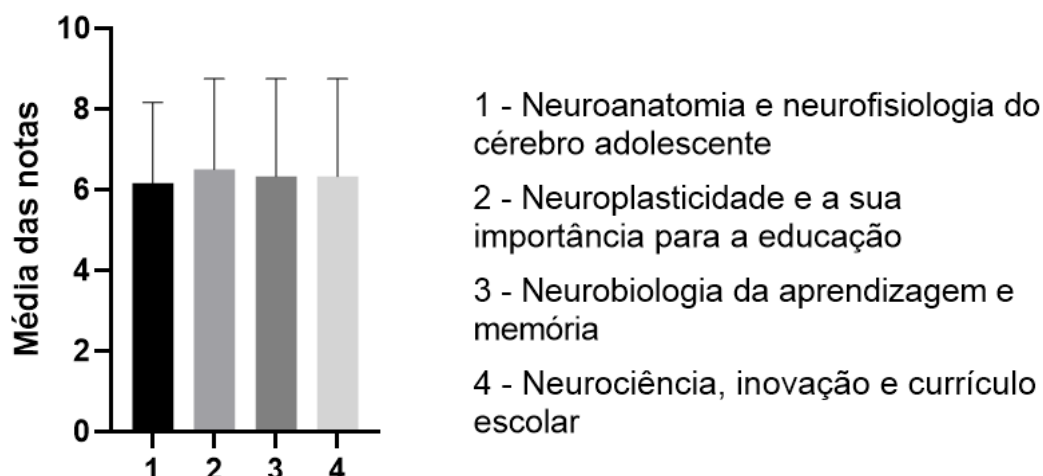


Figura 13. Média das notas do nível de conhecimento auto atribuído dos gestores pedagógicos acerca dos temas abordados no curso. Expresso em média $\pm$ desvio padrão ($n = 6$). Elaborada pela autora (2024).

Estes dados revelam que os gestores reconhecem que, após o curso, têm algum conhecimento das temáticas trabalhadas, mas não se sentem totalmente *experts* no assunto. De fato, este pode ser um indicador de que os participantes compreenderam que o curso tem como objetivo ofertar um primeiro contato com a neurociência aplicada à educação e iniciar a discussão dos temas, sendo fundamental um aprofundamento posterior e constante. Pode ser importante destacar o tópico de “Neuroanatomia e neurofisiologia do cérebro adolescente” como área que pode precisar de mais atenção no planejamento do curso, dado o menor nível médio de confiança dos participantes nos conhecimentos adquiridos acerca desse tema. Isso pode estar relacionado com o grau de novidade das informações, mas, por outro lado, é uma informação importante para direcionar futuras melhorias no conteúdo ou abordagem de ensino do curso.

As respostas às questões abertas incluídas nos questionários indicam que os participantes reconhecem a necessidade de adaptar suas práticas pedagógicas às mudanças ocorridas durante a pandemia. Eles vêem na neurociência uma ferramenta importante para entender as novas demandas e desafios da aprendizagem pós-pandemia, bem como para desenvolver estratégias mais eficazes de ensino que considerem o funcionamento do cérebro. Além disso, enfatizam a importância da formação continuada para enfrentar as dificuldades de aprendizagem e atender às necessidades individuais dos alunos.

Essas percepções demonstram um forte comprometimento com a qualidade da educação e a busca por abordagens mais eficazes no ensino. Com isso, o curso parece ter desempenhado um papel na melhoria do conhecimento dos participantes sobre tópicos essenciais de neurociência relacionados à aprendizagem. Essa evolução no conhecimento pode contribuir para uma prática docente mais informada e eficaz, pois os educadores estarão mais bem equipados para aplicar os princípios da neurociência em suas abordagens pedagógicas.

Ao final da formação, ao serem solicitados para avaliar a formação ofertada, a avaliação dos gestores pedagógicos em relação ao curso demonstra uma satisfação geral, refletida nas notas atribuídas, que variam de 9 em uma escala de 0 a 10. A maioria dos participantes atribuiu notas máximas, destacando a qualidade do desenvolvimento do tema, a progressividade na abordagem, a conexão com a realidade escolar e a dinâmica do curso. Além disso, as oportunidades de fixação por meio de atividades propostas foram elogiadas. As críticas pontuais, como desafios pessoais na realização de tarefas de casa, não parecem ter impactado negativamente nas avaliações gerais, sugerindo que, mesmo diante desses obstáculos, a experiência do curso foi positiva para a maioria dos participantes. As notas, majoritariamente altas, corroboram a percepção geral de que o curso atendeu às expectativas e proporcionou uma formação produtiva e enriquecedora.

5.2 Atividades de formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes

Ao total, 39 professores participantes responderam ao questionário inicial, aplicado antes do curso, e 26 participantes ao questionário aplicado ao final do XII CNAE. Ao longo do curso obtivemos uma média de 32 participantes por aula. Um dos aspectos que o estudo presente investigou foram as percepções e conhecimentos de professores sobre neuromitos e neurofatos, antes do curso de formação continuada. No total, 39 participantes responderam a um questionário abordando várias afirmações relacionadas à neurociência educacional.

. A tabela a seguir apresenta a distribuição das respostas dos participantes relativas a diversas afirmativas sobre aprendizagem e neurociência, incluindo concordância, discordância e indecisão.

Tabela 1: Afirmativas relacionadas à neurociência educacional

Marque somente uma resposta:	Concordo	Discordo	Não sei opinar
1. A ciência que busca estudar e investigar as funções do sistema nervoso central denomina-se neurociência.	95% (n=37)	5,1% (n=2)	-
2. A maioria de nós usa somente 10% da sua capacidade cerebral.	46,2% (n=18)	43,6% (n=17)	10,3% (n=4)
3. Aprendizagem é o processo de novas aquisições constituídas através de novas e/ou diferentes experiências.	95% (n=37)	2,5% (n=1)	2,5% (n=1)
4. As pessoas aprendem melhor quando recebem as informações em seu estilo de aprendizagem (por exemplo, visual, auditivo ou cinestésico).	(92,3%, n = 36)	7,7% (n = 3).	-
5. Quanto mais estimulação precoce, melhor para crianças em idade pré-escolar.	56,4% (n = 22)	38,4% (n = 15)	5,2% (n = 2)
6. Sessões curtas de exercícios de coordenação podem melhorar a integração da função cerebral hemisférica esquerda e direita.	(56,4%, n = 22)	38,4% (n = 15)	5,2% (n = 2)
7. Diferenças na dominância dos hemisférios cerebrais (direto ou esquerdo) podem ajudar a explicar a diferença entre os estudantes.	46,1% (n=18)	15,3% (n = 6)	38,4% (n = 15)
8. Existem períodos críticos na infância, sendo que, após estes períodos, certas experiências não podem ser aprendidas.	15,3% (n = 6)	82%, n = 32)	2,6% (n = 1)
9. Existem períodos sensíveis na infância nos quais o aprendizado de certas habilidades é facilitado.	92,3% (n=36)	2,6% (n = 1)	5,1% (n = 2)
10. A capacidade do sistema nervoso de mudar, adaptar-se e moldar-se ao longo	(95%, n = 37)	2,5% (n = 1)	2,5% (n = 1)

do desenvolvimento neuronal denomina-se neuroplasticidade.			
11. Ao dormir nosso cérebro automaticamente se desliga.	5,1% (n = 2)	(87,1%, n = 3 4)	7,7% (n = 3)
12. A produção de novas conexões no cérebro pode continuar na velhice.	71,8% (n = 28)	12,8% (n = 5)	15,3% (n = 6)
13. Mulheres são melhores que homens em fazer várias coisas ao mesmo tempo.	82% (n = 32)	12,9% (n = 5)	5,1% (n = 2)
14. A prática de exercícios físicos pode melhorar nossa capacidade mental.	100% (n = 39)	-	-

Fonte: Dados do XII CNAE. Elaborada pela autora (2024).

As análises estatísticas revelaram que, antes do curso, a maioria dos professores tendia a concordar com afirmações teoricamente baseadas na neurociência, independentemente de serem neurofatos ou neuromitos (neurofatos: $F_{(2,15)} = 0,28$; $P < 0,0001$; neuromitos: $F_{(2,21)} = 12,07$; $P < 0,0001$; figura 14). A comparação entre as opções de resposta para neurofatos e neuromitos mostrou que, em ambos os casos, existem diferenças significativas entre a opção 'concordo' e as demais opções, evidenciando uma tendência geral à concordância com afirmações supostamente “baseadas na neurociência” (concordo vs. discordo $p < 0.00001$; concordo vs. não sei opinar $p < 0.00001$; discordo vs. não sei opinar $p > 0.05$). Por outro lado, verificamos uma maior concordância com neurofatos em comparação com a concordância com neuromitos ($t_{(5)} = 3,54$; $p = 0,016$; figura 13), sugerindo uma base de conhecimento promissora entre os professores, que pode ser ainda mais aprimorada com treinamentos específicos. Não foram verificadas diferenças entre o percentual de “discordo” e “não sei opinar” com os neurofatos e neuromitos ($t_{(5)} = 2,35$; $p = 0,065$ para discordo; $t_{(5)} = 2,11$; $p = 0,088$; figura 13).

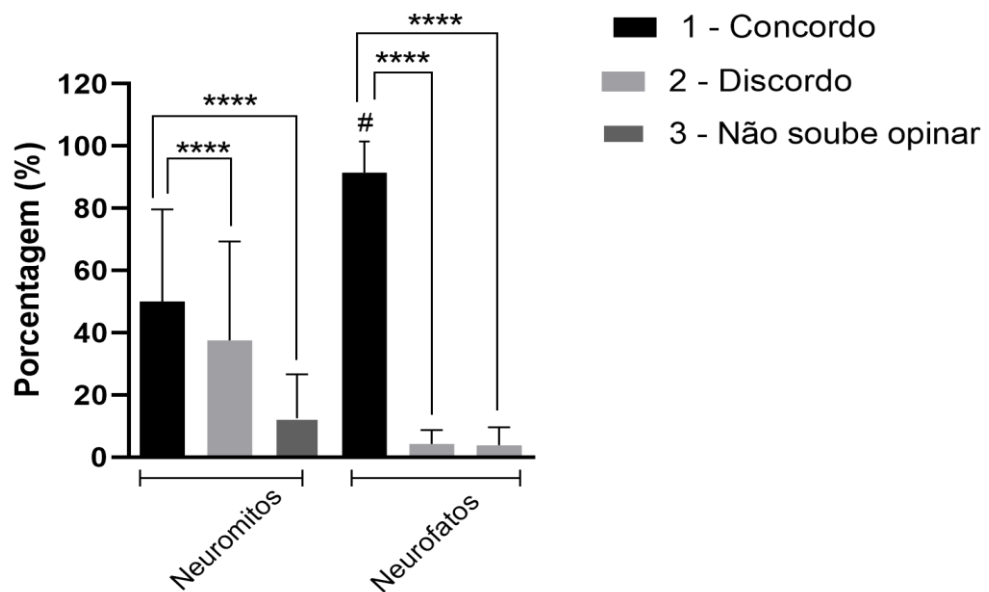


Figura 14: Percentual de concordância dos professores participantes do curso com neurofatos e neuromitos antes da formação. Expresso em percentual (%); n = 39; *p < 0,05 ANOVA de uma via seguida de pós-hoc de Tukey; #p < 0,05 teste-t de Student para amostras independentes. Elaborada pela autora (2024).

Em consonância ao resultado anterior, quando avaliamos o percentual de respostas corretas para neurofatos (isto é, concordância) e para neuromitos (isto é, discordância), verificamos os professores apresentam maior percentual de respostas corretas para neurofatos ($96,16 \pm 6,43\%$) em comparação com neuromitos ($50,01 \pm 29,63\%$) ($t_{(12)} = 3.71$; $p = 0,003$; figura 15). Estas observações foram essenciais na preparação das aulas do curso, nas quais abordamos os neuromitos de forma transversal às temáticas incluídas no programa do curso.

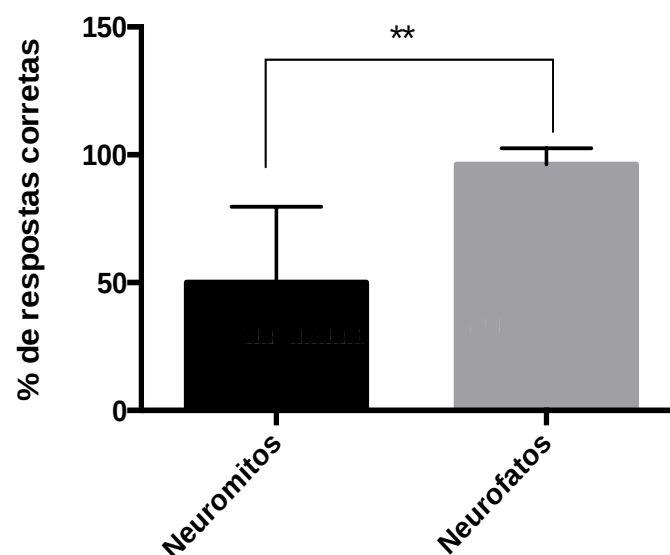


Figura 15: Percentual de acerto dos professores participantes do curso no questionário sobre neurofatos e neuromitos aplicado antes e depois da formação. Expresso em percentual (%); n = 39; **p = 0,005 teste-t de Student para amostras independentes. Elaborada pela autora (2024).

Além da avaliação da crença em neuromitos, também utilizamos questionários para avaliação de conhecimentos relacionados à temática do curso (Apêndice D), os quais foram aplicados antes e após o curso. Os resultados são apresentados nos próximos parágrafos.

Na questão relacionada à região do cérebro responsável pelo planejamento, tomada de decisões e controle dos impulsos, observou-se um aumento nas porcentagens de respostas corretas após o curso. Antes da formação, 92,5% (n = 37) dos participantes responderam corretamente à questão, porcentagem que se elevou para 100% (n = 26) após o curso.

A segunda questão, abordando neuroplasticidade cerebral, também revelou uma melhoria significativa, com as porcentagens de respostas corretas aumentando de 72,5% (n = 29) para 96,15% (n = 25).

A terceira questão, relacionada à associação entre atividade cerebral e memória de curto prazo, apresentou um avanço notável. A porcentagem de acertos aumentou de 52,5% (n = 21) para 88,46% (n = 23), apontando para uma compreensão mais precisa da relação entre a atividade cerebral e as funções cognitivas, bem como as diferenças entre memória de curto e longo prazo.

Ao abordarmos as estruturas cerebrais envolvidas na formação e recuperação da memória episódica³, houve um aumento substancial nas porcentagens de respostas corretas (de 47,5% - n = 19, para 88,46% - n = 23). Isso indica uma compreensão mais profunda das bases neurais da memória episódica, alinhando-se ao objetivo de desenvolver uma compreensão duradoura e profunda por parte dos professores.

