

PUCRS

ESCOLA DE CIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ESTRELLA MARLENE DA SILVA THOMAZ

**NEUROCIÊNCIAS E SEUS VÍNCULOS COM ENSINO, APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO  
DOCENTE: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES E LICENCIANDOS DA ÁREA DE CIÊNCIAS  
DA NATUREZA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Porto Alegre  
2018

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

**ESTRELLA MARLENE DA SILVA THOMAZ**

**NEUROCIÊNCIAS E SEUS VÍNCULOS COM ENSINO,  
APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DOCENTE: PERCEPÇÕES DE  
PROFESSORES E LICENCIANDOS DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA  
NATUREZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos

**PORTO ALEGRE  
2018**

## Ficha Catalográfica

T465n Thomaz, Estrella Marlene Da Silva

Neurociências e seus vínculos com ensino, aprendizagem e formação docente : percepções de professores e licenciandos da área de ciências da natureza / Estrella Marlene Da Silva Thomaz . – 2018.

124 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos.

1. Neurociências. 2. Ensino. 3. Aprendizagem. 4. Formação docente. 5. Ensino superior. I. Ramos, Maurivan Güntzel. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori CRB-10/1363

ESTRELLA MARLENE DA SILVA THOMAZ

**"NEUROCIÊNCIAS E SEUS VÍNCULOS COM ENSINO, APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DOCENTE: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES E LICENCIANDOS DA ÁREA DE CIÊNCIAS NA NATUREZA"**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em Educação em Ciências e Matemática.

---

Aprovada em 14 de março de 2018, pela Banca Examinadora.




---

Dr. Maurivan Güntzel Ramos (Orientador - PUCRS)



---

Dra. Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho (FURG)



---

Dra. Valderez Marina do Rosário Lima (PUCRS)

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem a colaboração de várias pessoas, a quem muito agradeço:

- aos docentes e colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS, que me acolheram e compartilharam comigo seus conhecimentos. Obrigada pelo carinho e aprendizagem;

- ao meu Orientador, Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos, pela paciência, atenção, compreensão, partilha de saberes e dedicação. Só tenho a agradecer pela parceria acadêmica e pela amizade;

- à Prof<sup>ª</sup>. Dra. Valderez Marina do Rosário Lima e à Prof<sup>ª</sup>. Dra. Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho pela disponibilidade e gentileza de contribuir com a sua participação na banca examinadora;

- ao meu marido, Dr. Arno Vitor Palma, corresponsável pela escolha do tema da pesquisa, pela compreensão e companheirismo;

- às minhas filhas, Solange Thomaz e Natalie Thomaz, pelo apoio e incentivo. Vocês são meu motivo de vida;

- à minha mãe, pelo exemplo de perseverança e resiliência que fizeram com que eu continuasse em frente nos estudos;

- às pessoas entrevistadas que tanto cooperaram para a realização deste trabalho;

- à Coordenação de Apoio ao Pessoal de Ensino Superior – Capes, pelo financiamento do curso de mestrado;

- e a todos, que de uma forma ou de outra, participaram presencial ou virtualmente deste trabalho, que é tão importante para minha formação.

## RESUMO

THOMAZ, Estrella Marlene Da Silva. **Neurociências e seus vínculos com ensino, aprendizagem e formação docente:** percepções de professores e licenciandos da área de ciências da natureza. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Escola de Ciências. PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Na última década, tem sido notório o avanço da Neurociência Cognitiva, fornecendo novos entendimentos sobre os diferentes processos cognitivos que dão suporte aos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, conhecer a opinião de professores e licenciandos sobre tais conhecimentos, torna-se relevante e necessário para quem atua em sala de aula. Assim, a pesquisa relatada nesta dissertação apresenta algumas respostas ao seguinte questionamento: *De que modo professores da Educação Básica, da área de Ciências da Natureza e licenciandos de Biologia, Física e Química, estão preparados para tratar do ensino e da aprendizagem na perspectiva da Neurociência Cognitiva e como valorizam esses pressupostos na sua prática docente?* A coleta de dados ocorreu por meio da aplicação de questionários a 13 professores da Educação Básica e a 20 estudantes de cursos de licenciaturas da área de Ciências da Natureza, que também foram entrevistados, com gravação em áudio. Com vistas a compreender as percepções dos participantes, as respostas foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD, permitindo a obtenção das conclusões a seguir. A falta de interação entre cientistas da área neurociências e profissionais da área do ensino implica carência de informações e, conseqüentemente, falta de aplicabilidade dos resultados consolidados no Brasil e em outros países, mesmo que os docentes pesquisados valorizem tais conceitos. A partir da análise dos dados coletados, destaca-se que, apesar da pouca utilização dos conhecimentos provenientes da Neurociência Cognitiva em sala de aula, há grande entusiasmo por parte dos participantes, a respeito da utilização de tais conhecimentos. Os resultados também mostram a existência de neuromitos no âmbito docente, podendo resultar em abordagens inadequadas de ensino, baseada em dados sem critério científico. Surge, assim, a necessidade de melhorar a formação de professores em assuntos referentes ao funcionamento cerebral, associados a situações de aprendizagem, de modo a ampliar os estudos com bases científicas, o que pode contribuir para a qualificação da educação no país. Portanto, existe um espaço a ser preenchido entre o neurocientista que estuda aprendizagem, o professor da Educação Básica e a formação de professores no Ensino Superior.

**Palavras-chave:** Neurociências; Ensino; Aprendizagem; Formação Docente; Ensino Superior; Ciências da Natureza.

## ABSTRACT

THOMAZ, Estrella Marlene Da Silva. **Neurosciences and their links with teaching, learning and teacher education:** perceptions of teachers and undergraduates of teacher training course of natural sciences area. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). School of Sciences, Graduate Program in Science and Mathematics Education, PUCRS – Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

In the last decade, the advance of Cognitive Neuroscience has been well-known, conceptualizing new understandings about the different cognitive processes that support teaching and learning processes. In this sense, knowing an opinion of teachers and graduates about such knowledge becomes relevant and necessary for those who work in the classroom. Thus, the research reported in this dissertation presents some answers to the following question: How do Basic Education teachers in the area of Natural Sciences and Biology, Physics and Chemistry graduates prepare for teaching and teaching from the perspective of Cognitive Neuroscience and how do they value these assumptions in their teaching practice? A data collection through the application of questions to 13 teachers of Basic Education and 20 students of undergraduate courses in the area of Natural Sciences, all of them are interviewed, with audio recording. With perspectives as participant perceptions, as answers and analyzes through Discursive Textual Analysis - ATD, allowing a conclusion to be obtain. The lack of interaction between neuroscientists and professionals in the field of education implies information and, consequently, lack of applicability of the consolidated results not Brazil and in other countries, even if they are documented researched values such concepts. From the analysis of the collected data, it is highlighted that, despite the low utilization of the knowledge of Cognitive Neuroscience in the classroom, there is great enthusiasm on the part of the participants, a respect to the use of knowledge. The results also show the existence of neuromyths in the teaching field, which may result in inadequate teaching approaches, in real time in data without scientific criteria. Thus, there is a need to train teachers in reference to brain functioning, associated with learning situations, in order to expand studies with scientific bases, which may contribute to a qualification of non-country education. Thus, there is a space to be filled between the neuroscientist who studies learning, the teacher of Basic Education and a training of teachers of Higher Education.