³ Memórias referentes a eventos aos quais assistimos ou dos quais participamos, como as lembranças de nossa formatura, de um rosto, de um filme ou de algo que lemos ou que nos contaram são memórias episódicas. As memórias episódicas são todas autobiográficas; existem na medida em que sabemos sua origem.

A questão sobre fatores que impactam positivamente a neuroplasticidade do cérebro adolescente apresentou uma porcentagem de acertos relativamente alta antes da formação (92,5%, n = 37), a qual se manteve após o curso (92,3% n = 24). Estes conhecimentos já apresentados pelos professores são importantes, já que a neuroplasticidade se relaciona fortemente com o desenvolvimento adolescente, e o fato de os professores já terem conhecimentos sobre o tema indica uma atenção maior entre os participantes em relação a este aspecto fundamental da neurociência.

A habilidade de relacionar funções executivas e a maturação do córtex pré-frontal na adolescência também foi tema de uma questão. A porcentagem de respostas corretas nesta questão aumentou de 50% (n = 20) para 80,76% (n = 21), indicando uma compreensão mais profunda das habilidades ligadas a funções executivas. Essa melhoria sugere que os participantes estão agora mais aptos a integrar essas informações para desenvolver estratégias que promovam a autorregulação dos alunos.

A questão sobre estruturas cerebrais envolvidas no processamento emocional e na resposta ao medo revelou uma transformação significativa, com a porcentagem de respostas corretas aumentando de 17,5% (n = 7) para 88,46% (n = 23). Este avanço indica uma compreensão mais profunda das bases neurais das respostas emocionais, o que pode beneficiar a criação de ambientes de aprendizado emocionalmente seguros.

Na oitava questão, relacionada aos fatores que influenciam positivamente a neuroplasticidade cerebral, observou-se uma porcentagem de respostas corretas elevada já antes da formação (92,5%, n = 37), na qual se manteve após o curso (96,15%, n = 25). Estes resultados reforçam o anterior, que revelou a neuroplasticidade como um conceito da neurociência já presente no cotidiano docente.

A última questão, que abordou o controle inibitório como uma função executiva, foi a única que apresentou uma diminuição na porcentagem de respostas corretas na comparação dos questionários pré e pós-curso (de 52,5%, n = 21 para 38,46%, n = 10). Este declínio destaca uma área que pode requerer mais atenção ou explicação em cursos de formação de professores, já que o entendimento do controle

inibitório é fundamental para apoiar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, especialmente na adolescência.

A análise das médias dos percentuais de respostas corretas antes e depois do XII CNAE indicam diferenças significativas ($W = 35.00$; $p = 0,0391$), confirmando a eficácia do curso na melhoria do conhecimento em neuroeducação entre os participantes (figura 16).

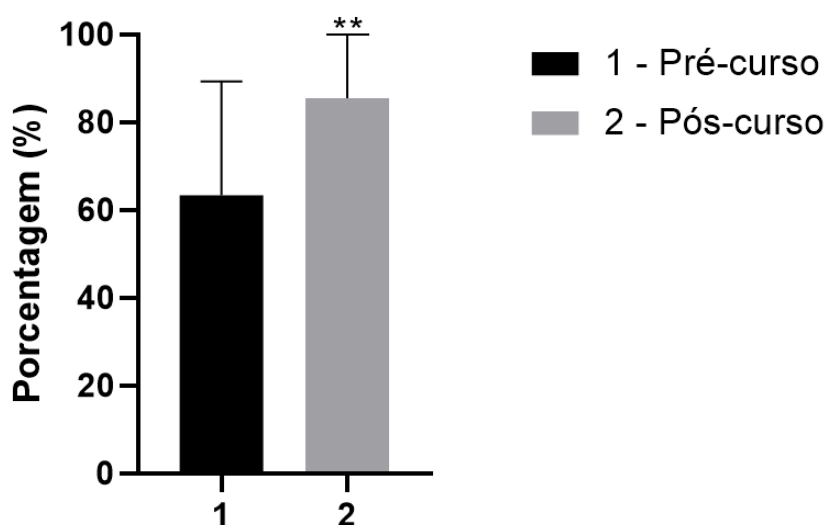


Figura 16 - Média percentual de respostas corretas dos professores participantes do curso (CNAE) nas questões de conteúdos de neurociência incluídas nos questionários pré e pós-curso. *Teste de Wilcoxon*; ** $p = 0,0391$; $n = 39$ no pré-curso; $n = 26$ no pós-curso). Elaborada pela autora (2024).

Outra abordagem avaliativa utilizada na XII edição do CNAE foi a aplicação de testes objetivos antes e após cada aula, a fim de avaliar a consolidação de curto prazo dos conhecimentos pelos professores. Nesta análise, ao comparar a diferença média de acertos dos testes pré e pós-aula, foram observadas diferenças significativas (tabela 2). Essa variação contrasta com a diferença significativa observada no pré e pós-curso, e dá destaque à importância da formação como um todo, onde cada aula complementa as outras, abordando temas transversais que são retomados e relacionados ao longo do curso.

Tabela 2: Análises dos testes pré e pós-aula de acordo com a temática.

Aula/tema	Número de questões	Média % Acertos Pré-curso	Média % Acertos Pós-curso	Média de Participantes	Diferença Média de Acertos	Valor de P (** p<0,05)
Neuroanatomia e neurofisiologia do Cérebro adolescente	5	63,63%	64,31%	32	0,68%	0,0167
Neurobiologia da Aprendizagem e memória no contexto escolar	5	90,9%	96%	29	5,1%	0,0167
Neuroplasticidade e a sua importância para a educação	5	96%	100%	25,5	4%	0,0167
Desenvolvimento Biopsicossocial na adolescência	5	46,15%	50%	27	3,85%	0,0167
Neurociência, Inovação Pedagógica e Currículo escolar	5	78,56%	85,71%	24,5	7,15%	0,0167

Fonte: Dados do XII CNAE. Elaborada pela autora (2024).

Por fim, realizamos, ainda, uma avaliação qualitativa das respostas dos professores às perguntas subjetivas incluídas nos questionários. Esta análise envolveu diversas etapas, cujos resultados estão descritos a seguir:

i) Desconstrução dos Textos

A desconstrução dos textos das respostas revelou uma variedade de percepções e entendimentos sobre a aplicação da neurociência na educação. As respostas variaram em termos de profundidade e abordagem, refletindo uma diversidade de experiências e perspectivas entre os professores, as quais destacamos dois temas: controle inibitório/funções executivas e neuroplasticidade.

As respostas à pergunta sobre o controle inibitório indicaram uma compreensão variada das funções executivas. Alguns educadores associaram diretamente ao controle de impulsos, enquanto outros consideraram aspectos mais amplos, como a memória de trabalho. Já a discussão sobre neuroplasticidade mostrou uma consciência generalizada de sua importância na aprendizagem dos

adolescentes. Os educadores expressaram crenças na adaptabilidade do cérebro adolescente, enfatizando a necessidade de abordagens pedagógicas que estimulem o desenvolvimento cerebral. O quadro 2 traz alguns exemplos de respostas dos docentes.

Quadro 2. Exemplos de respostas dos docentes.

“Ao propor atividades desafiadoras, que visem aos educandos desenvolverem seu conhecimento por meios não tradicionais, estaremos dando a oportunidade de ampliar a capacidade de aprendizado deles, assim, permitindo que seu cérebro se modifique ao buscar soluções, e respostas diferentes daquelas que estavam prontas.”

“A neuroplasticidade possibilita à criança e adolescente, a possibilidade de adaptação ao meio, respondendo aos estímulos e formando novas sinapses, que dependendo se forem usadas ou não, formarão memórias e novos aprendizados.”

“A neuroplasticidade nos leva a reconhecer a importância do aprendizado e da prática em habilidades específicas, bem como a incentivar a exploração de novas experiências e desafios que podem promover nosso desenvolvimento. Através da neuroplasticidade, o cérebro das crianças e adolescentes se adapta às experiências vivenciadas, por isso novas experiências e interações sociais têm um papel crucial durante esse período.”

ii) Unitarização

A análise das respostas permitiu identificar unidades de significado chave que foram frequentemente mencionadas pelos participantes, dentre elas, destacamos:

- Individualização: A necessidade de adaptar as práticas de ensino às características individuais dos estudantes foi um tema recorrente (exemplos de respostas são destacadas no quadro 3).

Quadro 3. Exemplo de respostas que ilustram a unidade de significado “individualização”.

“É necessário que o conhecimento seja contextualizado, tenha significado e envolva a emoção naquilo que está sendo ensinado, para que ele possa guardar o conhecimento em sua memória de longo prazo, classificando-a como "válida", "importante", "especial"..."

“A neuroplasticidade nos leva a reconhecer a importância do aprendizado e da prática em habilidades específicas, bem como a incentivar a exploração de novas experiências e desafios que podem promover nosso desenvolvimento. Através da neuroplasticidade, o cérebro das crianças e adolescentes se adapta às experiências vivenciadas, por isso novas experiências e interações sociais têm um papel crucial durante esse período.”

- Inovação: Muitos educadores falaram sobre a importância de incorporar novas estratégias de ensino baseadas em descobertas recentes em neurociência (exemplo de resposta é destacada no quadro 4).

Quadro 4. Exemplo de resposta que ilustra a unidade de significado “inovação”.

“ Adicionando antigas práticas pedagógicas e adicionar novas estratégias do dia a dia, colocando o aluno no centro de seu próprio processo de aprendizagem, onde eles consigam aprender mais e melhor. Maior interação com meus alunos, verificando o que já aprendeu e o que deseja aprender.”

- Participação Ativa: A participação dos estudantes foi destacada como essencial para o processo de aprendizagem eficaz (exemplos de respostas são destacadas no quadro 5).

Quadro 5. Exemplos de resposta que ilustram a unidade de significado “participação ativa”.

“Através de um aprendizado ativo e prático: encorajando os estudantes a participarem ativamente do processo de aprendizagem por meio de discussões, atividades práticas, projetos e resolução de problemas, desafiando assim o cérebro

adolescente e facilitando a consolidação da memória.”

“Dar oportunidades para que ele seja o protagonista da sua aprendizagem, fornecer algumas instruções como ponto de partida propondo pistas verbais e visuais, para assim auxiliar na memorização e consolidação da informação. E após solicitar para que inicie a tarefa usando suas estratégias para desenvolvê-las.”

iii) Categorização

As unidades de significado foram agrupadas em categorias mais amplas para facilitar a análise e interpretação dos dados, emergindo, desta forma, três categorias principais:

- Adaptação Pedagógica: Esta categoria inclui respostas que enfatizam a adaptação do ensino às necessidades e características dos alunos (exemplo de resposta que ilustra esta categoria é destacada no quadro 6).

Quadro 6. Exemplo de resposta que ilustra a categoria “adaptação pedagógica”.

"Ao propor atividades desafiadoras, que visem a solução de problemas e desenvolvimento do pensamento crítico, estaremos estimulando a neuroplasticidade e, conseqüentemente, aprimorando a capacidade cerebral dos alunos."

- Equilíbrio entre Inovação e Tradição: Muitas respostas refletiram um equilíbrio entre a aplicação de novas descobertas em neurociência e a manutenção de práticas educacionais tradicionais (exemplo de resposta que ilustra esta categoria é destacada no quadro 7).

Quadro 7. Exemplo de resposta que ilustra a categoria “equilíbrio entre inovação e tradição”.

"Nos ajudando a elaborar planos de aula de acordo com as necessidades específicas do cérebro adolescente, o que inclui uma combinação de métodos tradicionais de ensino e abordagens inovadoras baseadas em descobertas recentes."

- Reflexão sobre a Prática Educativa: Algumas respostas demonstraram uma reflexão sobre como a neurociência pode influenciar positivamente o planejamento e a execução das aulas (exemplo de resposta que ilustra esta categoria é destacada no quadro 8).

Quadro 8. Exemplo de resposta que ilustra a categoria “reflexão sobre a prática educativa”.

"A formação que realizei em neurociência anteriormente mudou minha percepção sobre o ensino, fazendo com que eu buscasse sempre relacionar o conteúdo com a vida prática dos estudantes, tornando o aprendizado mais significativo."

iv) Metatexto

A partir da análise das respostas, emergiu um metatexto que destaca a crescente importância da neurociência na educação. Os educadores reconhecem a necessidade de um ensino mais personalizado e adaptado às necessidades de desenvolvimento dos adolescentes. Além disso, o equilíbrio entre inovar e manter abordagens pedagógicas eficazes tradicionais é visto como crucial. Por fim, a reflexão sobre a prática educacional mostra um movimento em direção a uma maior integração dos conhecimentos de neurociência nas estratégias de ensino, visando enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos.

6. DISCUSSÃO

Essa dissertação buscou promover ações de formação em neurociência aplicada à educação envolvendo gestores educacionais e professores dos anos finais

do Ensino Fundamental da Educação Básica, avaliando o impacto das mesmas no conhecimento dos professores acerca da temática. Nossos resultados enfatizam a importância da formação em neurociência para qualificação dos conhecimentos e desconstrução de neuromitos entre professores, corroborando com os argumentos de Adey e Dillon (2012) sobre a necessidade de corrigir conceitos errôneos na educação. Ainda, os dados destacam que os professores reconhecem a importância e potencial contribuição da neurociência para a atuação pedagógica inovadora.

Estudos como o de Dekker *et al.* (2012) , demonstram a prevalência de neuromitos entre educadores, como o mito do uso de apenas 10% do cérebro e a ideia de estilos de aprendizagem específicos do cérebro. Esses mitos, cuja prevalência foi percebida também na amostra de docentes incluída neste estudo, podem limitar as abordagens educacionais, ao passo que uma compreensão baseada em evidências da neurociência, como sugerido por Pashler *et al.* (2008), pode contribuir para a diversificação das metodologias de ensino, promovendo inovação pedagógica e uma educação mais eficaz e inclusiva. A propagação de neuromitos entre professores pode ter efeitos significativos na aprendizagem dos alunos, influenciando as escolhas pedagógicas e impedindo-os de se beneficiarem de práticas pedagógicas mais eficazes. A formação de professores em neurociência é, portanto, de suma importância para desmitificar esses neuromitos e garantir que a educação seja baseada em uma compreensão científica sólida do cérebro e da aprendizagem.

Howard-Jones (2014) destaca a importância da neuroeducação na prática docente, sugerindo que o conhecimento neurocientífico pode influenciar positivamente as metodologias de ensino. A compreensão da neuroplasticidade, conforme demonstrado por Casey *et al.* (2000), pode encorajar educadores a adotar práticas que promovam a adaptabilidade e resiliência no aprendizado. No entanto, como Bruer (1997) aponta, é crucial que a tradução de conceitos neurocientíficos para o contexto educacional seja feita com precisão, para evitar a geração de novos neuromitos. Conforme observamos, por mais que os educadores tenham conhecimentos prévios de neurociência, alguns neuromitos são bastante prevalentes, e são difíceis de desmistificar. Ferrero *et al.* (2016) observam que a presença de neuromitos entre professores é não apenas prevalente, mas também resistente a mudanças sem uma intervenção educacional direcionada.

A integração da neurociência na formação de professores desde a formação inicial pode ajudar a desmitificar neuromitos, fornecer uma base sólida para práticas mais eficazes e transformar a educação. Blanchette-Sarrasin et al. (2019) apontam a falta de acesso a informações neurocientíficas precisas e atualizadas como uma barreira significativa à educação baseada em evidências. Portanto, é essencial que a neurociência seja reconhecida e promovida como um componente crucial na formação de educadores. Como tal, este estudo reforça o chamado para ação no desenvolvimento de políticas educacionais que reconheçam e promovam a importância da neurociência na formação de educadores. Este estudo reforça, ainda, a noção, destacada por Herculano-Houzel (2002), de que a formação continuada nesta temática também é essencial devido à rápida evolução da neurociência. Dündar e Gündüz (2016) salientam que a persistência de neuromitos entre educadores pode ser combatida com programas de formação como este.

A necessidade de uma abordagem crítica na integração da neurociência na educação, revelada neste estudo, corrobora com os argumentos de Alferink e Farmer-Dougan (2010). Eles alertam para os perigos da aplicação inadequada de conceitos neurocientíficos, que podem resultar em práticas educacionais ineficientes ou prejudiciais. Este ponto é corroborado por Willingham *et al.* (2015), que defendem a importância do ceticismo saudável e de uma abordagem baseada em evidências ao aplicar novas descobertas científicas na educação, assegurando que as práticas pedagógicas sejam efetivamente aprimoradas e não distorcidas por mal-entendidos científicos. As contribuições da neurociência para a inovação pedagógica também são destacadas por Franco e Mello-Carpes (2023).

Além disso, a interdisciplinaridade na formação de professores, destacada neste estudo, encontra suporte nas recomendações de Tokuhamma-Espinosa (2018). A interseção da neurociência com a educação oferece uma oportunidade única para enriquecer o conhecimento pedagógico. Beck (2016) argumenta que entender os mecanismos cerebrais subjacentes ao aprendizado pode proporcionar ferramentas eficazes para os educadores, auxiliando na criação de ambientes de aprendizagem que maximizem o potencial cognitivo e emocional dos alunos, indo além dos métodos tradicionais de ensino. A nossa pesquisa aponta para a importância de políticas educacionais que suportem a integração da neurociência na formação de professores, como sugerido pela Organização para Cooperação para Economia e

Desenvolvimento (OECD), em 2007.

O fomento ao diálogo entre a neurociência e a educação não é uma tendência passageira, mas uma abordagem com o potencial de transformar fundamentalmente a maneira como ensinamos e aprendemos. A compreensão do funcionamento intrincado do cérebro e seu papel no processo de aprendizagem é de importância crítica para os educadores (Filipin *et al.*, 2017). No entanto, esse conhecimento muitas vezes não é de fácil acesso e, portanto, a formação continuada de professores desempenha um papel crucial na disseminação e aplicação da neuroeducação. Especificamente o curso de formação promovido pelo nosso grupo demonstrou que a neurociência aplicada à educação pode ter um impacto significativo na compreensão do cérebro, especialmente na adolescência, e, conseqüentemente, na prática de gestores pedagógicos e de professores e no cotidiano escolar. Os dados coletados revelaram que os participantes do curso experimentaram melhorias substanciais em seu conhecimento sobre tópicos específicos de neurociência após concluir a formação. Apesar de haver alguma compreensão prévia de conceitos relacionados ao SN, relação entre aprendizagem e cérebro, neuroplasticidade, funções cognitivas e emocionais, desenvolvimento do cérebro adolescente, ritmos circadianos e preferência vespertina na adolescência, estes conceitos se fortaleceram significativamente após a participação no curso. A compreensão aprofundada desses tópicos permite que os gestores pedagógicos e professores adotem e fomentem a adoção, nas escolas onde atuam, de uma abordagem mais fundamentada e eficaz em suas práticas pedagógicas (Filipin *et al.*, 2017).

O gestor pedagógico desempenha um papel fundamental na escola, o que influencia diretamente a prática docente. Essa figura é responsável por coordenar e supervisionar as atividades pedagógicas, monitorar o progresso dos alunos e adaptar as estratégias de ensino às necessidades individuais de cada estudante, e, com formação apropriada, pode levar em consideração as informações provenientes da neurociência da educação. Dentro do cenário educacional, o gestor pedagógico tem a tarefa de implementar políticas e práticas que promovam a inclusão, a colaboração entre professores e outros profissionais, como psicólogos e assistentes sociais, e a adaptação das práticas pedagógicas às necessidades de cada aluno. Além disso, o gestor pedagógico deve estar atento às avaliações formativas contínuas e ao desenvolvimento de competências socioemocionais, colaborativas e de

autoaprendizagem nos alunos. Desta forma, a formação do gestor pedagógico em neuroeducação pode contribuir para que ele possa desempenhar seu papel de maneira mais eficaz. É importante que a formação destes profissionais inclua conhecimentos sobre a neurociência e educação, psicologia, pedagogia, organização e gestão de recursos e relações de trabalho com diversos atores envolvidos na educação (Rodrigues & Villardi, 2017).

Ao longo do tempo, a educação tem passado por processos de especialização e complexificação, exigindo a participação de profissionais especializados para a gestão e a condução das diversas modalidades e contextos educacionais (Vian *et al.*, 2015). A formação qualificada e continuada do gestor pedagógico é, portanto, essencial para que ele possa desempenhar seu papel de maneira eficaz. A importância de entender o SN se relaciona com a capacidade de adaptar estratégias de ensino para melhor se alinharem com os processos de recepção e processamento de informações pelos cérebros dos alunos, considerando aspectos diversos – biológicos, sociais, econômicos, ambientais, etc., incluindo a fase da vida (Maldonado & Silva, 2018). A ênfase na relação entre a aprendizagem e o cérebro é uma parte essencial do curso promovido, uma vez que reconhece o papel crítico das funções mentais na formação da aprendizagem, e que este é fruto da atividade cerebral. A melhoria significativa nos conhecimentos relacionados a esse aspecto indica que os participantes agora estão mais bem instrumentalizados para o desempenho de suas funções.

Nossos resultados demonstram, ainda, que um dos conceitos de neurociência com o qual os professores têm algum contato prévio, refletido em conhecimento antes mesmo da formação, é a neuroplasticidade. A compreensão da relação entre neuroplasticidade e sua influência na aprendizagem, bem como na adaptabilidade das estratégias pedagógicas, enfatiza a necessidade de métodos de ensino contextualmente relevantes, capazes de fornecer estímulos emocionalmente competentes (significativos), aptos de promover mudanças positivas nas redes neurais (Freitas, Motta, & Mello-Carpes, 2015). Assim, se faz necessário uma qualificação do processo ensino-aprendizagem, considerando as evidências disponíveis, e aliando estratégias ativas e, quando for o caso, tecnologias emergentes para evocar implicações futuras para uma prática pedagógica inovadora (Franco & Mello-Carpes, 2023). Além disso, a incorporação de estratégias ativas e o

aproveitamento de tecnologias emergentes não são apenas desejáveis, mas tornam-se imperativas para preparar os estudantes para um mundo em constante evolução (Carrazoni et al., 2021).

A compreensão da neuroplasticidade é, portanto, faceta importante para os profissionais da educação, uma vez que ela é a base biológica da aprendizagem (Sosa *et al.*, 2014). A sua aplicabilidade na educação de adolescente, em especial, reflete um crescente reconhecimento de que o cérebro nesta fase da vida é maleável e responsivo ao ambiente de aprendizagem (Jensen, 2015). As respostas dos educadores indicam uma consciência sobre como o ambiente e as experiências educacionais podem influenciar significativamente o desenvolvimento cerebral. Este entendimento é um passo positivo em direção à adoção de práticas pedagógicas que não apenas reconhecem, mas também aproveitam a natureza adaptativa do cérebro adolescente. Estudos recentes em neurociência educacional corroboram essa perspectiva, argumentando que estratégias de ensino adaptáveis e experiências de aprendizagem ricas podem otimizar o desenvolvimento cerebral durante esses anos formativos (Jensen, 2015).

Estratégias pedagógicas bem planejadas têm potencial de promover a neuroplasticidade, alterando o cérebro dos estudantes; essas modificações nos circuitos cerebrais permitem o aprendizado, e é fundamental que os professores e todas as pessoas envolvidas nos processos educativos as (re)conheçam (Franco e Mello-Carpes, 2023). Mesmo considerando que a maioria dos participantes já tinha ciência da importância destes aspectos antes do curso, as melhorias significativas encontradas nas médias após o curso indicam um progresso notável na compreensão desses conceitos críticos. Assim, podemos afirmar que o curso proporcionou uma compreensão mais profunda de como o cérebro é capaz de se adaptar e aprender ao longo do tempo. Esse conhecimento pode ser valioso para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas que melhor atendam às necessidades de aprendizado dos alunos, em especial dos adolescentes, cujo perfil foi foco principal do curso.

O desenvolvimento do cérebro do adolescente é um tópico de grande importância para educadores que atuam junto a estudantes desta faixa etária. O tema foi abordado porque estes estudantes estavam, no momento curso, experienciando dificuldades maiores, considerando o período de retorno ao ensino presencial pós-

pandemia. O (re)conhecimento de que o córtex pré-frontal, responsável pelas funções executivas, ainda está em desenvolvimento nesta fase, assim como outros aspectos neuroendócrinos estão em transformação (Yurgelun-Todd, 2007), é essencial para entender os comportamentos e desafios desses estudantes e auxiliá-los na trajetória escolar. A abordagem dos ritmos circadianos e da preferência vespertina dos adolescentes também é relevante para educadores. A compreensão dos padrões de sono, vigília e atenção dos adolescentes pode impactar significativamente a organização do ambiente de ensino, e os gestores pedagógicos têm um papel importante nisso. Com uma compreensão mais profunda desses ritmos biológicos, eles estão mais bem equipados para ajustar os horários e métodos de ensino em consonância com as características naturais de seus alunos (Alhola & Polo-Kantola, 2007 & Logan et al., 2018).

A formação proposta também resultou em melhorias notáveis no conhecimento dos professores sobre funções executivas, neuroplasticidade cerebral e memória, quando comparados os saberes pré e pós-curso. Este avanço é essencial, pois, como Howard-Jones (2014) aponta, um entendimento profundo da neurociência pode enriquecer significativamente as práticas pedagógicas. Especificamente, o conhecimento aprimorado sobre funções executivas é fundamental para entender o desenvolvimento cognitivo e emocional dos adolescentes (Blakemore & Frith, 2005). A literatura em neuroeducação, incluindo trabalhos de Immordino-Yang & Damasio (2007), sugere que um maior conhecimento sobre o funcionamento cerebral pode levar a uma abordagem mais empática e eficaz no ensino, permitindo aos educadores criar ambientes de aprendizado mais eficazes e emocionalmente seguros para os estudantes.

A interpretação dos resultados deste estudo revela uma gama de percepções sobre a neurociência na educação, ilustrando uma diversidade de entendimentos e aplicações entre os educadores. Essa variedade reflete a complexidade inerente ao campo da educação, onde diferentes abordagens e teorias coexistem e frequentemente se entrelaçam. A variação nas respostas sobre o controle inibitório e as funções executivas, por exemplo, é consistente com a literatura que destaca uma compreensão heterogênea desses conceitos entre os profissionais da educação (Darling-Hammond et al., 2020). Isso sugere uma necessidade contínua de formação profissional nessa área, uma vez que uma compreensão sólida das funções

executivas é crucial para apoiar eficazmente o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Os resultados deste e de outros estudos prévios (Lima *et al.*, 2020) indicam que a importância do curso de formação de professores para a promoção do conhecimento neurocientífico é inegável. Considerando que a neurociência ainda é fracamente presente na formação inicial de educadores (Meza *et al.*, 2018), os cursos de formação continuada nesta área desempenham um papel fundamental na preparação de educadores para enfrentar os desafios modernos da educação, especialmente no contexto pós-pandemia, que exigiu adaptações significativas nas práticas pedagógicas. A formação contínua é a chave para equipar os educadores com as ferramentas necessárias para prosperar em ambientes educacionais em constante evolução. No entanto, é importante reconhecer que a implementação de abordagens baseadas em neurociência na educação não é isenta de desafios. Professores podem enfrentar barreiras, como falta de recursos, resistência à mudança, sobrecarga de trabalho, ou falta de tempo para realizar este tipo de formação (Alcântara & Martins, 2021). Estes aspectos podem não apenas ser impeditivos para realização de formações, como também podem explicar o número reduzido de participantes e o alto índice de evasão frequentemente verificados nestes cursos. É vital abordar essas questões e apoiar os educadores em sua jornada de implementação de práticas baseadas em evidências (Vian *et al.*, 2015).

A interdisciplinaridade e o trabalho conjunto de neurocientistas e educadores é uma via promissora para o avanço da educação (Tokuhamma-Espinosa, 2008). A colaboração contínua, a pesquisa e a busca por evidências sólidas são essenciais para garantir que metodologias inovadoras, como a aprendizagem colaborativa e a integração de tecnologia, exemplos tangíveis de como as descobertas neurocientíficas podem ser aplicadas de forma prática na sala de aula. Para ilustrar ainda mais os benefícios dessas abordagens, exemplos práticos de como educadores aplicaram com sucesso princípios de neurociência para promover a inovação pedagógica em suas salas de aula podem ser incorporados. A inovação pedagógica e a formação de professores são fundamentais para melhorar a qualidade da instrução e promover o sucesso acadêmico dos alunos. A neurociência pode ajudar a entender como os alunos aprendem e como os professores podem melhorar suas técnicas de ensino para maximizar a eficácia de um planejamento de ensino inovador (Pasqualli

& Cassaro, 2020).

É importante destacar que promover a inovação pedagógica não passa, necessariamente, pela inclusão de uso de tecnologias ou métodos totalmente "novos" no contexto de ensino-aprendizagem. Conforme Franco e Mello-Carpes (2023), "inovar pedagogicamente incide, sobretudo, nas mudanças que as pessoas provocam nos contextos que estão inseridas". Algumas das principais inovações e práticas pedagógicas que podem ser aplicadas no contexto de neurociência e educação incluem a adaptação às necessidades individuais dos alunos. Assim, a neurociência fornece subsídios que fundamentam e valorizam escolhas docentes pedagogicamente inovadoras (Franco e Mello-Carpes, 2023). Por exemplo, informações sobre como nenhum cérebro é igual ao outro, como o ambiente e as emoções influenciam nossa capacidade de aprender, entre outras, o que permite que os professores adaptem suas abordagens de ensino para atender às necessidades específicas de cada contexto, possibilitando a criação de ambientes de aprendizado profícuos. A formação de professores em neurociência aplicada à educação pode promover a capacitação dos professores para empregar a neurociência na prática pedagógica e melhorar a qualidade do ensino (Martins & Pardal, 2007).