**Keywords:** Neuroscience; Teaching; Learning; Teacher Training; Higher education; Natural Science;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Partes que compõem o encéfalo	35
Figura 2: Classificação da memória de longo prazo	41
Figura 3 – Resultados dos itens que contém neuromitos	67
Figura 4: Principais discrepâncias entre resultados de professores e licenciandos	68
Figura 5: Resultados de RM concordantes entre licenciandos e professores	70
Figura 6: Resultados referentes ao item que trata da adição de novos neurônios (item 1)	72
Figura 7: Resultados referentes ao item sobre a atividade cerebral por meio de sinapses (item 2)	73
Figura 8: Resultados referentes ao item que trata da plasticidade cerebral (item 3)	74
Figura 9: Resultados referentes ao item sobre redes neurais especializadas (Item 4)	75
Figura 10: Resultados referentes ao item que trata da relação entre número de neurônios e sexo biológico (item 5)	76
Figura 11 - Resultados referentes ao item que trata do cérebro emocional (item 6)	78
Figura 12 - Resultados referente ao item que trata da comunicação entre neurocientistas e educadores (item 7)	79
Figura 13: Resultados referentes a novas teorias de aprendizagem (item 8)	80
Figura 14: Resultados referentes a diferentes estilos de aprendizagem (item 9)	81
Figura 15: Resultados referentes à dominância de hemisférios cerebrais (item 10)	82
Figura 16: Resultados referentes aos períodos receptivos na infância (item 11)	83
Figura 17: Resultados referentes a ambientes educacionais enriquecidos (item 12)	84
Figura 18: Resultados referentes à promoção da atenção seletiva (item 13)	86
Figura 19: Resultados referentes à relação entre emoção e memória (item 14)	87



## LISTAS DE QUADROS E TABELAS

### Quadros

Quadro 1 – Artigos selecionados da busca “Neurociencia y educación” no Portal de Periódicos CAPES/MEC	19
Quadro 2 – Artigos selecionados da busca “Neurociência e educação” no Portal de Periódicos CAPES/MEC	23
Quadro 3 – Artigos selecionados da busca “Neuroscience and learning” no Portal de Periódicos CAPES/MEC	26
Quadro 4 – Dissertações selecionadas da busca “Neurociência e educação” no Portal de Periódicos CAPES/MEC	29

### Tabelas

Tabela 1 – Relação das opiniões dos licenciandos com relação às asserções apresentadas	59
Tabela 2 – Relação das opiniões dos professores com relação às asserções apresentadas	61
Tabela 3 - Exemplo de análise do resultado RM para o Item 5	65
Tabela 4 – Dados comparativos dos RM de professores e licenciandos sobre os itens analisados	65

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ATD – Análise Textual Discursiva

AVC – Acidente Vascular Cerebral

FMRI – Fuctional Magnetic Ressonance Image

OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos

PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

SNC – Sistema Nervoso Central

RM – Ranking Médio

BBC – British Broadcasting Corporation

REM – Rapid Eye Moviment

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução</b>	11
<b>2 Contextualização e problematização</b>	14
2.1 Considerações iniciais sobre a origem da investigação	14
2.2 Problema de pesquisa	16
2.3 Objetivo da pesquisa	17
<b>3 Revisão de literatura: análise de trabalhos acadêmicos sobre neurociências relacionada à educação, à aprendizagem e à formação de professores no período de 2013 a 2017</b>	18
<b>4 Pressupostos teóricos</b>	32
4.1 Funcionamento neurobiológico do cérebro	35
4.2 Atenção, emoção e memória	36
4.2.1 Atenção	37
4.2.2 Memória	39
4.2.3 Emoção	43
4.3 As funções executivas e sua importância	45
4.4 Aprendizagem e construção de conhecimentos: processamento e implicações pedagógicas	46
<b>5 Procedimentos Metodológicos</b>	50
5.1 Abordagem da pesquisa	50
5.2 Tipo de pesquisa: estudo de caso	51
5.3 Contexto e participantes da pesquisa	51
5.4 Instrumentos da pesquisa	52
5.4.1 Questionário	52
5.4.2 Entrevista	54

5.4.3 Diário de Pesquisa	55
<b>5.5 Plano de Análise de Dados</b>	55
<b>6 Resultados – Análise e discussão dos dados</b>	58
<b>6.1 Análise e discussão dos dados quantitativos</b>	58
6.1.1 Dados estatísticos e comparativos	58
6.1.2 Análise do ranking médio	64
6.1.3. Análise individual dos itens	71
<b>6.2 Análise e discussão dos dados qualitativos</b>	88
6.2.1 Análise das entrevistas dos licenciandos	88
6.2.1.1 <i>Categoria 1 – Os licenciandos valorizam a Neurociência Cognitiva</i>	89
6.2.1.2 <i>Categoria 2 – Os licenciandos desconhecem conceitos da Neurociência Cognitiva</i>	90
6.2.1.3 <i>Categoria 3 – Os licenciandos apresentam dificuldades que podem estar associadas à Neurociência Cognitiva</i>	95
6.2.2 Análise das entrevistas dos professores	97
6.2.2.1 <i>Categoria 1 – Os professores desconhecem conceitos da Neurociência Cognitiva</i>	97
6.2.2.2 <i>Categoria 2 – Os professores evidenciam alguns conhecimentos que podem estar associados à Neurociência Cognitiva</i>	101
6.2.2.3 <i>Categoria 3 – Os professores valorizam conhecimentos neurocientíficos</i>	104
<b>7 Considerações finais</b>	108
<b>Referências</b>	110
<b>Apêndices</b>	115
<b>Apêndice A</b> - Questionário para delinear o perfil dos licenciandos e seus conhecimentos	116
<b>Apêndice B</b> - Questionário para delinear o perfil dos professores e seus conhecimentos	120
<b>Apêndice C</b> - Roteiro de entrevista semiestruturada para professores e licenciandos	124

## 1 INTRODUÇÃO

Como as pessoas aprendem? O que ocorre no cérebro quando construímos novos conhecimentos ou desenvolvemos novas habilidades? Como e quando o cérebro aprende? Por que, como e onde as situações da vida são memorizadas? Qual a influência da emoção e da atenção na aprendizagem e na memória? Quais seriam os melhores modos de ensinar e aprender, considerando o funcionamento do cérebro? Essas e outras questões são de interesse da humanidade. Muitas têm sido as tentativas de respostas e explicações para esses questionamentos.

Atualmente, a ciência está avançando celeremente no entendimento sobre aprendizagem, por meio da Neurociência Cognitiva<sup>1</sup>, tendo em vista os novos movimentos em relação ao detalhamento do funcionamento cerebral. Assim, para ensinar e aprender é importante considerar os recursos que se têm, a cognição. Para isso, conta-se com estruturas físicas (cérebro), psicológicas (mente), e cognitivas (cérebro e mente). Daí a importância da neurociência para a educação, em especial a Neurociência Cognitiva. Em função dessa importância, nesta pesquisa, pretendeu-se conhecer os conceitos apresentados pela Neurociência Cognitiva que são estudados por licenciandos dos componentes curriculares de Biologia, Física e Química, que integram a área de Ciências da Natureza, no processo de sua formação docente, assim como, qual a influência que pode trazer esses conhecimentos para sua futura prática profissional, em especial, para a qualidade da sua prática docente. Também, foi intenção conhecer o domínio de conhecimento, nesse campo, de professores da Educação Básica, que atuam em disciplinas da área de Ciências da Natureza.

Para situar o tema e para auxiliar na compreensão do conteúdo desta pesquisa, serão apresentadas, numa perspectiva teórica, as contribuições da neurociência para os processos de ensino e de aprendizagem, pela abordagem de conceitos importantes, tais como: funcionamento do cérebro, atenção, memória, emoção e suas relações com a prática docente.

---

<sup>1</sup> Para Ferreira (2014) o termo Neurociência Cognitiva deriva de cognição, que por sua vez, vem do latim – *cognitio onis* –, que significa origem, conhecimento ou processo de conhecimento e de neurociência que consiste no estudo do sistema nervoso.

De antemão, é importante referir que não foram encontradas nas atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da Educação Básica (BRASIL, 2015) considerações teóricas, nem referência a estudos relacionados ao funcionamento do cérebro, e, muito menos, referências à necessidade desses conhecimentos para a formação docente. Por isso, torna-se relevante investigar esse tema e compreender as percepções de professores, especificamente da área de Ciências da Natureza, acerca da importância dessas contribuições para a sua prática profissional e para a aprendizagem dos estudantes. Os resultados da investigação podem contribuir para chamar a atenção para a necessidade de ampliação do estudo dos conhecimentos nessa área nos cursos de licenciatura, bem como em processos de formação continuada de professores. Também, pode contribuir para chamar a atenção de autoridades educacionais nacionais, no sentido de inserir essa preocupação em textos oficiais, considerando a influência desses textos na formação e na prática docente, pelo menos a médio e longo prazo.

A dissertação está organizada em sete capítulos a partir deste, de introdução, de forma que no capítulo 2 são apresentadas a **problematização e a contextualização**, marcando a trajetória da pesquisadora em relação à investigação, de modo a justificar a escolha do problema e a apresentar questões e os objetivos da investigação.

No capítulo 3, é desenvolvida uma revisão da literatura, apresentando uma análise sobre trabalhos acadêmicos que relacionam neurociências e educação no período compreendido entre 2013 e 2017.