Casos de estudo ou relatos de professores que obtiveram resultados positivos ao implementar estratégias inovadoras baseadas em evidências neurocientíficas podem inspirar outros educadores a seguir o mesmo caminho (Ossani *et al*, 2023). Além disso, a inclusão de pesquisas e evidências que demonstrem como o conhecimento da neurociência afeta positivamente a prática docente fortalece ainda mais os argumentos apresentados (Tadielo, Sosa & Mello-Carpes, 2022). Em última análise, aliar a neurociência e a educação tem o potencial de revolucionar a forma como ensinamos e aprendemos, e a formação de professores desempenha um papel essencial na disseminação desse conhecimento e na preparação de educadores para enfrentar os desafios educacionais modernos (Cosenza & Guerra, 2011). Desta forma, a colaboração entre neurocientistas e educadores, a aplicação de metodologias inovadoras, a superação de desafios e a busca contínua por evidências científicas sólidas são aspectos chave para uma educação mais eficaz.

Apesar dos avanços observados, nosso estudo revelou lacunas importantes. A ausência de melhoria no conhecimento sobre controle inibitório e a falta de ganho

de conhecimento imediato, avaliado a cada encontro formativo, indicam a necessidade de uma integração mais efetiva entre teoria e prática. Steinberg (2005) destaca que o entendimento das funções executivas e do controle inibitório é crucial para abordar comportamentos típicos da adolescência. Talvez estes temas tenham carecido de intervenções mais contextualizadas, já que, conforme aponta Dubinsky (2010), é essencial traduzir o conhecimento neurocientífico em estratégias pedagógicas concretas e aplicáveis. Portanto, é importante que futuras formações abordem diretamente a aplicação desses conhecimentos na melhoria específica do ensino de adolescentes. De qualquer forma, destacamos que a integração entre as aulas, associada às atividades complementares propostas via plataforma online, que permitiram o reforço, retomada, e aplicação dos conhecimentos, levaram ao resultado mais importante da formação, que foi a melhoria dos conhecimentos dos professores ao final do curso, em comparação aos que tinham antes.

A melhoria significativa na compreensão dos educadores e relação com a neurociência do cérebro adolescente após a formação ofertada por meio do CNAE fortaleceu a hipótese de que o conhecimento neurocientífico impacta positivamente as práticas educativas (Lima et. al, 2023; Tadielo, Sosa & Mello-Carpes, 2022). Este alinhamento destaca a necessidade já apontada de incorporar de maneira mais robusta os princípios da neurociência na formação (inicial e continuada) de professores. A lacuna de conhecimentos de neurobiologia da aprendizagem relatada na literatura na formação inicial de professores reforça a importância de reestruturar currículos formativos, assegurando que futuros educadores estejam equipados com uma compreensão sólida das implicações neurocientíficas em suas práticas pedagógicas (Alcântara & Martins, 2021). A colaboração efetiva entre educadores e gestores, fundamentada em conhecimentos científicos, é essencial para criar um ambiente escolar mais inclusivo, adaptável e centrado no desenvolvimento integral dos estudantes (Beltramello & Kawasaki, 2022).

Embora a formação tenha sido promissora em aprimorar o conhecimento teórico dos professores, a avaliação de como esses conhecimentos se traduzem em melhorias específicas no ensino de adolescentes ainda é limitada. Conforme Steinberg (2014) ressalta, compreender as especificidades do cérebro adolescente é vital para adaptar as práticas educacionais às suas necessidades únicas - compreensão que ficou clara nas unidades e categorias emergentes das falas dos

professores, em especial nas que dizem respeito à individualização e adaptação pedagógica. No entanto, a aplicação efetiva da neurociência na prática pedagógica, como sugerido por Jensen (2005), pode ser a chave para abordagens educacionais mais eficientes e sensíveis. Futuras iniciativas de formação devem, portanto, focar não apenas no aprimoramento do conhecimento teórico, mas também na avaliação de sua aplicação prática, facilitando assim a criação de estratégias de ensino que sejam diretamente influenciadas pelo entendimento das funções cerebrais e do desenvolvimento biopsicossocial dos adolescentes.

As implicações pedagógicas dos resultados são significativas e multifacetadas. Primeiramente, ressaltam a importância da formação contínua para educadores em áreas como neurociência e psicologia do desenvolvimento. Tal formação não só amplia o conhecimento dos professores, mas também os capacita a aplicar esse conhecimento de maneira eficaz em suas práticas pedagógicas (Sousa, 2010). Além disso, os resultados apontam para a necessidade de um currículo flexível e adaptável, que possa ser ajustado para atender às necessidades individuais dos estudantes. Isso é particularmente relevante no contexto do desenvolvimento cerebral dos adolescentes, que é altamente variável e influenciado por fatores internos e externos (Suárez-Orozco e Sattin-Bajaj, 2010). Um currículo que pode ser adaptado para atender a essas variações não só melhora a eficácia do ensino, mas também pode ajudar a manter os alunos engajados e motivados.

A necessidade de equilibrar abordagens pedagógicas inovadoras com métodos tradicionais também implica que as escolas e os sistemas educacionais devem ser abertos à experimentação e à mudança, enquanto mantêm um compromisso com práticas comprovadas. Isso pode ser desafiador, pois exige uma mudança cultural nas instituições educacionais, bem como suporte e recursos para implementar novas estratégias (OECD, 2017). O sucesso dessa abordagem híbrida depende não apenas da vontade dos educadores de experimentar e inovar, mas também do suporte institucional que recebem para fazer essas mudanças. A ênfase na participação ativa dos alunos nas respostas dos educadores sugere que as estratégias de ensino devem ser projetadas para serem interativas e envolventes. De fato, a literatura sobre educação e neurociência apoia a ideia de que a aprendizagem ativa, onde os alunos participam ativamente do processo de aprendizagem, é mais eficaz do que métodos passivos (Silberman, 1996). É essencial considerar que este

estudo representa um ponto de partida. Pesquisas futuras devem explorar mais profundamente a eficácia de intervenções específicas baseadas em neurociência na formação docente e, em especial, na prática educativa após a formação. Além disso, investigações longitudinais podem oferecer *insights* sobre o impacto a longo prazo dessas abordagens na trajetória educacional dos professores e de seus estudantes. De qualquer modo, nossos resultados reforçam a importância de integrar a neurociência na formação docente e destacam as contribuições tangíveis dessa integração para os conhecimentos de neuroeducação dos docentes. Essa abordagem interdisciplinar não apenas atende às demandas educacionais atuais, mas também sinaliza um caminho promissor para a evolução contínua do sistema educacional (Salazar, 2011).

Assim, as descobertas, nossas e de outros autores, destacam a necessidade de adaptar os programas de formação docente, integrando de forma mais abrangente os princípios da neurociência desde as fases iniciais da formação (Tovar-Moll & Lent, 2017; Tadielo *et al.*, 2022). Desenvolver currículos de formação docente que incorporem módulos específicos de neurociência, proporcionando aos futuros educadores uma compreensão sólida dos fundamentos neurocientíficos aplicados à prática pedagógica, é urgente (Back, 2021). A formação continuada foi identificada como um catalisador para a implementação de estratégias pedagógicas mais eficazes (Silveira, 2015), assim, enquanto a neurociência não está efetivamente incluída na formação inicial de professores, investir em programas regulares de formação continuada que abordem tópicos neurocientíficos específicos, fornecendo suporte contínuo para educadores aprimorarem suas práticas em resposta às descobertas mais recentes, é urgente (Bremm, Silva, & Güllich, 2020).

7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo, embora ofereça *insights* valiosos sobre as percepções e conhecimentos dos educadores em relação à neurociência na educação, tem suas limitações. Uma das principais limitações é a dependência de dados auto relatos, que podem estar sujeitos a vieses pessoais e sociais. A auto avaliação pode ser influenciada por uma série de fatores, incluindo as experiências e crenças pessoais

dos educadores, o que pode limitar a objetividade dos dados. Os educadores podem ter tendência a relatar práticas e percepções que acreditam ser mais aceitáveis ou eficazes, o que pode não refletir com precisão suas práticas reais (Dunning et al., 2004).

Outra limitação é a metodologia utilizada para analisar os dados. Embora a Análise Textual Discursiva (ATD) forneça uma estrutura robusta para desvendar os significados subjacentes e as percepções contidas nas respostas dos educadores, ela pode não capturar toda a complexidade dessas percepções. Além disso, a ATD é intrinsecamente subjetiva, dependendo da interpretação do pesquisador dos dados. Portanto, diferentes pesquisadores podem chegar a conclusões diferentes ao analisar o mesmo conjunto de dados (Krippendorff, 2018).

Além disso, o tamanho e a diversidade da amostra também são fatores limitantes, impactados principalmente pelo alto índice de desistência, em especial dos gestores pedagógicos educacionais. A amostra pode não ser representativa de todos os educadores, especialmente aqueles de diferentes contextos culturais ou educacionais. Portanto, os resultados podem não ser generalizáveis para todos os educadores ou sistemas educacionais (Creswell, 2013). Para obter uma compreensão mais abrangente das percepções dos educadores sobre a neurociência na educação, seria benéfico incluir uma amostra mais diversificada e realizar estudos adicionais em diferentes contextos.

Finalmente, este estudo não aborda diretamente o impacto das percepções e dos ganhos de conhecimento dos educadores na prática escolar e na aprendizagem dos estudantes. Estudos futuros que examinem a relação entre as práticas pedagógicas baseadas em neurociência e os resultados de aprendizagem dos estudantes seriam valiosos para compreender melhor a eficácia dessas práticas (Hattie, 2009). Isso ajudaria a estabelecer uma ligação mais clara entre a teoria e a prática, e forneceria evidências mais concretas para apoiar a integração da neurociência na educação.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu a promoção de uma formação em neurociência aplicada à educação envolvendo gestores educacionais e professores dos anos finais do Ensino Fundamental da Educação Básica, e destacou o impacto positivo da mesma, que gerou melhoria de conhecimentos de neuroeducação. Além disso, o estudo permitiu verificar que:

- gestores pedagógicos e professores de adolescente tem algum conhecimento acerca de temas básicos da neurociência relacionados à educação;
- temas relacionados à neurociência são pouco presentes na formação inicial e/ou continuada de educadores;
- educadores reconhecem a importância e as possíveis contribuições da neurociência para a educação;
- professores da EB, embora tenham conhecimentos acerca de neurofatos, creem em muitos neuromitos educacionais;
- um curso de formação continuada em neurociência aplicada à educação voltado para gestores pedagógicos promove ganhos de conhecimento em neuroeducação junto a este público;
- um curso de formação continuada em neurociência aplicada à educação voltado para professores de adolescentes promove ganhos de conhecimento em neuroeducação junto a este público.

Assim, a formação continuada em neurociência aplicada à educação promovida por meio das duas edições do CNAE proporcionou aos participantes um aprimoramento significativo em seu conhecimento sobre temas cruciais, como a organização do SN, a relação entre aprendizagem e cérebro, neuroplasticidade, funções executivas, desenvolvimento do cérebro adolescente e ritmos circadianos. Destacamos que os impactos do curso como um todo superaram os impactos das

intervenções individuais no que diz respeito ao ganho de conhecimentos; isto é, alguns temas foram compreendidos na comparação pré e pós-curso, mas não pré e pós-aula, revelando que intervenções mais duradouras podem ser cruciais para promoção de discussões e real qualificação da aprendizagem. Essa evolução no conhecimento é fundamental para uma prática docente mais eficaz, permitindo que os educadores estejam melhor preparados para integrar os princípios da neurociência em abordagens pedagógicas inovadoras.

Os resultados deste estudo demonstram que a aproximação com a neurociência tem o potencial de promover mudanças efetivas nas escolas, impactando positivamente tanto as práticas pedagógicas individuais quanto o sistema educacional como um todo, especialmente por envolver gestores pedagógicos. À medida que a neuroeducação avança, é essencial que este campo continue a crescer e se desenvolver, fornecendo aos educadores as ferramentas e os conhecimentos neurobiológicos necessários para enfrentar os desafios em constante evolução da sala de aula. Em suma, a neurociência e a educação devem caminhar juntas para enriquecer a experiência educacional de todos os alunos.

9. PERSPECTIVAS FUTURAS

Diante da análise dos resultados deste estudo, vislumbramos a necessidade de expansão e aprofundamento das ações de formação em neurociência aplicada à educação. Isso inclui não apenas o reforço dos temas já abordados, mas também a exploração de novos tópicos relevantes para a prática pedagógica e o acompanhamento desta prática após a formação.

Como pesquisadora e futura educadora, vejo um futuro promissor para a integração da neurociência na educação. Acredito firmemente que a compreensão do funcionamento cerebral e suas implicações para a aprendizagem pode transformar as práticas pedagógicas, tornando-as mais inclusivas, eficazes e adaptadas às necessidades individuais dos alunos. A formação em neurociência não é apenas uma ferramenta para desbancar neuromitos (embora isso seja essencial), mas também um caminho para enriquecer a experiência educacional para educadores e alunos.

Assim, esperamos focar em projetos futuros que deverão:

- Criar materiais didáticos e recursos educativos que facilitem a integração da neurociência na sala de aula, tornando os conceitos neurocientíficos mais acessíveis para educadores e estudantes;
- Conduzir pesquisas aplicadas que examinem o impacto de estratégias pedagógicas baseadas em neurociência no desempenho e bem-estar dos estudantes, com uma abordagem ecológica, especialmente em contextos educacionais diversos;
- Desenvolver programas de formação que atendam às necessidades específicas de diferentes grupos de educadores, considerando sua formação prévia e contexto de ensino;
- Implementar sistemas de avaliação e *feedback* que permitam uma melhoria contínua dos programas de formação em neurociência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHCAR, S. P.; BITTENCOURT-HEWITT, A.; SEBASTIAN, C. L. (2015). Neurocognitive bases of emotion regulation development in adolescence. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 15, 11-25. doi:10.1016/j.dcn.2015.07.006

ALHORA, P.; POLO-KANTOLA, P. (2007). Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 3(5); 553-67.

ALCÂNTARA, G.; MARTINS, I. (2021). As formas de Intervenção para aprimorar a formação do Professor formador que atua no Ensino Superior: Uma Revisão. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Superior*, 7(5), 294-299. <https://doi.org/10.51891/REASE.V7I5.1174>.

ALONSO, M.; FELDMANN, M.; PEÑA, M.; ALLEGRETTI, S. (2003). A formação de professores para além da sala de aula: contribuição das Tecnologias da Informação e Comunicação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 1, 13-21. <https://doi.org/10.5753/CBIE.WIE.2003.13-21>.

ALTERMANN, C.; NEVES, B.; MELLO-CARPES, P.B. (2016). The inclusion of undergraduate students in physiology outreach activities improves their physiology learning and understanding skills. *Adv Physiol Educ*, 40 (4): 529-532.

AMARAL, Vera Lúcia do. (2007). *Psicologia da educação*. Natal, RN: EDUFRN. 208 p.

AQUINO, E.; SILVEIRA, I.H.; PESCARINI, J.M. et al. (2020). Social distancing measures to control the COVID-19 pandemic: potential impacts and challenges in Brazil. *Cien Saude Colet*, 25:2423-2446. doi:10.1590/1413-81232020256.1.10502020.

ARIAS-CARRIÓN, O.; STAMELOU, M.; MURILLO-RODRÍGUEZ, E.; MENÉNDEZ-GONZÁLEZ, M.; PÖPPEL, E. (2010). Dopaminergic reward system: A short integrative review. *International Archives of Medicine*, 3: 24. doi:10.1186/1755-7682-3-24.

ARIZA, L.D. et al. (2015). Relações entre Análise Textual Discursiva e o software ATLAS.ti em interações dialógicas. *Campo Abierto*, vol. 34 nº 2, pp. 105-124. Disponível em: file:///K:/Recovery%20Pendrive/Artigo%20sobre%20ATD%20Arieza%20Gagliazi.pdf.

BACK, G. (2021). O Olhar da Didática e o Ensino-Aprendizagem no Contexto Pedagógico / Didactics View and Teaching-Learning in the Pedagogical Context. ID on line. *Revista de psicologia*, 15(58). <https://doi.org/10.14295/idonline.v15i58.3229>.

BANNA, J.; LIN, M-F. G.; STEWART, M.; FIALKOWSKI, M.K. (2015). Interaction matters: Strategies to promote engaged learning in an online introductory nutrition course. *J online Learn Teach*, 11(2):249-261. BEAR, M. F. (2008). *Neurociências [recurso eletrônico]: desvendando o sistema nervoso*. Porto Alegre: Artmed.

- BEJJANI, C.; DE PASQUE, S.; TRICOMI, E. (2019). Intelligence mindset shapes neural learning signals and memory. *Biological Psychology*, 146, 107715. doi:10.1016/j.biopsycho.2019.06.003.
- BELTRAMELLO, O.; KAWASAKI, H. (2022). Diretrizes iniciais para o desenvolvimento de comportamentos científicos em educadores. *Revista Educação, Pesquisa e Inclusão*, 3. <https://doi.org/10.18227/2675-3294repi.v3i0.7225>.
- BELUSSO, R.; PERUCHIN, D. (2018). Modificações no processo de aprendizagem com a inserção de tecnologias digitais na educação. #Tear: *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 7. <https://doi.org/10.35819/TEAR.V7.N1.A2701>.
- BENNINGFIELD, M. M.; POTTER, M. P.; BOSTIC, J. Q. (2015). Educational impacts of the social and emotional brain. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 24(2), 261-275. doi:10.1016/j.chc.2014.12.001.
- BICUDO, Maria Aparecida. (2011). *Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica*. São Paulo: Cortez.
- BONNET, L.; COMTE, A.; TATU, L.; MILLOT, J-L.; MOULIN, T.; MEDEIROS DE BUSTOS, E. (2015). The role of the amygdala in the perception of positive emotions: An “intensity detector”. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9, 178. doi:10.3389/fnbeh.2015.00178.
- BORJA, C.; TIRIRA, M.; TOKUHAMA-ESPINOSA, T. (2020). Leveraging emerging tech for effective teaching and learning. In *focus – UNESCO*, pp. 30-43.
- BORUCHOVITCH, E. (2008). Aprender a aprender: propostas de intervenção em estratégias de aprendizagem. *ETD: Educação Temática Digital*, 8, 156-167. <https://doi.org/10.20396/ETD.V8i2.651>.
- BOWERS, J. S. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, 123(5), 600-612. doi:10.1037/rev0000025.
- BOUCHAMMA, Y.; KALULE, L.; APRIL, D.; BASQUE, M. (2014). Implementation and supervision of the professional learning community: animation, leadership and organization of the work. *Creative Education*, 05(16), 1479-1491. <https://doi.org/10.4236/ce.2014.516165>.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Resumo Técnico: Censo Escolar da Educação Básica 2021*.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. (2008). *Saúde do adolescente: competências e habilidades*. Brasília: Editora do Ministério da Saúde.
- BRAVER, T. S.; KRUG, M. K.; CHIEW, K. S.; KOOL, W.; WESTBROOK, J. A.; CLEMENT, N. J.; SOMERVILLE, L. H. (2014). Mechanisms of motivation-cognition interaction: Challenges and opportunities. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 14, 443-472. doi:10.3758/s13415-014-0300-0.
- CANDOTTI, E. (2002). *Ciência na Educação Popular*. In MASSARANI, L.; MOREIRA, ILDEU DE C; BRITO, F. (orgs.) *Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência.UFRJ.
- CANTERAS, N. S.; BITTENCOURT, J. C. (2008). Comportamentos motivados e emoções. In R. Lent (Ed.). *Neurociência da mente e do comportamento* (pp. 227-240). Rio de Janeiro:

Guanabara Koogan.

CAREW, T. J.; MAGSAMEN, S. H. (2010). Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. *Neuron*, 67(5), 685-688. doi:10.1016/j.neuron.2010.08.028.

CARAZONI, G. S.; LIMA, K. R.; ALVES, N.; MELLO-CARPES, P.B. (2021). Report on the online course "Basic Concepts in Neurophysiology": a course promoted during the COVID-19 pandemic quarantine. *Advances in Physiology Education*, 45(3), 594-598. doi:10.1152/advan.00239.2020.

CASEY, B. J.; GIEDD, J. N.; THOMAS, K. M. (2000). Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*, 54. www.elsevier.com/locate/biopsycho.

CASEY, B. J.; HELLER, A. S.; GEE, D. G.; COHEN, A. O. (2019). Development of the emotional brain. *Neuroscience Letters*, 693, 29-34. doi:10.1016/j.neulet.2017.11.055.

CASTORINA, J. A. (2016). La relación problemática entre neurociencias y educación: Condiciones y análisis crítico. *Propuesta Educativa*, 46(2), 26-41. Recuperado de <http://propuestaeducativa.flacso.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/REVISTA46-dossier-castorina.pdf>.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1997: Rio de Janeiro). (1997). Agenda 21. 2. Ed. Brasília: Senado Federal: Subsecretaria de Edições Técnicas.

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

CYRINO, E.G.; TORALLES-PEREIRA, M.L. (2004). Discovery-based teaching and learning strategies in health: problematization and problem-based learning. *Cadernos de Saúde Pública*, 20 (3): 780-788.

CRESWELL, J. W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4th ed. 2013.

DALGALARRONDO, P. (2008). *Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed.

DARLING-HAMMOND, L. et al. *The Science of Learning and Development in Education: Transforming Students' Lives through an Ecological Systems Approach*. 2020.

DE SMEDT, B. (2018). Applications of cognitive neuroscience in educational research. *Oxford Research Encyclopedias: Education: cognition, emotion, and learning*. doi:10.1093/acrefore/9780190264093.013.69.

DESAUTELS, Lori. The Power of Reframing to 'Rewire' Students' Brains. *Edutopia*, George Lucas Educational Foundation, 23 Jan. 2023. Disponível em: <https://www.edutopia.org/article/reframing-rewire-student-brains>

DEPASQUE, S.; TRICOMI, E. (2015). Effects of intrinsic motivation on feedback processing during learning. *NeuroImage*, 119, 175-186.

doi:10.1016/j.neuroimage.2015.06.046.

DUMONT, H.; ISTANCE, D.; BENAVIDES, F. The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice. 2010.

DUNNING, D.; HEATH, C.; SOSA, L. Flawed Self-Assessment: Implications for Health, Education, and the Workplace. Psychological Science in the Public Interest, 2004.

ESPERIDIÃO-ANTÔNIO, V.; MAJESKI-COLOMBO, M.; TOLEDO-MONTEVERDE, D.; MORAES-MARTINS, G.; FERNANDES, J. J.; ASSIS, M. B.; SIQUEIRA-BATISTA, R. (2008). Neurobiologia das emoções. Revista de Psiquiatria Clínica, 35(2), 55-65. doi:10.1590/S0101-60832008000200003.

EVANS, D.J.R.; BAY, B.H.; WILSON, T.D.; SMITH, C.F.; LACHMAN, N.; PAWLINA, W. (2020). Going Virtual to Support Anatomy Education: A STOPGAP in the Midst of the Covid-19 Pandemic. Anat Sci Educ, 13(3):279-283. doi:10.1002/ase.1963.

FILIPIN, G.; CASAROTTO, F.; VARGAS, L.; MELLO-CARPES, P. (2017). Formação continuada em Neuroeducação: percepção de professores sobre a neurociência e sua importância para a educação. Experiência - Revista Científica De Extensão, v. 3, p. 40-52.

FILIPIN, G.; VARGAS, L. da S. de; MELLO-CARPES, P. B. (Orgs). (2016). Popneuro: guia prático de atividades para popularização e divulgação da neurociência. São Paulo: Livro Bits, p. 11-15.

FISKE, A.; HOLMBOE, K. (2019). Neural substrates of early executive function development. Developmental Review, 52, 42-62. doi:10.1016/j.dr.2019.100866.

FRANCO, R.; MELLO-CARPES, P.B. (2023). A inovação pedagógica e neurociência na prática. In: Anais do evento [recurso eletrônico]: VI Seminário de Inovação Pedagógica - SIP: aproximações entre inovação e neurociência aplicada à educação. Formiga (MG): Editora Uniesmero, p. 12-18.

FREIRE, P. (2003). Pedagogia da autonomia - saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra.

FREITAS, D. P. S. de; MOTTA, C. S.; MELLO-CARPES, P. B. (2015). As bases neurobiológicas da aprendizagem no contexto da investigação temática freiriana. Trabalho, Educação E Saúde, 13(1), 109–122. <https://doi.org/10.1590/1981-7746-sip00023>.

FRIEDMAN, I. A.; GROBGELD, E.; TEICHMAN-WEINBERG, A. (2019). Imbuing education with brain research can improve teaching and enhance productive learning. Psychology, 10, 122–311. doi: 10.4236/psych.2019.102010.

GIEDD, J. N.; BLUMENTHAL, J.; JEFFRIES, N. O.; CASTELLANOS, F. X.; LIU, H.; ZIJDENBOS, A.; PAUS, T.; EVANS, A. L.; RAPOPORT, J. (1999). Brain development

during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2:861–863.

GIEDD, J. N.; VAITUZIS, A. C.; HAMBURGER, S. D.; LANGE, N.; RAJAPAKSE, J. C.; KAYSEN, D.; VAUSS, Y. C.; RAPOPORT, J. L. (1996). Quantitative MRI of the temporal lobe, amygdala, and hippocampus in normal human development: Ages 4-18 years. *The Journal of Comparative Neurology*, 366:223–230.

GOSWAMI, U. (2015). Neurociencia y Educación: ¿Podemos ir de la investigación básica a su aplicación? Un posible marco de referência desde la investigación en dislexia. *Psicología Educativa*, 21, 97-105. doi:10.1016/j.pse.2015.08.002.

GROSSI, M. G. R.; LOPES, A. M.; COUTO, P. A. (2014). A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v. 23, n. 41, p. 27-40.

GUERRA, L. B. (2010). Como as neurociências contribuem para a educação escolar? FGR em revista, Belo Horizonte, ano 4, n. 5, p. 6-9. Disponível em: <http://www.fgr.org.br/site/revistas/revista_5edicao.pdf>.

HAN, H.; SOYLU, F.; ANCHAN, D. M. (2019). Connecting levels of analysis in educational neuroscience: a review of multi-level structure of educational neuroscience with concrete examples. *Trends Neurosci. Educ.*, 17:100113. doi: 10.1016/j.tine.2019.100113.

HATTIE, J. *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. 2009.

HARTLEY, C. A.; SOMERVILLE, L. H. (2015). The neuroscience of adolescent decision-making. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, Vol. 5, pp. 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.09.004>.

HIDDI, S. (2016). Revisiting the role of rewards in motivation and learning: Implications of neuroscientific research. *Educational Psychology Review*, 28, 61-93. doi:10.1007/s10648-015-9307-5.

HODGES, C.; TRUST, T.; MOORE, S.; BOND, A. (2020). Diferenças entre o aprendizado online e o ensino remoto de emergência. *Revista da Escola Profissional de Educação e Tecnologia*, 2:1-12.

HOHNEN, B.; MURPHY, T. (2016). The optimum context for learning: Drawing on neuroscience to inform best practice in the classroom. *Educational & Child Psychology*, 33(1), 75-90.

HORVATH, J. C.; DONOGHUE, G. M. (2016). A bridge too far-revisited: Reframing Bruer's neuroeducation argument for modern science of learning practitioners. *Frontiers in Psychology*, 7, 377. doi:10.3389/fpsyg.2016.00377.

HOWARD-JONES, P. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 15, p. 817-824.

HOWARD-JONES, P.; CUNNINGTON, R.; REIGOSA-CRESPO, V.; LISBOA, R.V.; CARBONI, A. (2020). Realizing the potential of neuroscience and technology to transform education. In *focus – UNESCO*, pp. 98-109.

HUGHES, C. (2020). Technology and the double-edge sword. In *focus – UNESCO*, pp. 136-47.

INGRID, L.; LIDELL, A. K.; EKUNI, R. (2020). Neurophilia is stronger for educators than students in Brazil. *Trends in Neuroscience and Education*, Volume 20, 100136. ISSN 2211-9493, <https://doi.org/10.1016/j.tine.2020.100136>.

JENSEN, F. E. *The Teenage Brain: A Neuroscientist's Survival Guide to Raising Adolescents and Young Adults*. 2015.

JENSEN, E. (2005). "Teaching with the brain in mind." Association for Supervision and Curriculum Development.

JOHNSON, S.B.; BLUM, R.W.; GIEDD, J.N. (2009). Adolescent Maturity and the Brain: The Promise and Pitfalls of Neuroscience Research in Adolescent Health Policy. *J Adolesc Health*, 45(3): 216–221. doi: [10.1016/j.jadohealth.2009.05.016].

KAUP, S.; JAIN, R.; SHIVALLI, S.; PANDEY, S.; KAUP, S. (2020). Sustaining academics during COVID-19 pandemic: The role of online teaching-learning. *BMC Ophthalmol*, 68(6):1220-1221. doi:10.4103/ijjo.IJO.

KRIPPENDORFF, K. *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. 4th ed. 2018.

KUPFERSCHMIDT, K.; COHAN, J. (2020). Can China's COVID-19 strategy work elsewhere? *Science*, 367(6482):1061-1062.

LENT, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociência*. 2.ed. São Paulo: Atheneu.

LENROOT, R.K.; GIEDD, J.N. (2006). Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neurosci Biobehav Rev*, 30: 718–29.

LIMA, K. R. et al. (2020). "Student assessment of online tools to foster engagement during the COVID-19 quarantine." *Advances in Physiology Education*, 44(4), 679-683. doi:10.1152/advan.00131.2020.