No capítulo 4, são apontados os aportes teóricos que fundamentam este estudo, abordando os seguintes temas: 4.1 **Funcionamento neurobiológico do cérebro**, que trata dos aportes da Neurociência Cognitiva para desvendar como opera esse órgão, suas características e configurações; 4.2 **Memória, emoção e atenção**, conceitos apresentados a partir de teóricos, os quais expõem a importância do conhecimento desses processos na prática docente; 4.3 **Aprendizagem e construção de conhecimentos**, que trata das contribuições da neuropsicologia fundamentadas nas aproximações do pensamento de autores clássicos, visando a relacionar a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo com a neurociência, tais como Wallon, Vygotsky, Piaget, e Luria.

No capítulo 5, é descrita a metodologia utilizada, explicitando a abordagem, o tipo de pesquisa, o contexto no qual foi desenvolvido a investigação, os participantes da pesquisa, os instrumentos de coleta e o plano de análise das informações.

O capítulo 6 apresenta os resultados, o que inclui as análises quantitativa e qualitativa das informações construídas, bem como as devidas discussões, inserindo-se também perspectivas teóricas.

O capítulo 7 apresenta as Considerações finais, contendo as principais respostas aos questionamentos propostos para a investigação realizada. Ao final, são apresentadas as referências das obras citadas ao longo da pesquisa.

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO**

O presente capítulo inicia com algumas considerações sobre minha trajetória<sup>2</sup> de modo a situar a origem do interesse no estudo do tema proposto para essa pesquisa. Após, são apresentados o problema de pesquisa e os seus objetivos.

### **2.1 Considerações iniciais sobre a origem da investigação**

A curiosidade sobre o assunto partiu de uma vivência familiar. Há alguns anos, em junho de 2012, em poucos minutos, descobri os impactos de um Acidente Vascular Cerebral (AVC) de uma pessoa próxima e presenciei a degradação de suas funções cerebrais até o limite da vida. Após o abalo vieram as limitações, a dependência, as mudanças, os medos, as despesas, os sonhos interrompidos, entre outros. Para amenizar as sequelas, foi necessário mergulhar em providências com vistas à reabilitação cognitiva e motora, assim como, o reconhecimento de como funciona o cérebro e todos os processos envolvidos direta e indiretamente no comportamento e na aprendizagem. O restabelecimento de novos patamares cognitivos e os avanços e retrocessos que levaram anos para serem alcançados mostraram-me a importância da plasticidade neuronal<sup>3</sup>, essa capacidade do cérebro de estar em constante reorganização para desenvolver e compensar possíveis desvios e deficiências. Nessa situação, aprendi que a cada nova experiência vivenciada pelo indivíduo, as redes de neurônios são arranjadas, outras sinapses são reforçadas e múltiplas possibilidades de respostas ao ambiente tornam-se possíveis.

Consciente de que por meio do aprendizado podemos construir novas ligações e assim reconfigurar nosso cérebro, percebo o desafio apresentado quando orientamos outras pessoas na conquista de novos conhecimentos, seja na situação de educadores,

---

<sup>2</sup> Nesta parte da dissertação assumo a primeira pessoa por tratar-se de um relato pessoal.

<sup>3</sup> “A plasticidade neuronal é a propriedade do sistema nervoso que permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência, e como adaptação a condições mutantes e a estímulos repetidos.” (ANUNCIATO et al, 2001, p. 6).



professores ou cuidadores. Assim sendo, se a construção desses conhecimentos tão relevantes depende do funcionamento do cérebro, então, a ciência que estuda o cérebro e suas funções deveria ser conhecida e valorizada por aqueles que educam. Mesmo assim, ainda existe um abismo entre os conhecimentos neurocientíficos e suas possibilidades nos ambientes educativos, como a escola e a universidade.

Durante minha vida de formação acadêmica, em especial na educação básica, com frequência, percebia que os professores tinham pouca tolerância para responder aos meus questionamentos. Com regularidade, era repreendida por fazer muitas perguntas, inúmeras vezes de forma inoportuna e descontextualizada, de acordo com a avaliação dos docentes.

Por consequência, aos poucos, a minha curiosidade levou-me a procurar respostas em outras fontes, como livros, que procurava na biblioteca, mas esses livros tinham uma linguagem acadêmica que parecia distante das minhas inquietações que eram do cotidiano. Assim, aos poucos, fui silenciando para atender ao enquadramento requerido, embora os questionamentos continuassem a emergir, permanecendo sem respostas.

Enquanto isso, erros eram marcados como fracassos, rotulados como faltas (de inteligência, de perspicácia, de capacidade), seguidos de comentários compensatórios tais como, “ela é esforçada, mas...”. Os erros cometidos ou deficiências apresentadas pelos estudantes não eram entendidos desde a perspectiva do seu estágio de desenvolvimento, assim como não era considerado que a experiência dos erros é tão importante quanto à experiência dos acertos.

Atualmente, será que a situação relatada mudou? Considerando a minha trajetória acadêmica, cursando Licenciatura em Química, com raras exceções, a resposta é negativa. Observei que ainda se pratica o que chamo de “questionamento inibitório”, representado pelo isolamento do estudante que não se enquadra no contexto de aceitação esperado por perguntar demasiadamente. Assim, durante o estágio docente, experimentei o aparente desconforto causado pela indagação inesperada dos aprendizes. Foi o suficiente para perceber que não estava preparada para ver, nas perguntas dos estudantes, uma oportunidade de aprendizagem.

A pergunta que surge agora é: de que forma e por que a formação docente produz pouca ou nenhuma mudança na prática do ensino? Ninguém duvida da

importância do processo de educação do professor, mas, o que está faltando para que os benefícios dessa educação se reflitam na prática? Como melhorar a qualidade da formação dos professores?

Um modo de auxiliar professores e contribuir para a qualificação necessária consiste em conhecer como acontece a aprendizagem desde um ponto de vista neurobiológico, levando-os a compreender alguns elementos que podem dificultar esse processo e inspirar práticas mais eficientes.

Entretanto, é importante ter consciência de que esse conhecimento não possibilita a solução de todos os problemas da educação, pois a aprendizagem não depende apenas do funcionamento cerebral. Considero que uma abordagem dessa natureza nos cursos de Licenciatura em Química, Física e Matemática pode ser uma das ferramentas importantes para a formação dos futuros docentes.

## **2.2 Problema de pesquisa**

Partindo dessas inquietações, o problema central da pesquisa é definido assim: *De que modo os professores da Educação Básica, da área de Ciências da Natureza e licenciandos de Biologia, Física e Química estão preparados para tratar do ensino e da aprendizagem na perspectiva da Neurociência Cognitiva e como valorizam esses pressupostos na sua prática docente?*

O problema se desdobra nas seguintes questões de pesquisa: a) Qual é o conhecimento de professores da Educação Básica, da área de ciências da Natureza, sobre conceitos da neurociência? b) Quais são as percepções desses professores sobre as contribuições da Neurociência Cognitiva para a aprendizagem dos estudantes e para sua prática profissional? c) Qual é o conhecimento de licenciandos da Educação Básica, da área de Ciências da Natureza sobre conceitos da neurociência? d) Quais são as percepções desses licenciandos sobre as contribuições da Neurociência Cognitiva para a aprendizagem dos estudantes e para sua prática profissional? e) Como tem ocorrido a formação dos professores, participantes da pesquisa em relação à temática da Neurociência Cognitiva?

Assim, é de interesse, nesta pesquisa, dirigir os mesmos questionamentos aos professores e licenciandos nas áreas de atuação relacionadas à Biologia, Física e Química de forma a comparar os processos formativos, tanto de professores atuantes quanto dos docentes em formação, com vistas a uma reflexão sobre necessidades de mudanças nos cursos de formação de professores.