LIMA, K.; LOPES, L.; MARKS, N.; FRANCO, R.; MELLO, E.; MELLO-CARPES, P. (2020). Formação continuada em neurociência: percepções de professores da educação básica. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*. <https://doi.org/10.36661/2358-0399.2020v11i3.11512>.

LINN, M.C.; MCBRIDE, E.; GERARD, L.; KIDRON, A. (2020). For the future of education technology matters. In focus – UNESCO, pp. 72-9.

LOGAN, R.W.; HASLER, B.P.; FORBES, E.E.; FRANZEN, P.L.; TORREGROSSA, M.M.; HUANG, Y.H.; BUYSSE, D.J.; CLARK, D.B.; MCCLUNG, C.A. (2017). Impact of Sleep and Circadian Rhythms on Addiction Vulnerability in Adolescents. *Biological Psychiatry* doi: 10.1016/j.biopsych.2017.11.035.

LUCK, Heloísa. (2008). *Gestão educacional: uma questão paradigmática*. 3.ed. Petrópolis: Vozes.

LUJAN, H. (2006). First-year medical students prefer multiple learning styles. *Adv Physiol Educ*, 30: 13–16.

MCDONAGH, JANET E. & BELINDA BATEMAN. "‘Nothing about us without us’: considerations for research involving young people." *Archives of Disease in Childhood-Education and Practice* (2011).

MALDONADO, D.; SILVA, S. (2018). Condicionantes que facilitam a prática pedagógica em educação física escolar na rede municipal de São Paulo. *Caderno de Educação Física e Esporte*. <https://doi.org/10.36453/2318-5104.2019.V17.N1.P139>.

MAROPE, M. (2020). From ideas and norms to implementable curricula. In focus – UNESCO, pp. 8-25.

MARTIN, F.; BOLLIGER, D.U. (2018). Engagement matters: Student perceptions on the importance of engagement strategies in the online learning environment. *Online Learn J*, 22(1):205-222. doi:10.24059/olj.v22i1.1092.

MEC. Ministério da Educação. (2020). Portaria No 343, de 17 de Março de 2020. *Diário Oficial da União*, 53 (1677-7042):39.

MELLO-CARPES, P. MELA BILLIG. (2018). Neuroscience basic concepts are not only important for teachers, but for students and learners in general. *IBRO/IBE-UNESCO Science of Learning Briefings*.

MEZA, E.; GUTIÉRREZ, S.; OCEGUEDA, R. (2018). A neurociência cognitiva na formação inicial de professores pesquisadores educativos. 2, 11-25. <https://doi.org/10.22206/CYED.2018.V2I3.PP11-25>.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. (2010). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 12.ed. São Paulo: Hucitec.

MIZUNO, K.; TANAKA, M.; ISHII, A.; TANABE, H. C.; ONOE, H.; SADATO, N.; WATANABE, Y. (2008). The neural basis of academic achievement motivation. *NeuroImage*, 42(1), 369-378. doi:10.1016/j.neuroimage.2008.04.253.

MORA, F. (Org.). (2004). Como funciona o cérebro? Porto Alegre: Artmed.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2007.

MORI C.K., ASSUMPCAO R.O. Brazilian digital inclusion public policy: Achievements and challenges. *J Community Informatics*. 2007;3(3):1-7.

NEAL, S. et al. Exploring the longitudinal association between interventions to support the transition to secondary school and child anxiety. *Journal of Adolescence*, v. 50, p. 31-43, 2016. DOI: 10.1016/j.adolescence.2016.04.003.

O'DOHERTY, J. P.; COCKBURN, J.; PAULI, W. M. (2017). Learning, reward, and decision making. *Annual Review of Psychology*, 68, 73-100. doi:10.1146/annurev-psych-010416-044216.

OECD Education at a Glance 2017: OECD Indicators. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>, 2017. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2017_eag-2017-en. Acesso em: 31 de maio de 2020.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. A pedagogia da neurociência: ensinando o cérebro e a mente. Curitiba: Appris, 2015. 231 p.

OSSANI, A.; CARNIN, A.; SCHNACK, C. M.; URMERSBACH, R. (2023). Aprendizagem e(m) rede: relatos de prática a partir do aprende mais: língua portuguesa. São Leopoldo, RS: Governo do estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Educação: Ed. UNISINOS, 2023.

ØSTBY, Y.; TAMNES, C. K.; FJELL, A. M.; WALHOVD, K. B. (2011). Morphometry and connectivity of the fronto-parietal verbal working memory network in development. *Neuropsychologia*, 49(14), 3854–3862. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.10.001>.

PANDI-PERUMAL, S. R.; TRAKHT, I.; SPENCE, D.; SRINIVASAN, V.; DAGAN, Y.; CARDINALI, D. (2008). The roles of melatonin and light in the pathophysiology and treatment of circadian rhythm sleep disorders. *Nature Clinical Practice*. doi: 10.1038/ncpneuro0847.

PASQUALLI, R.; CASSARO, C. (2020). Inovações Pedagógicas na Pós-Graduação na modalidade de Educação a Distância no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. 21, 173-180. <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2020v21n2p173-180>.

PESSOA, L.; ADOLPHS, R. (2010). Emotion processing and the amygdala: From a 'low road' to 'many roads' of evaluating biological significance. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(11), 773-783. doi:10.1038/nrn2920.

RATHUNDE, K. *Learner-Centered Pedagogy: Principles and Practice*. 2017.

RELVAS, M. P. (2011). Neurociência e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva. 5. ed. Rio de Janeiro: Wak.

RODRIGUES, A.; VILLARDI, B. (2017). Formação do docente para a gestão universitária: uma análise indutiva dos professores gestores da pós-graduação stricto sensu da UFRRJ. 10, 208-231. https://doi.org/10.28950/1981-223X_REVISTAFOCOADM/2017.V10I2.408.

RUBIA, K.; OVERMEYER, S.; TAYLOR, E.; et al. (2000). Functional frontalisation with age: Mapping neurodevelopmental trajectories with fMRI. *Neurosci Biobehav Rev*, 24: 13.

SAARANEN, T.; TOSSAVAINEN, K.; RYHÄNEN, E.; TURUNEN, H. (2013). Promoting the occupational well-being of teachers for the comenius program. *International Journal of Higher Education*, 2(2). <https://doi.org/10.5430/ijhe.v2n2p159>.

SANTOS, S.; ALMEIDA, K. (2021). O Papel do Apoiador Escolar na Educação Inclusiva / The Importance of the School Supporter in Inclusive Education. ID on line. *Revista de psicologia*. <https://doi.org/10.14295/online.v15i58.3347>.

SHONKOFF, J. P.; LEVITT, P. (2010). Neuroscience and the future of early childhood policy: moving from why to what and how. *Neuron*, 67: 689–691. doi:10.1016/j.neuron.2010.08.032.

SILBERMAN, M. *Active Learning: Strategies to Teach Any Subject*. 1996.

SOKOLOWSKI, H. M.; ANSARI, D. (2018). Understanding the effects of education through the lens of biology. *npj Science of Learning*, 3, 17. doi:10.1038/s41539-018-0032-y.

SOSA, P.; SANTOS, A.M.; NUNES, T.T.; FILIPIN, G.E. (2014). O que é Neurociência e por que para ensinar melhor é preciso saber como o cérebro funciona? In: Mello-Carpes, P. B. (Org.) *A fisiologia presente em nosso dia a dia: Guia prático do profissional da educação básica*. São Paulo: Livrobites.

SOUSA, R. S. de; Galiazzi, M. do C.; Schmidt, E. B. (2016). Interpretações fenomenológicas e hermenêuticas a partir da análise textual discursiva: a compreensão em pesquisas na educação em ciências. *Revista Pesquisa Qualitativa*. São Paulo (SP), v. 4, n. 6, p. 311-333.

SOUSA, D. A. *Mind, Brain, and Education: Neuroscience Implications for the Classroom*. 2010.

SUÁREZ-OROZCO, M. M.; SATTIN-BAJAJ, C. *Educating the Whole Child for the Whole World: The Ross School Model and Education for the Global Era*. 2010.

SOWELL, E.R.; PETERSEN, B.S.; THOMPSON, P.M.; et al. (2003). Mapping cortical change across the human life span. *Nature Neuroscience*, 6:309–15.

SPEAR, L.P. (2000). The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neurosci Biobehav Rev*, 24:417–63.

STEINBERG, L. (2014). "Age of Opportunity: Lessons from the New Science of Adolescence." Houghton Mifflin Harcourt.

STERNBERG, R. J.; GRIGORENKO, E. L. (2003). Inteligência plena: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos. Porto Alegre: Artmed.

TADIELO, A. L. T.; SOSA, P. M.; MELLO-CARPES, P. B. (2022). Physiology faculty and student contributions to schoolteacher training in neuroscience: innovations during the COVID-19 pandemic. *Advances in Physiology Education*, 46(4), 606–614. <https://doi.org/10.1152/advan.00045.2022>.

TAMNES, C.K.; ØSTBY, Y.; WALHOVD, K.B.; WESTLYE, L.T.; DUE-TØNNESSEN, P.; FJELL, A.M. (2010). Neuroanatomical correlates of executive functions in children and adolescents: a magnetic resonance imaging (MRI) study of cortical thickness. *Neuropsychologia*, 48: 2496–2508.

TELZER, E. H. (2016). Dopaminergic reward sensitivity can promote adolescent health: A new perspective on the mechanism of ventral striatum activation. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 17, 57-67. doi:10.1016/j.dcn.2015.10.010.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. (2008). The Scientifically Substantiated Art of Teaching: A study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science). <https://www.researchgate.net/publication/36710537>.

TOKUHAMA-ESPINOSA, Tokuhama-Espinosa, T. (2020). The role of technology in advancing our understanding of the learning brain. In *focus – UNESCO*, pp. 80-93.

TUCKER, C. R.; WYCOFF, T.; GREEN, J. T. *Blended Learning in Action: A Practical Guide Toward Sustainable Change*. 2016.

TUNE, J. D.; STUREK, M.; BASILE, D.P. (2013). Flipped classroom model improves graduate student performance in cardiovascular, respiratory, and renal physiology. *Adv Physiol Educ*, 37: 316–320.

TSAKIRIS, M.; CRITCHLEY, H. (2016). Interoception beyond homeostasis: Affect, cognition and mental health. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 371, 20160002. doi:10.1098/rstb.2016.0002.

VASCONCELLOS, C. DOS S. (2005). *Construção do conhecimento em sala de aula*. 18. ed. São Paulo: Libertad.

VENKATRAMAN, A.; EDLOW, B. L.; IMMORDINO-YANG, M. H. (2017). The brainstem in emotion: A review. *Frontiers in Neuroanatomy*, 11, 15. doi:10.3389/fnana.2017.00015.

VIAN, V.; EIDLWEIN, G.; MARTINS, S.; QUARTIERI, M. (2015). Gestão escolar: espaço de trabalho coletivo. 7, 90-102. <https://doi.org/10.18316/1942>.

VYGOTSKY, L. S. (2003). *Psicologia Pedagógica*. Porto Alegre: Artmed.

WALKER, Z.; CHEN, S. H. A.; POON, K.; HALE, J. B. (2017). Brain Literacy Empowers Educators to Meet Diverse Learner Needs. (NIE Working Paper Series No. 10). Singapore: National Institute of Education. Recuperado de https://www.nie.edu.sg/docs/default-source/oer/niewps10_brain-literacy-empowers-educators-to-meet-diverse-learner-needs.

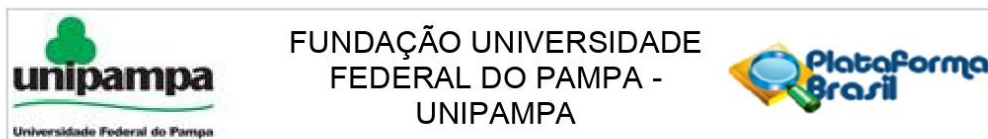
WEINSTEIN, Y.; MADAN, C. R.; SUMERACKI, M. A. (2018). Teaching the science of learning. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3, 2. doi:10.1186/s41235-017-0087-y.

WEYMAR, M.; SCHWABE, L. (2016). Amygdala and emotion: The bright side of it. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 224. doi:10.3389/fnins.2016.00224.

WILCOX, G.; MORETT, L. M.; HAWES, Z.; DOMMETT, E. J. Why Educational Neuroscience Needs Educational and School Psychology to Effectively Translate Neuroscience to Educational Practice. **Frontiers in Psychology**, [s.l.], v. 11, 2020. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.618449.

YURGELUN-TODD, D. (2007). Mudanças emocionais e cognitivas durante a adolescência. *Opinião Atual em Neurobiologia*, 17, 251-257. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2007.03.009>.

ANEXO I – Carta de Aprovação do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: NEUROCIÊNCIA APLICADA À APRENDIZAGEM (REMOTA): INOVAÇÃO PEDAGÓGICA E QUALIFICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS ADOTADAS NO ENSINO REMOTO NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Pesquisador: Pâmela Billig Mello Carpes

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 50527721.4.0000.5323

Instituição Proponente: Fundação Universidade Federal do Pampa UNIPAMPA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.032.127

Apresentação do Projeto:

As afirmações elencadas nos campos “Apresentação do Projeto”, “Objetivos da Pesquisa”, “Avaliação dos Riscos e Benefícios” e “Comentários e Considerações sobre a Pesquisa” foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1768213, de 29/09/2021).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Promover ações de formação em neurociência aplicada à educação, considerando o contexto de ensino remoto e híbrido, envolvendo professores e estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, e contribuir na qualificação do processo ensino-aprendizagem nessa fase.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Como riscos aos participantes, podem ocorrer sensação de constrangimento ou receio, por parte dos mesmos, tendo em vista os aspectos do estudo, ou o a falta de conhecimento acerca do tema. Os participantes serão orientados sobre a possibilidade de abdicar-se de responder qualquer questionamento, e interromper ou encerrar sua participação na pesquisa no momento que considerem oportuno. Ainda, em caso de necessidade, os sujeitos poderão ser

Endereço: BR 472 - Km 585 - Campus Uruguaiiana

Bairro: Prédio Administrativo - Sala 23 - Caixa **CEP:** 97.501-970

UF: RS **Município:** URUGUAIANA

Telefone: (55)3911-0202

E-mail: cep@unipampa.edu.br

encaminhados ao Ambulatório do Serviço de Atenção Integral à Saúde Mental de Uruguaiana vinculado a Secretária Municipal de Saúde de Uruguaiana, podendo receber acompanhamento psicológico. Durante as atividades online sempre há um risco de invasões à sala virtual, o que os pesquisadores procurarão minimizar através da necessidade de identificação e solicitação de autorização para ingresso na sala. Há, ainda, o risco de identificação indireta devido o número restrito de participantes da pesquisa, o que procuraremos minimizar tratando os dados anonimamente. Destaca-se, ainda, que existe um risco de vazamento de dados, considerando que toda coleta se dará por meios digitais, o que procuraremos minimizar utilizando arquivos com acesso restrito aos pesquisadores responsáveis pela análise de dados.

Benefícios:

Como benefício direto desta pesquisa os professores poderão participar de uma formação relacionada à neurociência da aprendizagem; espera-se que as ações propostas no estudo promovam aumento dos conhecimentos dos envolvidos sobre a neurociência, contribuindo para aspectos que possam ser adequadamente aplicados na qualificação da escolha de metodologias, ferramentas e práticas de ensino remoto e híbrido e dos processos de ensino-aprendizagem, especialmente online, desta etapa da vida escolar. Dentre os benefícios deste estudo está a melhoria da qualidade de ensino, e, conseqüentemente, da aprendizagem dos alunos, considerando a melhor compreensão de aspectos relacionados a como o cérebro aprende.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este estudo é caracterizado como uma pesquisa quali-quantitativa. A presente proposta será desenvolvida junto a professores dos sextos e sétimos anos do Ensino Fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental José Francisco, selecionada com base nas suas características, e em comum acordo com a Secretaria Municipal de Educação de Uruguaiana – RS. Espera-se envolver cerca de 40 professores e 80 estudantes da escola nas atividades. Serão propostas duas ações principais neste projeto: (i) atividades de formação de professores em neurociência aplicada à aprendizagem (remota); e, (ii) acompanhamento de atividades dos professores e estudantes em sala de aula (virtual ou presencial, a depender do andamento da gestão educacional frente as medidas de enfrentamento da pandemia). Estas atividades serão realizadas em etapas e momentos específicos. No início do projeto serão aplicados questionários pré-intervenção junto aos professores envolvidos. No segundo momento serão realizadas as intervenções formativas com os professores envolvidos. No terceiro momento do projeto será realizada a etapa (ii). Ao final serão aplicados questionários pós-intervenção junto a professores e estudantes.

Endereço: BR 472 - Km 585 - Campus Uruguaiana

Bairro: Prédio Administrativo - Sala 23 - Caixa

CEP: 97.501-970

UF: RS

Município: URUGUAIANA

Telefone: (55)3911-0202

E-mail: cep@unipampa.edu.br

Continuação do Parecer: 5.032.127

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Parecer referente à versão 3 do projeto inserido na PlatBr em 29/09/2021.

Pendência atendida.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ressalta-se que cabe a pesquisadora responsável encaminhar os relatórios parciais e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que sejam devidamente apreciadas no CEP, conforme Norma Operacional CNS nº 001/13, item XI.2.d.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1768213.pdf	29/09/2021 08:22:41		Aceito
Outros	carta2.pdf	29/09/2021 08:19:18	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TermoEscola.pdf	27/08/2021 18:18:20	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_assentimento_alunos_Impresso.pdf	23/08/2021 09:30:47	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMOASSENTIMENTO.pdf	23/08/2021 09:30:35	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_profs.pdf	23/08/2021 09:30:19	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	tcle_alunos_Impresso.pdf	23/08/2021 09:30:08	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito

Endereço: BR 472 - Km 585 - Campus Uruguiana

Bairro: Prédio Administrativo - Sala 23 - Caixa **CEP:** 97.501-970

UF: RS **Município:** URUGUAIANA

Telefone: (55)3911-0202

E-mail: cep@unipampa.edu.br

Continuação do Parecer: 5.032.127

Ausência	tcle_alunos_Impresso.pdf	23/08/2021 09:30:08	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_alunos.pdf	23/08/2021 09:29:56	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Folha de Rosto	novafolhaderosto.pdf	15/06/2021 08:50:12	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	FAP_Projeto_Pesquisa_2020.pdf	03/06/2021 16:04:08	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Outros	Complementinfosmetodprojeto.pdf	03/06/2021 16:03:01	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Outros	Questionarioposetudantes.docx	03/06/2021 15:49:33	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Outros	Questionarioposprofs.docx	03/06/2021 15:49:08	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Outros	Questionariopreprofs.docx	03/06/2021 15:48:45	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito
Declaração de Pesquisadores	FAPtermodeconfidencialidade.pdf	03/06/2021 10:18:01	Pâmela Billig Mello Carpes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

URUGUAIANA, 11 de Outubro de 2021

Assinado por:
Rafael Lucyk Maurer
(Coordenador(a))

Endereço: BR 472 - Km 585 - Campus Uruguaiiana

Bairro: Prédio Administrativo - Sala 23 - Caixa **CEP:** 97.501-970

UF: RS **Município:** URUGUAIANA

Telefone: (55)3911-0202

E-mail: cep@unipampa.edu.br

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS XI CURSO DE
NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO PRÉ-CURSO

Contato prévio com o tema

Já fez algum curso na área de educação e neurociência? (☐) Sim (☐) Não

Durante a sua formação inicial, você teve alguma disciplina que abordasse neurociência?

Você já ouviu falar sobre neurociências ? (☐) Sim (☐) Não

Possui contato com a neurociência pelas redes sociais?

(☐) Sim, por *Facebook* (☐) Sim, por *Instagram* (☐) Nunca tive contato (☐) Outro

Conhecimentos gerais prévios acerca da temática e perspectivas
(questões abertas)

O que você entende por neurociência?

Em sua opinião, qual a importância de estudar neurociência aplicada à aprendizagem de adolescentes?

Em sua opinião, de que forma estudar neurociência aplicada à aprendizagem pós pandemia pode impactar em sua prática docente?

Quais são as suas perspectivas acerca deste curso?

Conhecimentos específicos

(Afirmações e grau de concordância dos participantes)

Aprendizagem, requer várias funções mentais como atenção, memória, percepção, emoção, função executiva, entre outras. Portanto, depende do cérebro. (Tema trabalhado na aula 3)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

O Sistema Nervoso (SN), por meio de seu integrante mais complexo, o encéfalo, recebe e processa os estímulos ambientais e elabora respostas adaptativas que garantem a sobrevivência do indivíduo e a preservação da espécie. (Tema trabalhado na aula 1)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

O comportamento humano resulta da atividade do SN, do conjunto de células nervosas, ou redes neurais, que o constituem. Este, por sua vez, depende do número de neurônios e de suas substâncias químicas, da atividade destas células. (Tema trabalhado na aula 1)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Funções relacionadas à cognição e às emoções, presentes no cotidiano e nas relações sociais, como sentir e perceber, gostar e rir, dormir e comer, falar e se movimentar, compreender e calcular, ter atenção, lembrar e esquecer, planejar, julgar e decidir, ajudar, pensar, imaginar, se emocionar, são comportamentos que dependem do funcionamento do cérebro. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

A criança/adolescente que tem um SN diferente apresentará comportamentos, habilidades limitadas e potencialidades cognitivas distintas das demais e poderá demandar estratégias de aprendizagem alternativas. (Tema trabalhado na aula 4)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Neuroplasticidade é a propriedade de “fazer e desfazer” conexões entre neurônios. Ela

possibilita a reorganização da estrutura do SN e do cérebro e constitui a base biológica da aprendizagem e do esquecimento. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Atenção é importante função mental para a aprendizagem, pois nos permite selecionar, num determinado momento, o estímulo mais relevante e significativo, dentre vários. Daí a importância da aprendizagem contextualizada. (Tema trabalhado na aula 3)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

São as emoções que orientam a aprendizagem. Neurônios das áreas cerebrais que regulam as emoções, relacionadas ao medo, ansiedade, raiva, prazer, mantêm conexões com neurônios de áreas importantes para formação de memórias. O desencadeamento de emoções favorece o estabelecimento de memórias. (Tema trabalhado na aula 3)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

O cérebro do adolescente ainda está em desenvolvimento, principalmente o córtex pré-frontal, parte mais anterior do lobo frontal, envolvida com as funções executivas, ou seja, com a elaboração das estratégias de comportamento para solução de problemas e autorregulação do comportamento. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Durante a adolescência os ritmos circadianos ficam naturalmente atrasados, contribuindo para levar a uma preferência vespertina durante essa idade, o que implica diretamente no ciclo de sono, vigília e atenção. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

APÊNDICE B
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS XI CURSO DE
NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO PÓS-CURSO

Percepção do curso

O curso realizado atendeu suas expectativas? Comente.

Comente os principais pontos positivos e negativos do curso.

De uma escala de 0 (ruim) a 10 (excelente), qual nível de conhecimento você considera ter acerca dos temas:

() NEUROANATOMIA E NEUROFISIOLOGIA DO CÉREBRO ADOLESCENTE

() NEUROPLASTICIDADE E SUA IMPORTÂNCIA PARA A EDUCAÇÃO

() NEUROBIOLOGIA DE APRENDIZAGEM E MEMÓRIA

() NEUROCIÊNCIA, INOVAÇÃO E CURRÍCULO ESCOLAR

Conhecimentos gerais acerca da temática e perspectivas

(questões abertas)

O que você entende por neurociência? Seu entendimento nesta área melhorou após a realização do curso?

O que você entende por neurociência? Seu entendimento nesta área melhorou após a realização do curso?

Qual o maior aprendizado adquirido a partir do curso?

Considerando uma escala de 0 (ruim) a 10 (excelente), atribua uma nota ao curso realizado.

Se você tiver observações, sugestões ou comentários adicionais a nossa equipe, por favor, forneça-os neste espaço.

Conhecimentos específicos

(Afirmações e grau de concordância dos participantes)

Aprendizagem, requer várias funções mentais como atenção, memória, percepção, emoção, função executiva, entre outras. Portanto, depende do cérebro. (Tema trabalhado na aula 3)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

O Sistema Nervoso (SN), por meio de seu integrante mais complexo, o encéfalo, recebe e processa os estímulos ambientais e elabora respostas adaptativas que garantem a sobrevivência do indivíduo e a preservação da espécie. (Tema trabalhado na aula 1)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

O comportamento humano resulta da atividade do SN, do conjunto de células nervosas, ou redes neurais, que o constituem. Este, por sua vez, depende do número de neurônios e de suas substâncias químicas, da atividade destas células. (Tema trabalhado na aula 1)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Funções relacionadas à cognição e às emoções, presentes no cotidiano e nas relações sociais, como sentir e perceber, gostar e rir, dormir e comer, falar e se movimentar, compreender e calcular, ter atenção, lembrar e esquecer, planejar, julgar e decidir, ajudar, pensar, imaginar, se emocionar, são comportamentos que dependem do funcionamento do cérebro. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

A criança/adolescente que tem um SN diferente apresentará comportamentos, habilidades limitadas e potencialidades cognitivas distintas das demais e poderá demandar estratégias de aprendizagem alternativas. (Tema trabalhado na aula 4)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Neuroplasticidade é a propriedade de “fazer e desfazer” conexões entre neurônios. Ela

possibilita a reorganização da estrutura do SN e do cérebro e constitui a base biológica da aprendizagem e do esquecimento. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Atenção é importante função mental para a aprendizagem, pois nos permite selecionar, num determinado momento, o estímulo mais relevante e significativo, dentre vários. Daí a importância da aprendizagem contextualizada. (Tema trabalhado na aula 3)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

São as emoções que orientam a aprendizagem. Neurônios das áreas cerebrais que regulam as emoções, relacionadas ao medo, ansiedade, raiva, prazer, mantêm conexões com neurônios de áreas importantes para formação de memórias. O desencadeamento de emoções favorece o estabelecimento de memórias. (Tema trabalhado na aula 3)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

O cérebro do adolescente ainda está em desenvolvimento, principalmente o córtex pré-frontal, parte mais anterior do lobo frontal, envolvida com as funções executivas, ou seja, com a elaboração das estratégias de comportamento para solução de problemas e autorregulação do comportamento. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

Durante a adolescência os ritmos circadianos ficam naturalmente atrasados, contribuindo para levar a uma preferência vespertina durante essa idade, o que implica diretamente no ciclo de sono, vigília e atenção. (Tema trabalhado na aula 2)

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Não concordo/discordo ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

APÊNDICE C
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS XII CURSO DE
NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO - PRÉ-CURSO

1 - Qual é a região do cérebro humano responsável pelo planejamento, tomada de decisões e controle dos impulsos?

- a) Córtex pré-frontal
- b) Amígdala
- c) Hipocampo
- d) Corpo caloso

2 - A neuroplasticidade refere-se à capacidade do cérebro de:

- a) Perceber e associar estímulos sensoriais
- b) Mudar e se adaptar com base nas experiências e no ambiente
- c) Transmitir sinais elétricos entre os neurônios
- d) Armazenar informações em longo prazo

3 - A memória de curto prazo está associada principalmente ao aumento da atividade do:

- a) Hipocampo
- b) Córtex pré-frontal
- c) Amígdala
- d) Cerebelo

4 - Quais das seguintes estruturas do cérebro estão envolvidas na formação e recuperação da memória episódica?

- a) Córtex pré-frontal e hipocampo
- b) Amígdala e cerebelo
- c) Corpo caloso e córtex motor
- d) Córtex visual e tálamo

5 - Qual dos seguintes fatores têm um impacto positivo na neuroplasticidade do cérebro adolescente?

- a) Sono inadequado
- b) Estresse crônico
- c) Atividade física regular
- d) Exposição excessiva a telas digitais

6 - Qual das seguintes habilidades está diretamente relacionada às funções executivas?

- a) Habilidades linguísticas
- b) Habilidades motoras finas
- c) Habilidades sociais
- d) Habilidades de autorregulação

7 - Quais das seguintes estruturas do cérebro estão mais envolvidas no processamento emocional e na resposta ao medo?

- a) Córtex pré-frontal e hipocampo
- b) Amígdala e córtex pré-frontal
- c) Corpo caloso e cerebelo
- d) Córtex visual e córtex motor

8 - Qual dos seguintes fatores pode influenciar positivamente a neuroplasticidade do cérebro?

- a) Prática e repetição de habilidades específicas
- b) Exposição a ambientes estressantes
- c) Isolamento social e falta de estímulos
- d) Consumo excessivo de alimentos ricos em gorduras saturadas

9 - Qual das seguintes habilidades está relacionada ao controle inibitório, uma das funções executivas?

- a) Atenção seletiva
- b) Memória de trabalho
- c) Flexibilidade cognitiva
- d) Supressão de respostas impulsivas

10 - O que você entende por neurociência?

APÊNDICE D
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS XII CURSO DE
NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO PRÉ-CURSO

Marque somente uma resposta:	Concordo	Discordo	Não sei opinar
1. A ciência que busca estudar e investigar as funções do sistema nervoso central denomina-se neurociência.			
2. A maioria de nós usa somente 10% da sua capacidade cerebral.			
3. Aprendizagem é o processo de novas aquisições constituídas através de novas e/ou diferentes experiências.			
4. As pessoas aprendem melhor quando recebem as informações em seu estilo de aprendizagem (por exemplo, visual, auditivo ou cinestésico).			
5. Quanto mais estimulação precoce, melhor para crianças em idade pré-escolar.			
6. Sessões curtas de exercícios de coordenação podem melhorar a integração da função cerebral hemisférica esquerda e direita.			
7. Diferenças na dominância dos hemisférios cerebrais (direto ou esquerdo) podem ajudar a explicar a diferença entre os estudantes.			
8. Existem períodos críticos na infância, sendo que, após estes períodos, certas experiências não podem ser aprendidas.			
9. Existem períodos sensíveis na infância nos quais o aprendizado de certas habilidades é facilitado.			
10. A capacidade do sistema nervoso de mudar, adaptar-se e moldar-se ao longo do desenvolvimento neuronal denomina-se neuroplasticidade.			