### **2.3 Objetivo da pesquisa**

A investigação tem como objetivo geral: *Compreender o modo como professores e licenciandos da área de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) estão preparados para tratar do ensino e da aprendizagem na perspectiva da Neurociência Cognitiva, assim como para conhecer os pressupostos abordados por essa ciência em sua futura profissão.*

Contribuíram para a concretização desse objetivo, os seguintes objetivos específicos: a) compreender o conhecimento de professores da Educação Básica, da área de Ciências da Natureza sobre conceitos da neurociência e as suas percepções acerca das contribuições desse campo para a aprendizagem dos estudantes e para a sua prática profissional, bem como o processo de sua formação em relação a essa temática; b) compreender o conhecimento de licenciandos das áreas de Biologia, Física e Química sobre conceitos da neurociência, acerca das contribuições dessa área para a aprendizagem dos estudantes e para a sua futura prática profissional, bem como o processo de sua formação em relação a essa temática; c) comparar e integrar os conhecimentos de professores da Educação Básica, da área de Ciências da Natureza e licenciandos das áreas de Biologia, Física e Química sobre conceitos da neurociência necessários para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem, para a sua prática profissional e sua relação com o processo de sua formação acerca dessa temática.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA: ANÁLISE DE TRABALHOS ACADÊMICOS SOBRE NEUROCIÊNCIAS RELACIONADA À EDUCAÇÃO, À APRENDIZAGEM E À FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO PERÍODO DE 2013 A 2017**

A realização de um levantamento bibliográfico no contexto de pesquisa possibilita a apropriação do conhecimento coletivo já produzido a fim de evitar a duplicação de pesquisas, de reaproveitar os resultados encontrados de modo a permitir serem reproduzidos em outras escalas e contextos e de identificar possíveis imprecisões ou lacunas nos estudos realizados. Nesse sentido, ao conhecer o que já foi pesquisado, torna-se possível propor novas hipóteses e métodos, promovendo o desenvolvimento do campo específico de estudo.

Sem ambicionar a análise de uma total abrangência de produções em teses, dissertações e artigos realizados, pretendeu-se identificar um número significativo de produções nos últimos cinco anos sobre o assunto desta dissertação. Assim, as produções foram identificadas em duas bases eletrônicas de dados, sendo a procedência dos artigos o Portal de Periódicos Capes e as teses e dissertações do Banco de Teses Capes.

Esse Portal tem como objetivo, disponibilizar o melhor da produção científica nacional e internacional para as instituições de ensino e pesquisa nacionais, sendo inteiramente financiado pelo governo brasileiro.

Para a coleta dos resumos de teses e dissertações e artigos, utilizou-se o repositório da CAPES, por meio de sua *busca básica*, com as palavras-chave “Neurociencia y Educación”; “Neurociência e Educação”; “Neuroscience and learning”.

Os critérios que foram adotados para realizar o levantamento de trabalhos estão relacionados do seguinte modo: a) atender ao objetivo desta pesquisa; b) ser artigo com estrutura e organização condizente com a pesquisa científica; c) apresentar contribuições de respostas à questão desta pesquisa.

Para a primeira busca, combinaram-se os termos *Neurociencia y Educación*, obtendo-se oito registros, dos quais cinco foram selecionados para análise, conforme constam no Quadro 1.

**Quadro 1 - Artigos selecionados da busca “Neurociencia y educación” no Portal de Periódicos CAPES/MEC**

1	CODINA, M. J. Neuroeducación: reflexiones sobre neurociencia, filosofía y educación. <b>Postconvencionales: ética, universidad, democracia</b> , España, v. 7, p. 164-181, 2014. (Sem Qualis nas áreas de Educação e Ensino).
2	DIAZ-SANCHEZ, G.; ALVAREZ-PEREZ, H. <b>Neurociencia y educación: efecto del primer idioma</b> , v.16, n. 2, p. 209-228, ago. 2013. (Sem Qualis).
3	GABRIEL, V.; JARAMILLO, J.; CARAZA, R.; RODRIGUEZ, R. Principios de neurociencia aplicados en la educación universitaria. <b>Formación universitaria</b> , México, v. 9, n. 4, p. 75-82, 2016. (Qualis A1 na Área de Ensino).
4	GOSWAMI, U. Neurociencia y Educación: podemos ir de la investigación básica a su aplicación? <b>Psicología Educativa</b> . Madrid, v. 21, n.4, p. 97-105, dez. 2015.
5	SANCHEZ, E. Mente, cerebro y educación. <b>Revista de Neurociencia y Psicología de la Universidad de Salamanca</b> , v. 15, p. 25-26, mar. 2013. (Sem Qualis nas áreas de Educação e Ensino).

Fonte : Organizado pela autora a partir da consulta à base de dados.

Destaca-se no Quadro 1, que, além dos dados bibliográficos que identificam cada trabalho, foi adicionada a identificação Qualis. A importância dessa identificação se relaciona à sua própria definição, por ser esse um sistema utilizado para classificar a produção científica dos programas de pós-graduação em relação aos artigos publicados em periódicos e revistas científicas. A CAPES disponibiliza anualmente uma lista com a classificação atualizada dos periódicos, que são enquadrados em estratos indicativos da qualidade - A1 (o mais elevado), A2, B1, B2, B3, B4, B5 (menos elevado) e C (sem valor). A classificação é realizada pelos comitês de consultores de cada área, seguindo critérios previamente definidos, buscando refletir a importância relativa dos diferentes periódicos para uma determinada área. Os critérios gerais e os específicos utilizados em cada área de avaliação da CAPES estão disponibilizados nos respectivos documentos de área.

A seguir, são detalhados os resumos traduzidos que se encontram relacionados no Quadro 1, indicando os principais destaques de cada publicação.

1 CODINA, M. J. Neuroeducación: reflexiones sobre neurociencia, filosofía y educación. **Postconvencionales: ética, universidad, democracia**, v. 7, p. 164-181, 2014.

Este artigo inicia com uma provocação, afirmando que, ante os avanços da neuroimagem, há quem proclame que a ética não será necessária, pois tudo será explicado ao conhecer como funciona nosso cérebro. Refutando essa teoria, o texto tem como objetivo, clarificar o papel da filosofia e da educação a partir dos conhecimentos neurocientíficos. Para isso, discorre sobre o dualismo pragmático e a visão monista das ciências naturais. À luz dessa perspectiva, discute a relação entre a arquitetura cerebral e o entorno, aborda a existência de neuromitos, e a necessidade de criar pontes transdisciplinares ou criar uma nova ciência da aprendizagem em que colaborem, neurocientistas, psicólogos, educadores e filósofos. Finalmente, promove novas direções de investigação, com base na importância da neurociência para a educação ética requerida pela sociedade.

Entre as questões destacadas por este artigo, são delineadas as aproximações com a presente pesquisa quando identifica a importância da neurociência para a educação, a existência de neuromitos e a necessidade de compartilhamento de informações entre áreas. Contribui com originalidade ao sugerir a criação de uma nova área do conhecimento com características transdisciplinares em que a ética permeie todas as ações.

2 DIAZ-SANCHEZ, G.; ALVAREZ-PEREZ, H. Neurociencia y educación: efecto del primer idioma, v.16, n. 2, p. 209-228, ago. 2013.

Desde uma perspectiva neurobiológica, este artigo aborda os efeitos da língua materna na aprendizagem do segundo idioma. Mesmo que haja investigações sobre esse problema, poucas tratam o viés neurobiológico e, menos ainda, quando o espanhol é a língua materna. Para a investigação, foi realizada a metanálise quantitativa dos dados compilados da literatura, utilizando tabelas de correlação. Os dados refletiram que para aprender um novo idioma é necessária a mediação de esquemas já estabelecidos no primeiro idioma. Também foi constatado que existem aspectos neurobiológicos subjacentes que representam uma interferência na instrução do novo idioma.

Finalmente, foram encontradas referências que revelam que, se há semelhanças entre os idiomas, os mecanismos neurais subjacentes, facilitam a transferência de informações.

Este trabalho aborda com propriedade a importância da transferência para o processo de aprender. Traçando um paralelo com esta dissertação ao se referir ao efeito de conhecimentos prévios no processamento de novas informações. Os autores destacam a mediação entre a língua materna e o novo idioma a ser aprendido, encontrando referências em mecanismos neurobiológicos que podem facilitar ou dificultar tal aprendizagem. A importante contribuição do artigo está representada pela cuidadosa metanálise quantitativa, por meio de quadros e tabelas que assinalam para a continuação de abordagens neurobiológicas de aprendizagem.

3 GABRIEL, V.; JARAMILLO, J.; CARAZA, R.; RODRIGUEZ, R. Principios de neurociencia aplicados en la educación universitaria. **Formación universitaria**, v. 9, n. 4, p.75-82, 2016.

O objetivo principal deste trabalho foi determinar se há um aumento em certos processos cognitivos, como atenção, motivação e desempenho acadêmico, para estudantes universitários de graduação, quando as aulas são realizadas em um ambiente rico em práticas de ensino com base em princípios da neurociência. A pesquisa teve uma metodologia mista. O experimento foi desenvolvido com dois grupos do mesmo curso e com o mesmo professor. No grupo experimental, as novas práticas foram implementadas e no grupo de controle, um ambiente acadêmico tradicional foi estruturado. Como ferramentas de coleta de dados, foram utilizados dois testes padronizados e uma pesquisa semanal para medir níveis de motivação. Os resultados mostraram que as três variáveis dependentes analisadas (atenção, motivação e desempenho acadêmico) tiveram um impacto positivo no grupo experimental. O desempenho acadêmico dos alunos aumentou também. Essas descobertas sugerem a inclusão de questões de neurociência na agenda de pesquisa educacional.

Este trabalho diferencia-se da presente pesquisa ao apresentar testes de avaliação dos níveis de atenção, motivação e desempenho acadêmico aplicados a estudantes universitários. Apresenta dados quantitativos e qualitativos, sendo esses últimos baseados na linguagem corporal dos acadêmicos, deixando transparecer a limitação subjetiva dos resultados por ignorar outros fatores, alheios ao trabalho docente, que

podem interferir nas variáveis mensuradas. Por outro lado, se aproxima dos objetivos desta dissertação ao sugerir a abordagem de conceitos neurocientíficos na educação.

4 GOSWAMI, U. Neurociencia y Educación: podemos ir de la investigación básica a su aplicación? **Psicología Educativa**. v. 21, n.4, p. 97-105, dec. 2015.

Neste artigo, o autor considera que a neurociência pode transformar a educação, pois proporciona novos métodos para compreender a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo. Neste sentido, a neurociência educativa proporciona informações da construção do sistema cognitivo e sensorial, ao longo do desenvolvimento. Assim, é principal conclusão que os conhecimentos reconhecidos pela neurociência poderiam orientar o campo da educação e da pedagogia nos diferentes contextos de aprendizagem.

Por meio desta publicação, entende-se que há um movimento global com tendência a inclusão dos conhecimentos reconhecidos pela neurociência no campo da educação. Apresenta como interrogante a forma de aplicação de tais conhecimentos e propõe um ensaio para discutir os potenciais resultados da migração entre a teoria e a prática. Tal como proposto pelo autor, neste trabalho de pesquisa, pretende-se alcançar resultados que comprovem as contribuições da neurociência para orientar a educação.

5 SANCHEZ, E. Mente, cerebro y educación. **Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca**, v. 15, p. 25-26, mar. 2009.

O artigo aborda o tipo de aportes que a neurociência tem oferecido para o estudo da cognição e da educação. Para isso, são elencados: a) os processos cognitivos implicados na aprendizagem, b) a importância da interação no processo; e c) os logros alcançados. Em todos os casos mencionados, foram analisadas as consequências e condutas necessárias, a partir de seis linhas de investigação. Algumas conclusões levantadas neste trabalho são: 1) o triângulo mente-cérebro e educação se apresenta como uma promessa que pode gerar conhecimento potencialmente útil para a prática docente, podendo se tornar um novo paradigma docente, 2) a difusão dos resultados neurocientíficos deu lugar a crenças errôneas que são utilizadas na prática docente, ressaltando a necessidade de melhorar a formação de professores, 3) o âmbito que pode sofrer mudanças relevantes com os avanços da neurociências está vinculado com as



dificuldades de aprendizagem, cálculo e leitura, 4) é importante refletir sobre a dificuldade de transferir o conhecimento obtido em experiências acadêmicas para a vida profissional.

Este artigo apresenta informações que se aproximam dos conceitos elencados neste relatório de pesquisa e valoriza os conhecimentos que revelam como funciona o cérebro em situação de aprendizagem. Por outro lado, o autor considera importante buscar evidências dos processos cognitivos revelados pela neurociência, por meio de projetos de leitura e interpretação de textos. Igualmente, destaca a dificuldade dos docentes em implantar propostas com metas claras e objetivos definidos. Assim, propõe entender as razões pelas quais, mesmo profissionais com conhecimentos neurocientíficos, apresentam dificuldades de aplicá-las na sala de aula.

De uma forma geral, observa-se que as pesquisas estrangeiras estão mais voltadas para aplicação da neurociência em sala de aula. Isso pode indicar que, superada a fase das discussões teóricas, há interesse em propostas com iniciativas mais concretas.

Na sequência, para a segunda busca, combinou-se os termos Neurociência e Educação, obtendo-se seis registros, dos quais quatro foram selecionados para análise, conforme consta no Quadro 2.

**Quadro 2 - Artigos selecionados da busca “Neurociência e educação” no Portal de Periódicos CAPES/MEC**

1	BARRIOS-TAO, H. As neurociências, a educação e o ambiente sociocultural. <b>Educ.educ.</b> v.19, n.3 p. 395-415, set. 2016.
2	CARVALHO, F. A. H.. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. <b>Trab. Educ. Saúde</b> , Rio de Janeiro, v.8, n. 3, p. 537-550, nov.2010/fev, 2011. (Qualis A2 na área de Ensino).
3	EKUNI, R.; SOUZA, B. N.; COSTA, C.; OTOMURA, F. Projeto de extensão “Grupo de estudos em neurociência”: divulgando neurociência e despertando vocações. <b>Revista Brasileira de Extensão Universitária</b> , v. 5, n. 2, p. 55-59, nov. 2014. (Qualis A1 na área de Ensino)
4	FILIPIN, G.; CASAROTTO, F.; MARONEZE, B, CARPES, P. P. relato de um programa de extensão que busca divulgar e popularizar a neurociencia junto a escolares. <b>Revista Brasileira de Extensão Universitária</b> , Uruguaiana RS, v. 6, n. 2, p. 87-95, dez. 2015. (Qualis A1 na área de Ensino)

Fonte : Organizado pela autora a partir da consulta à base de dados.

A seguir, são detalhados os resumos dos trabalhos selecionados no Quadro 2, indicando os traduzidos e os principais destaques de cada publicação.

1 BARRIOS-TAO, H. As neurociências, a educação e o ambiente sociocultural. **Educ.educ.** v.19, n.3 p. 395-415, set. 2016.

A relação entre neurociências e educação move-se entre detratores e defensores, com um movimento intermédio que clama por um diálogo e uma colaboração na busca do benefício mútuo. Os resultados das pesquisas neurocientistas transformam-se em uma possibilidade para contribuir ao melhoramento de processos educativos e à solução de problemas relacionados com a aprendizagem. O objetivo do artigo está orientado à revisão das contribuições das neurociências para a educação, com uma vista particular aos fatores do ambiente sociocultural que influem na aprendizagem. A revisão delimita-se no quadro temporal de 2002-2014, mediante a pesquisa de bancos de dados e sistemas internacionais, que denotam a relação entre as neurociências, a educação e o ambiente social. Fatores como a saúde, o ambiente vital, o exercício físico, e aspectos como plasticidade, maturidade do cérebro e neurônios-espelho são relevantes para considerar a influência do ambiente sociocultural na educação.

Este autor reafirma que a aprendizagem solicita a contribuição do meio ambiente. Salienta que ter um cérebro com plenas capacidades e funções bem estruturadas, não garante a aprendizagem. Admite que um sistema neural eficiente deve estar interconectado com estímulos externos e internos. São estabelecidas aproximações entre os achados da revisão bibliográfica apresentada no artigo a respeito da importância das funções executivas descritas no presente relatório de pesquisa.

2 CARVALHO, F. A. H. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8 n. 3, p. 537-550, nov. 2010/ fev. 2011.

O texto aborda a possibilidade de inserção de avanços da neurociência nos saberes disciplinares, nos cursos de formação de professores. A partir dessa perspectiva, considera que os conhecimentos neurocientíficos representam um importante subsídio para a ação docente. Como resultado, acredita que são necessárias novas pesquisas sobre o ensino superior para conhecer se os achados neurocientíficos são abordados em alguma disciplina da formação de professores, e, caso sejam, conhecer se estão relacionados ao ensino e à aprendizagem. A autora considera importante conhecer a relevância atribuída pelos estudantes desses cursos à existência ou não desses saberes na sua formação profissional.

Este trabalho apresenta concepções semelhantes às elencadas nesta investigação. Destaca-se a ideia da autora, que considera relevante conhecer a importância que docentes em formação atribuem aos achados neurocientíficos. Essa ideia coaduna com um dos objetivos desta pesquisa e confirma a recomendação da autora de incluir esses conhecimentos na formação de professores.

3 EKUNI, R., SOUZA, B. N.; COSTA, C.; OTOMURA, F. Projeto de extensão “Grupo de estudos em neurociência”: divulgando neurociência e despertando vocações. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 5, n. 2, p. 55-59, nov. 2014.