11. Ao dormir nosso cérebro automaticamente se desliga.			
12. A produção de novas conexões no cérebro pode continuar na velhice.			
13. Mulheres são melhores que homens em fazer várias coisas ao mesmo tempo.			
14. A prática de exercícios físicos pode melhorar nossa capacidade mental.			

APÊNDICE E
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO CONCEITUAL PRÉ E PÓS AULA DE
NEUROANATOMIA E NEUROFISIOLOGIA DO CÉREBRO ADOLESCENTE

- 1.** Qual região do cérebro adolescente é responsável pelo controle das funções executivas, como tomada de decisões e planejamento?
 - a) Córtex pré-frontal
 - b) Amígdala
 - c) Hipocampo
 - d) Corpo caloso

- 2.** O desenvolvimento do cérebro adolescente é marcado por mudanças significativas nas conexões neurais. Qual termo é usado para descrever o processo pelo qual as sinapses excessivas são eliminadas para fortalecer as conexões importantes?
 - a) Mielinização
 - b) Neuroplasticidade
 - c) Poda sináptica
 - d) Neurogênese

- 3.** O cérebro adolescente passa por um processo chamado de mielinização. O que a mielinização envolve?
 - a) A formação de novos neurônios no cérebro adolescente
 - b) A eliminação de sinapses extras para fortalecer as conexões importantes
 - c) O aumento da produção de mielina para isolar e acelerar os impulsos neurais
 - d) A criação de novas sinapses no cérebro adolescente

- 4.** Qual das seguintes estruturas do cérebro está relacionada ao processamento das emoções e à resposta ao medo no cérebro adolescente?
 - a) Córtex pré-frontal
 - b) Amígdala
 - c) Hipocampo
 - d) Corpo caloso

- 5.** Na educação, entender a neuroanatomia do cérebro adolescente é importante para:
 - a) Adaptar o currículo escolar para atender às necessidades cognitivas dos adolescentes.
 - b) Ignorar as diferenças individuais dos adolescentes e seguir um currículo padronizado.
 - c) Fornecer informações gerais sobre o cérebro, sem considerar as especificidades da adolescência.
 - d) Limitar o desenvolvimento cognitivo dos adolescentes às capacidades atuais do cérebro.

APÊNDICE F
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO CONCEITUAL PRÉ E PÓS AULA DE
NEUROPLASTICIDADE E SUA IMPORTÂNCIA PARA A EDUCAÇÃO

1 - Em uma sala de aula, um professor está planejando atividades que promovam a neuroplasticidade no cérebro adolescente. Qual das seguintes opções seria a mais adequada para alcançar esse objetivo?

- a) Oferecer apenas tarefas repetitivas e rotineiras para fortalecer as conexões existentes.
- b) Propor atividades desafiadoras que estimulem o cérebro a formar novas conexões sinápticas.
- c) Incentivar os alunos a evitar qualquer tipo de aprendizado que saia de suas zonas de conforto.
- d) Fornecer informações prontas para evitar que os alunos tenham que processar e assimilar novos conhecimentos.

2 - Pesquisas mostram que o cérebro adolescente é altamente suscetível à influência do ambiente. Isso significa que:

- a) As experiências vivenciadas pelos adolescentes não têm impacto significativo no desenvolvimento cerebral.
- b) O ambiente em que os adolescentes estão inseridos não influencia seu comportamento ou aprendizado.
- c) O ambiente pode moldar a estrutura e a função do cérebro adolescente, afetando sua aprendizagem e habilidades cognitivas.
- d) O cérebro adolescente é imune a qualquer influência externa.

3 - Uma abordagem educacional que promove a neuroplasticidade no cérebro adolescente é:

- a) Fornecer apenas informações teóricas, sem atividades práticas.
- b) Utilizar métodos de ensino rígidos, sem flexibilidade para acomodar diferentes estilos de aprendizagem.
- c) Estimular a aprendizagem ativa, por meio de atividades interativas e práticas.
- d) Limitar a exposição a desafios cognitivos para evitar sobrecarga do cérebro adolescente.

4 - A neuroplasticidade do cérebro adolescente está relacionada a qual dos seguintes conceitos-chave na educação?

- a) Diversidade cultural
- b) Personalização do ensino
- c) Aprendizagem social e emocional
- d) Todas as opções acima

5 - Estudos científicos mostram que o cérebro adolescente é mais suscetível a comportamentos de risco. Como a compreensão da neuroplasticidade pode ajudar os educadores a lidar com essa questão?

- a) Ignorando os comportamentos de risco e focando apenas no conteúdo curricular.
- b) Reforçando estereótipos negativos sobre a adolescência.

APÊNDICE G
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO CONCEITUAL PRÉ E PÓS AULA DE
NEUROBIOLOGIA DA APRENDIZAGEM E MEMÓRIA NO CONTEXTO ESCOLAR

- 1** - Qual é o principal tipo de memória envolvida na aquisição inicial de novas informações?
- a) Memória de trabalho
 - b) Memória de longo prazo
 - c) Memória episódica
 - d) Memória procedural
- 2** - Durante a aquisição de novos aprendizados, quais são as estruturas cerebrais envolvidas na consolidação da memória de curto prazo para a memória de longo prazo?
- a) Hipocampo e córtex pré-frontal
 - b) Amígdala e cerebelo
 - c) Tálamo e córtex visual
 - d) Hipotálamo e córtex motor
- 3** - Quais são as estratégias eficazes para melhorar a codificação e retenção de novas informações na memória?
- a) Elaboração, organização e revisão frequente
 - b) Distração, multitarefa e falta de atenção
 - c) Repetição mecânica e memorização superficial
 - d) Ansiedade e estresse durante o aprendizado
- 4** - Qual é o papel da atenção no processo de aquisição da memória?
- a) Selecionar informações relevantes e direcionar recursos cognitivos para o aprendizado
 - b) Inibir a formação de novas memórias
 - c) Facilitar a recuperação de memórias antigas
 - d) Regular as emoções relacionadas ao aprendizado
- 5** - Como o sono afeta o processo de consolidação da memória?
- a) O sono profundo interrompe a consolidação da memória
 - b) O sono REM (movimento rápido dos olhos) é crucial para a consolidação da memória emocional
 - c) A privação de sono melhora a retenção de novas informações
 - d) O sono desempenha um papel importante na estabilização e consolidação da memória

APÊNDICE H
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO CONCEITUAL PRÉ E PÓS AULA DE
DESENVOLVIMENTO BIOPSISSOCIAL NA ADOLESCÊNCIA

1 - Qual das seguintes afirmações descreve uma mudança biológica típica que ocorre durante a adolescência?

- a) O aumento da massa corporal tende a diminuir.
- b) A atividade hormonal permanece estável.
- c) O cérebro atinge seu tamanho máximo antes do início da adolescência.
- d) O desenvolvimento sexual secundário é caracterizado pelo crescimento de pelos faciais em meninas.

2 - Durante a adolescência, a formação de identidade se torna um foco importante de desenvolvimento. Qual dos seguintes conceitos está relacionado a esse aspecto do desenvolvimento psicossocial?

- a) Autonomia
- b) Memória de trabalho
- c) Linguagem expressiva
- d) Plasticidade cerebral

3 - Quais dos seguintes fatores podem influenciar o desenvolvimento socioemocional durante a adolescência?

- a) Mudanças hormonais
- b) Acesso à tecnologia digital
- c) Interações familiares
- d) Todos os itens acima

4 - Qual dos seguintes termos refere-se à capacidade de compreender e gerenciar as emoções próprias e dos outros, que se desenvolve durante a adolescência?

- a) Empatia
- b) Cognição social
- c) Funções executivas
- d) Teoria da mente

5 - Durante a adolescência, os relacionamentos com os pares tornam-se cada vez mais importantes. Qual dos seguintes aspectos está frequentemente associado a esses relacionamentos?

- a) Formação de identidade
- b) Desenvolvimento motor
- c) Memória episódica
- d) Habilidades linguísticas

APÊNDICE I
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO CONCEITUAL PRÉ E PÓS AULA DE
NEUROCIÊNCIA, INOVAÇÃO E CURRÍCULO ESCOLAR

1. Envolve um conjunto de reações a estímulos (ambientais e internos) que buscam manter um estado de ânimo. Na Educação, auxilia nas relações sócio-afetivas e na mediação pedagógica, podendo auxiliar na consolidação do que se aprende:

- a) funções executivas
- b) memória
- c) neuroplasticidade
- d) emoções
- e) estímulos sensoriais

2. Assinale a alternativa que contém os elementos faltantes nas frases. Na articulação entre neurociências e inovação pedagógica, podemos compreender a forma como o conhecimento é aprendido. Diferente do que se pensava, o cérebro-pode alterar-suas conexões sinápticas ao longo da vida, uma capacidade de adaptação denominada _____. Diante desta informação, um/a educador que quer inovar pedagogicamente deve considerar em suas práticas educativas _____:

- a) Neuroplasticidade. Reconfiguração de Saberes
- b) Modificação nuclear. Formas tradicionais de ensino.
- c) Função Executiva. Relações hierarquizadas.
- d) Estímulos sensoriais. Protagonismo discente.
- e) Memória. Ruptura com as formas tradicionais de ensinar e aprender.

3. A sua formação está relacionada com o processo de ensino-aprendizagem no sentido de aquisição e armazenamento de informações/conhecimentos. Numa prática educativa, o primeiro momento pedagógico se relaciona com os saberes prévios e as retomadas das experiências anteriores dos sujeitos. Nos termos da neurociência estamos falando do conceito de:

- a) emoções
- b) funções executivas
- c) estímulos sensoriais
- d) memória
- e) neuroplasticidade

4. A Neurociência nos traz argumentos para a efetivação de processos de Inovação Pedagógica que podem ser efetivados:

- a) Nas mudanças que podemos realizar em nossas aulas, sem a participação dos estudantes ou dos/as colegas
- b) Na execução de processos pedagógicos indicados pela gestão escolar
- c) Nas metodologias adotadas, considerando os manuais orientadores
- d) No reconhecimento de necessidades e na elaboração participativa de estratégias administrativo-pedagógicas
- e) Na padronização de ambientes educativos conforme iniciativas exitosas

5) As relações que se estabelecem entre as neurociências e a prática educativa se configuram como inovações pedagógicas?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Se sim, em que sentido?

APÊNDICE J
QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO CONCEITUAL PÓS-CURSO

1 - Qual é a região do cérebro humano responsável pelo planejamento, tomada de decisões e controle dos impulsos?

- a) Córtex pré-frontal
- b) Amígdala
- c) Hipocampo
- d) Corpo caloso

2 - A neuroplasticidade refere-se à capacidade do cérebro de:

- a) Perceber e associar estímulos sensoriais
- b) Mudar e se adaptar com base nas experiências e no ambiente
- c) Transmitir sinais elétricos entre os neurônios
- d) Armazenar informações em longo prazo

3 - A memória de curto prazo está associada principalmente ao aumento da atividade do:

- a) Hipocampo
- b) Córtex pré-frontal
- c) Amígdala
- d) Cerebelo

4 - Quais das seguintes estruturas do cérebro estão envolvidas na formação e recuperação da memória episódica?

- a) Córtex pré-frontal e hipocampo
- b) Amígdala e cerebelo
- c) Corpo caloso e córtex motor
- d) Córtex visual e tálamo

5 - Qual dos seguintes fatores têm um impacto positivo na neuroplasticidade do cérebro adolescente?

- a) Sono inadequado
- b) Estresse crônico
- c) Atividade física regular
- d) Exposição excessiva a telas digitais

6 - Qual das seguintes habilidades está diretamente relacionada às funções executivas?

- a) Habilidades linguísticas
- b) Habilidades motoras finas
- c) Habilidades sociais
- d) Habilidades de autorregulação

7 - Quais das seguintes estruturas do cérebro estão mais envolvidas no processamento emocional e na resposta ao medo?

- a) Córtex pré-frontal e hipocampo
- b) Amígdala e córtex pré-frontal

- c) Corpo caloso e cerebelo
- d) Córtex visual e córtex motor

8 - Qual dos seguintes fatores pode influenciar positivamente a neuroplasticidade do cérebro?

- a) Prática e repetição de habilidades específicas
- b) Exposição a ambientes estressantes
- c) Isolamento social e falta de estímulos
- d) Consumo excessivo de alimentos ricos em gorduras saturadas

9 - Qual das seguintes habilidades está relacionada ao controle inibitório, uma das funções executivas?

- a) Atenção seletiva
- b) Memória de trabalho
- c) Flexibilidade cognitiva
- d) Supressão de respostas impulsivas

10 - Como você acredita que a neuroplasticidade pode ser aproveitada na prática educacional para otimizar a aprendizagem dos adolescentes?

11 - Como os educadores podem utilizar estratégias baseadas nas características do cérebro adolescente para melhorar a consolidação e a recuperação da memória dos estudantes?

12 - Mencione algumas estratégias que você, educador, pode adotar para promover o desenvolvimento das funções executivas nos estudantes adolescentes.

13 - Como a compreensão da neuroanatomia e neuroplasticidade do cérebro adolescente pode se relacionar com os princípios da psicologia educacional no desenvolvimento de estratégias de ensino personalizadas?

14 - Explique como fatores biológicos podem influenciar o desenvolvimento da adolescência, incluindo mudanças físicas, hormonais e neurológicas. Em seguida, discuta como esses fatores podem interagir com aspectos psicológicos e sociais durante essa fase.

15 - Descreva de forma clara e acessível para um público não especializado o conceito de neuroplasticidade e explique como ele pode influenciar as práticas educacionais no contexto do cérebro adolescente.

16 - Proponha uma abordagem inovadora de ensino que utilize os conhecimentos sobre neuroplasticidade para promover o engajamento e a aprendizagem ativa dos adolescentes. Explique como essa abordagem pode beneficiar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

17 - Discuta os desafios e as oportunidades do desenvolvimento biopsicossocial na adolescência. Quais são os principais obstáculos que os adolescentes enfrentam nessa fase e como eles podem ser superados? Além disso, mencione as possíveis vantagens e oportunidades associadas a essa etapa do desenvolvimento.

18 - Como os profissionais da área educacional podem apoiar o desenvolvimento biopsicossocial saudável dos adolescentes? Apresente estratégias e práticas que os educadores podem adotar para promover o bem-estar, a resiliência e o crescimento dos adolescentes em diferentes contextos educacionais.

19 - Reflita sobre sua própria prática como educador e discuta como os conhecimentos adquiridos sobre neuroanatomia e neuroplasticidade podem impactar positivamente a forma como você planeja suas aulas e aborda o processo de aprendizagem dos adolescentes.