O objetivo deste estudo é relatar as experiências do grupo de estudos em neurociências que participa de um projeto de extensão desenvolvido na Universidade Estadual do Paraná – UENP. Esse grupo de estudos promove ações de divulgação da neurociência e organiza a “Semana do Cérebro”, campanha global que desenvolve palestras, debates e discussões sobre o tema. Como resultado, os autores afirmam que, a partir das reuniões semanais do grupo, tem sido possível desenvolver a formação do senso crítico, promovendo discussões de artigos selecionados, incentivando os participantes a desenvolverem projetos de iniciação científica. Já as ações de cunho extensionista despertaram vocações na área da neurociência, de modo que alunos participantes foram aprovados em cursos de especialização e realização de estágios em centros de excelência na área.

A formação de um grupo de pesquisas em neurociências é o grande diferencial do texto. As atividades se desenvolveram a partir de estudantes da universidade, que levaram às escolas projetos para a divulgação dos resultados provenientes de pesquisas neurocientíficas. Trata-se de um relatório que, além de reconhecer as contribuições da neurociência para a educação, utiliza os mesmos pressupostos desta investigação e vai além, estimulando a realização de práticas realizadas pelos alunos participantes.

4 FILIPIN, G.; CASAROTTO, F.; MARONEZE, B., CARPES, P. P. relato de um programa de extensão que busca divulgar e popularizar a neurociência junto a escolares. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, Uruguaiana RS, v. 6, n. 2, p. 87-95, dec. 2015.

Este trabalho relata a criação de um programa de extensão com a finalidade de divulgação e popularização das informações providas da neurociência, nas escolas da rede pública de ensino do município de Uruguaiana – RS. As principais ações do

programa incluem: a) atividades práticas semanais; b) neuroblitzes semanais, que consistem em abordagens teóricas e práticas com alunos de 10 a 13 anos; c) criação e manutenção de uma página em rede social sobre neurociência e educação; d) cursos de formação para professores. Os autores concluem que as ações têm tido grande aceitação por parte dos estudantes e professores participantes, atingindo o objetivo de promover a popularização da neurociência no âmbito escolar.

A partir das leituras dessas publicações, destaca-se que a neurociência vem sendo delineada como um campo multidisciplinar de estudo. Assim, várias vertentes de diferentes áreas convergem para compreender a complexidade do funcionamento cerebral, no entanto, constata-se uma limitação no compartilhamento de informações das diversas áreas, não se configurando a desejável multidisciplinaridade e suas contribuições.

A terceira busca combinou-se os termos “Neuroscience and learning” Neurociência e Educação, obtendo-se quatro registros, dos quais três foram selecionados para análise, conforme consta no Quadro 3.

**Quadro 3 - Artigos selecionados da busca “Neuroscience and learning” no Portal de Periódicos CAPES/MEC**

1	GUY, R.; BYRNE, B. Neuroscience and learning: implications for teaching practice. <b>Journal of Experimental Neuroscience</b> , n. 7, p. 39–42, 2013.
2	KNOWLAND, V. C. P.; THOMAS, M. S. C. Educating the adult brain: how the neuroscience of learning can inform educational policy. <b>Int Rev Educ</b> , v. 60, p. 99–122, 2014
3	ZADINA, J. The emerging role of educational neuroscience in learning and education reform. <b>Psicología Educativa</b> , v. 21, n. 2, p. 71-77, dez. 2015.

Fonte : Organizado pela autora a partir da consulta à base de dados.

A seguir, são detalhados os resumos traduzidos que se encontram relacionados no Quadro 3, indicando os principais destaques de cada publicação.

1 GUY, R.; BYRNE, B. Neuroscience and learning: implications for teaching practice. **Journal of Experimental Neuroscience**, n. 7, p. 39–42, 2013.

Embora os estudos de neurociência tenham fornecido uma imagem cada vez mais detalhada da base para aprender e memória, poucas dessas informações foram aplicadas na área de prática de ensino. Sugerem os autores que uma melhor compreensão da neurociência possa oferecer vantagens significativas para os educadores. Nesse contexto, consideram estudos recentes na neurociência da

aprendizagem e da memória, com ênfase especial na memória de trabalho e semântica, e também sugerem que a pesquisa de neurociências em redes auto-referenciais possa melhorar a compreensão do processo de aprendizagem. Finalmente, é proposto que os avanços na compreensão da base neural para a metacognição possam encorajar o desenvolvimento de novas perspectivas que ajudem a motivar os estudantes a aprender sobre seus próprios processos de aprendizagem.

As aproximações entre este artigo e a presente pesquisa encontram-se na compreensão das vantagens, para os educadores, de conhecer como funciona a memória para a melhoria da prática docente. Promove, como alternativa para novas perspectivas de motivação, a metacognição como apoio aos processos de aprendizagem. Uma abordagem mais elaborada sobre metacognição será tratada mais adiante, neste relatório.

2 KNOWLAND, V. C. P.; THOMAS, M. S. C. Educating the adult brain: how the neuroscience of learning can inform educational policy. *Int Rev Educ*, v. 60, p. 99–122, 2014

Este estudo destaca a aquisição de novas habilidades na idade adulta e como isso pode afetar positivamente a qualidade de vida de um indivíduo. Em alguns casos, como a aprendizagem da alfabetização nos países em desenvolvimento, pode proporcionar uma via para escapar da pobreza. Nos países desenvolvidos, a reconversão profissional na idade adulta contribui para a flexibilidade dos mercados de trabalho. Para todos os adultos, as oportunidades de aprendizagem aumentam a participação na sociedade e na vida familiar. No entanto, a visão popular é que os adultos são menos capazes de aprender por uma razão intrínseca: seus cérebros são menos plásticos do que na infância. Assim, este artigo analisa o que é conhecido atualmente pela pesquisa neurocientífica sobre como a plasticidade cerebral muda com a idade, com foco particular na capacidade de adquirir novas habilidades na idade adulta. De forma geral, são identificadas áreas da educação em que mais pesquisas são necessárias e concluem com um resumo dos princípios para melhorar a aprendizagem de adultos agora estabelecida em uma base de neurociência.

A temática do artigo está focada exclusivamente na aprendizagem na idade adulta, diferentemente do grupo pesquisado nesta investigação. Mesmo assim, há

convergências enquanto à plasticidade cerebral e ao estabelecimento de bases científicas para a educação.

3 ZADINA, J. The emerging role of educational neuroscience in education reform. **Psicología Educativa**, v. 21, n. 2, p. 71-77, dez. 2015.

O trabalho salienta o movimento que surgiu nos anos de 1990, nomeado de “aprendizagem baseado no cérebro”, e das controvérsias que representava construir pontes entre a neurociência e a educação. Não obstante, hoje é possível dizer que os estudos científicos mostram que têm um papel importante e podem promover uma reforma na educação. Este artigo propõe reformas do currículo com intervenções amplas sustentadas na neurociência educativa, assim como recomenda o treinamento adequado aos docentes.

Esta autora aborda um enfoque semelhante ao desta pesquisa e afirma que a neurociência pode servir de base para novas abordagens na educação. Assim, sugere modificar currículos e difundir entre os docentes resultados alcançados pela aprendizagem baseada no cérebro. Mostra que a neurociência tem aportes que justificam partir para a prática com intervenções amplas, que atinjam todos os envolvidos, escolas, docentes e estudantes.

Desse modo, a partir das leituras dos textos, foi possível compreender que o cérebro é mais do que um órgão, passando a ser percebido o papel social que desempenha, com atribuições e propriedades que permitem defini-lo como centro organizador das experiências humanas.

Para completar o panorama de publicações proposto, foi realizada nova consulta com a combinação das palavras “Neurociência e educação”, procurando por dissertações defendidas no âmbito nacional. Como resultado, de acordo com os critérios de inclusão, foram encontradas no período definido duas publicações, como mostra o Quadro 4.

**Quadro 4– Dissertações selecionadas da busca “Neurociência e educação” no Banco de Teses e Dissertações da Capes CAPES/MEC**

1	LISBOA, F. S. L. <b>"O cérebro vai à escola"</b> : um estudo sobre a aproximação entre Neurociências e Educação no Brasil. 2014. 179 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014
2	HAEFFNER, C. <b>Produção científica da área de neurociências &amp; comportamento e seu vínculo com educação</b> . Um estudo comparativo: Brasil e mundo. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

Fonte : Organizado pela autora a partir da consulta à base de dados.

A seguir, são detalhados os resumos relacionados no Quadro 4, indicando os principais destaques de cada publicação.

1 LISBOA, F. S. L. **"O cérebro vai à escola"**: um estudo sobre a aproximação entre Neurociências e Educação no Brasil. 2014. 179 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014

Este estudo reconhece haver um movimento mundial que aponta para centros de pesquisas focados na intersecção entre as esferas da neurociência e a educação. Esse movimento é denominado de Neuroeducação, e trata conceitos como aprendizagem, motivação e questões tradicionais da área pedagógica, sob a ótica neurobiológica. Destaca, também, transtornos de aprendizagem como Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e autismo, como processos do que chama “cerebralização da educação”. Este processo defende que professores passariam a atuar de forma diferenciada se imbuídos dos saberes que desvendam o funcionamento cerebral. Nesse sentido, o estudo está situado na interface saúde-educação, pretende compreender o movimento de aproximação entre as neurociências e o campo educacional no Brasil, por meio de uma pesquisa etnográfica de ações e materiais de divulgação científica. Especificamente, pretendeu analisar as estratégias, discursos e práticas utilizados na divulgação ou popularização do conhecimento neurocientífico para a área educacional. No país, ainda que tal “movimento” não tenha se organizado sob a forma de instituições e associações, como nos Estados Unidos, a interação entre as neurociências e a educação já se mostra evidente. De acordo com o autor, há interesse por parte dos educadores brasileiros que nutrem expectativas de aplicação das descobertas neurocientíficas, no processo educacional. Nesse sentido, a popularização científica se

constitui como uma atividade essencial na aproximação entre os campos das neurociências e da educação.

Nesta dissertação o autor analisou diversos materiais (artigos, livros, revistas) produzidos por neurocientistas, educadores e neuroeducadores, sendo esta última a nova classificação proposta pelo Instituto de Pesquisas em Neuroeducação, repercutindo, assim, uma tendência mundial que agora está presente no Brasil. Nesse sentido, os neuroeducadores propõem a aproximação das duas áreas envolvidas. Um ponto de encontro entre esta publicação e o presente relatório aponta que se propõe otimizar a formação docente, pois, conforme depreende-se das análises desta investigação, conhecendo o neurodesenvolvimento, o educador pode fazer maior uso das teorias e práticas educacionais.

O diferencial apresentado no texto consiste na “crítica ao cerebralismo”. Conforme define o autor, esse é um processo emergente de um contexto neurocultural, em que explicações cerebrais têm privilégios sobre outras formas de compreender a realidade.

2 HAEFFNER, C. **Produção científica da área de neurociências & comportamento e seu vínculo com educação**. Um estudo comparativo: Brasil e mundo. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

A característica principal deste trabalho reside na sua perspectiva cientométrica que analisa a produção científica na área de neurociência e comportamento no Brasil em comparação com outros países, além de ilustrar a vinculação do tema com a educação. Assim, este estudo considerou a produção científica no período de 2004 a 2010 para a área Neurociência e Comportamento e o período compreendido entre 1945 e 2014 para a Educação. Como resultado, constata-se que tanto a produção, referente à área de Neurociências e Comportamento, quanto àquela vinculada à educação possuem crescimento contínuo no mundo, mas muito mais destacado no Brasil, consolidando-se cada vez mais com grupos e pesquisadores de grande excelência acadêmica. A área de Neurociências e Comportamento é uma área nova, que recebe destaque cada vez maior, tanto pelos cientistas, quanto pelo público leigo, pois é cercada de questionamentos que intriga a todos. Nessa leva entra a vinculação dela com a Educação, pois a cada dia se constata que são áreas intrinsecamente ligadas, pecando somente no que concerne ao



diálogo entre neurocientistas e professores, dando a entender que ambos pesquisam na área sem a colaboração mútua que deveria existir.

O ponto de distanciamento, entre o trabalho descrito e a pesquisa apresentada neste relatório, consiste na articulação entre neurociência e comportamento como base para a elaboração de um ranking de publicações, fornecendo dados comparativos entre Brasil e outros países. Apresenta dados quantitativos que relacionam a quantidade de doutores titulados versus a produção científica indexada, mensura fatores de impacto correlacionando quantidade de publicações e citações com indicadores que podem servir de base para gerar políticas científicas. Contudo, as aproximações entre os dados levantados e a educação, conforme prevê o título da dissertação, ficam diluídos, apenas apontando uma tendência.

De forma geral, os autores das publicações destacam a necessidade de avançar no diálogo entre áreas e referem como escassas as pesquisas que trabalham com o binômio neurociência e educação.

O conceito de “neuroeducação” surge como um novo paradigma para a pesquisa em educação, prevendo a integração de saberes da neurociência associado à necessidade de buscar formas de ensinar que potencializem os resultados do aprendizado.

Em relação à formação de professores, as publicações dão suporte para admitir a necessária complementação de conhecimentos que possibilitem abordagens mais eficientes compatíveis como funcionamento do cérebro.

## 4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste capítulo, apresentam e discutem-se os conceitos mais importantes da Neurociência Cognitiva, associados aos processos de aprender, que podem interessar aos processos de ensinar.

A história da Neurociência Cognitiva pode ser conhecida desde o final do século XVII com os trabalhos do neuroanatomista Franz Gall<sup>4</sup>, que propôs que certas funções mentais superiores estariam localizadas em porções distintas no cérebro (GOMES, 2009). Os estudos se expandiram durante o século XX, quando neurologistas e neuroanatomistas pesquisavam as bases neurológicas por meio de autópsias e de estudos clínicos em pacientes com danos cerebrais.

Nesse tempo, Vygotsky (1987) nomeou como *processos psicológicos superiores* aquelas ações conscientemente controladas, tais como: a atenção, a memorização ativa, o comportamento emocional, a linguagem e o pensamento abstrato. Todas elas são cognitivamente importantes para a aprendizagem.

Assim, pode-se inferir que, desde início do século passado, estudos relacionavam o funcionamento cerebral e a aprendizagem. Nesse sentido, Vygotsky (1987), Luria (1991) e Leontiev<sup>5</sup> (2010) estudaram o desenvolvimento do psiquismo humano, com pouca ou nenhuma tecnologia, destacando a relação dialética entre o homem e o meio social. Mais precisamente, o texto escrito por Vygotsky em 1931, posteriormente traduzido para a língua espanhola, relaciona as conexões cerebrais ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores<sup>6</sup>.

A vida em sociedade cria a necessidade de subordinar a conduta do indivíduo às exigências sociais e forma, ao mesmo tempo, complexos sistemas de sinalização e de ligações que orientam e regulam a formação de conexões no cérebro de cada indivíduo. (VYGOTSKY, 2000<sup>7</sup>, p. 86, tradução da autora).

Vygotsky não foi o primeiro a refletir sobre o assunto. Pavlov (1936) tentou explicar o desenvolvimento do comportamento humano com base no processo de estímulo e resposta, utilizando cães. Os conhecimentos produzidos contribuíram para

---

<sup>4</sup> Texto publicado originalmente, em alemão, em 1809.

<sup>5</sup> Texto publicado originalmente em 1963.

<sup>6</sup> São assim chamadas, aquelas funções mentais que caracterizam o comportamento consciente do homem incluindo atenção, percepção e memória.

<sup>7</sup> Texto publicado originalmente em 1931.

que Vygotsky e Leontiev dirigissem a atenção para a relação entre funcionamento cerebral, processos de aprendizagem e desenvolvimento humano, numa direção contrária à de Pavlov. Nessa mesma direção, segundo Luria (1991, p. 47), as contribuições que embasavam a psicofisiologia estudada por Pavlov, por intermédio de reflexos condicionados “[...] não refletiam a realidade estrutural do comportamento complexo, ou das propriedades dos processos psicológicos superiores”.

É importante destacar o fato de que os conhecimentos produzidos, naquele período, eram baseados em dados empíricos, mas bastante diferente do que se tem alcance nos dias de hoje, envolvendo tecnologias avançadas. A maior parte das verificações de Luria (*ibid*) a respeito do funcionamento cerebral foi feita com base na observação do comportamento e experimentações com pacientes lesionados cerebrais pós-guerra.

No final do século XX, a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget, embora questionada em alguns aspectos, teve grande destaque e influência em pesquisas posteriores. O psicólogo suíço Jean Piaget, em sua obra, ao longo de 70 anos, trouxe aportes importantes no campo da educação, embora não tenha sido sua intenção elaborar uma teoria de aprendizagem. Para Piaget (1975), a construção do conhecimento é um fenômeno fundamentalmente individual, fruto da interação do sujeito com o objeto do conhecimento. Nessa perspectiva, a aprendizagem depende do estágio de desenvolvimento atingido pelo sujeito.

No entanto, Luria (1991) relata que há um desacordo entre a perspectiva do seu trabalho e a obra de Piaget. No seu entender, o aprender favorece ativamente o desenvolvimento cognitivo e a maturação. Ao contrário de condutas pedagógicas passivas, influenciadas pela teoria de Piaget, em que, para poder aprender, é necessário esperar que o sujeito atinja os diferentes estágios de desenvolvimento. Também a teoria de Vygotsky demonstra o oposto: não há necessidade de esperar etapas ou estágios, mas, sim, estimular a aprendizagem para promover o desenvolvimento cognitivo ao longo desses estágios.

Ao expor essas teorias, que procuram esclarecer as relações entre desenvolvimento e aprendizagem, pode-se trazer a reflexão para a Neurociência Cognitiva, a qual preconiza que o aprendizado promove o desenvolvimento cognitivo por meio da proliferação de redes neuronais. Essa comprovação neuroanatômica ratifica

os estudos de Vygotsky e seus seguidores, em relação ao exposto anteriormente sobre aprendizagem.

De acordo com Pantano e Assencio-Ferreira (2009), o processo de aprendizagem é compreendido pelas seguintes etapas: compreensão, assimilação, atribuição de significado e habilidade de relacionar o conteúdo a ser apreendido com outros já existentes. Assim sendo, de acordo com a Neurociência Cognitiva, para que funções mais complexas como a linguagem e aprendizagem ocorram, é necessário que estejam envolvidos processos cognitivos prévios ou primários tais como: sensação, percepção, atenção e memória. Por isso, este capítulo inicia com a discussão desses conceitos, considerados fundamentais para entender aprendizagem na perspectiva da Neurociência Cognitiva.

Para Luria (1991b, p. 40), *a percepção* é definida como “o resultado de um complexo trabalho de análise e síntese, que ressalta os indícios essenciais e inibe os secundários, combinando os detalhes percebidos num todo aprendido”. O autor destaca também o importante papel da percepção para o surgimento da atenção.

Segundo a Neurociência Cognitiva, tudo se inicia com a transdução de sinais, que consiste na transformação dos estímulos recebidos por meio de nossos sentidos, em impulsos elétricos. Esses impulsos podem ser transmitidos à rede interna do nosso cérebro, que unicamente consegue entender sinais elétricos. Assim, a integração e processamento dos sinais elétricos recebidos constituem as percepções que serão, posteriormente, organizadas, classificadas e comparadas para serem enviadas ao denominado sistema límbico, responsável pela atribuição emocional aos estímulos. (SPITZER, 2007).

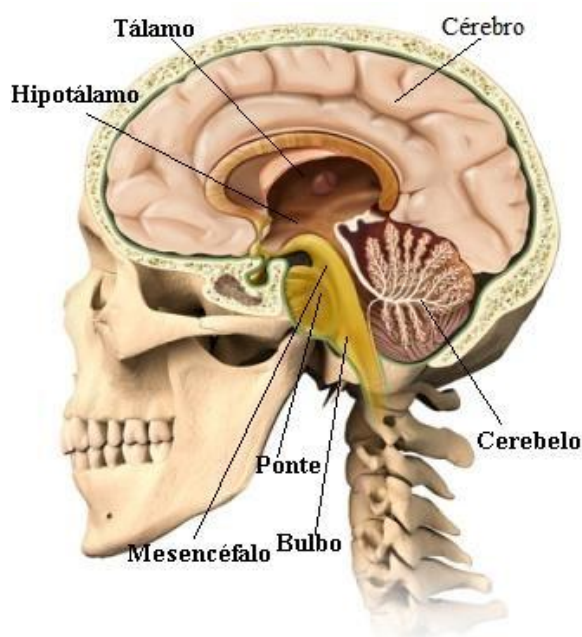
Contudo, nosso cérebro é invadido a todo instante por grande quantidade de estímulos externos e simultâneos, sendo necessária uma hierarquização ou seleção, por meio de um processo cognitivo denominado de atenção. Desse modo, alguns estímulos são preferencialmente processados, enquanto outros serão reduzidos ou não processados.

A seguir, passa-se a detalhar mais o funcionamento do cérebro na perspectiva neurobiológica.

#### 4.1 Funcionamento neurobiológico do cérebro

Sem dúvida, para o profissional que trabalha com processamentos cognitivos como a aprendizagem, torna-se importante o conhecimento das estruturas biológicas envolvidas nesse processo. Assim, afirma-se que o nosso Sistema Nervoso Central (SNC) é formado pelo encéfalo e pela medula espinhal. O encéfalo está localizado no interior da caixa craniana e está composto por estruturas denominadas cérebro, cerebelo, diencefalo (tálamo e hipotálamo) e tronco encefálico (mesencéfalo, ponte e bulbo), conforme representa a Figura 1.

**Figura 1: Partes que compõe o encéfalo**



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/encefalo.htm>

De acordo com Pantano e Assencio-Ferreira (2009), o cérebro é constituído por aproximadamente 100 bilhões<sup>8</sup> de neurônios, sendo o principal responsável pela integração do organismo com o meio ambiente. Para estes autores, “se consideramos a aprendizagem resultante da interação do indivíduo como o meio ambiente,

<sup>8</sup> Esse valor foi atualizado recentemente para 86 bilhões de neurônios (HERCULANO-HOUZEL, 2002).

perceberemos que é ele que propicia o arcabouço biológico para o desenvolvimento das habilidades cognitivas” (*Ibid*, p.11).

O cérebro é a parte mais desenvolvida do encéfalo e está constituído por dois hemisférios, direito e esquerdo, unidos por uma estrutura denominada corpo caloso. A porção mais externa do cérebro é denominada de córtex que está formado por corpos celulares de neurônios (células do sistema nervoso). Os neurônios que estão associados diretamente com aprendizagem, pensamento, com o comando do corpo e memória de curto prazo, estão localizados nessa capa que recobre o cérebro, isto é, 22% (nas mulheres) e 24% (nos homens) dos 86 bilhões de neurônios que se localizam no córtex. (HERCULANO-HOUZEL, 2002).

Cada neurônio pode se conectar com milhares de outros neurônios utilizando seus prolongamentos curtos (dendritos) ou longos (axônios), formando incontáveis possibilidades de conexões, semelhante a uma rede. A conexão entre neurônios ocorre por meio de uma estrutura denominada sinapse que se encontra no final de cada prolongamento (dendritos ou axônios); aqui também estão localizadas inúmeras vesículas preenchidas com substâncias denominadas neurotransmissores.

Dois tipos de fenômenos estão envolvidos nas conexões neuronais, um de natureza elétrica e outro de natureza química, assim, os impulsos elétricos se propagam pelo neurônio, estimulando as vesículas das sinapses, que se rompem liberando os neurotransmissores no espaço chamado de fenda sináptica. Dessa forma, o impulso elétrico se transforma em impulso químico, propagando o estímulo de um neurônio a outro. A cada novo acontecimento (conhecimento) é gerado um novo estímulo, que forma uma nova rede, que por sua vez, se articula com redes antigas possibilitando infinitas conexões. Para Foz (2009, p. 172), “a base do aprendizado é a modificação do cérebro, ou seja, das sinapses”.

## **4.2 Atenção, emoção e memória**

Neste tópico, são feitas considerações, em nível teórico, sobre três conceitos importantes, quando se trata da função cerebral, com relevância para a aprendizagem: atenção, emoção e memória.

### **4.2.1 Atenção**

De acordo com Luria (1991c, p. 1), atenção é definida como “a seleção de informação necessária ao asseguramento dos programas seletivos de ação e a manutenção de um controle permanente sobre elas”. Conforme definido por Skinner (1972, 2000), a atenção é o controle exercido por um estímulo sobre o indivíduo, portanto, para a compreensão do processo de atenção, é o estímulo que deve ser considerado e não o sujeito. Em outras palavras, ao prestar atenção em algo, se está sob o controle do estímulo.

Além disso, o dicionário da psicologia Dorsh (2001) define a atenção como a percepção dirigida para o conhecimento de um objeto ou ideia, sendo assim, uma atividade consciente focada na avaliação dos estímulos provenientes do ambiente.

Ainda, Davidoff (2001) considera que a atenção é uma premissa necessária para se obter a percepção. Neste sentido, a atenção funciona como um selecionador de estímulos e faz parte do processo de percepção. Por outro lado, a mesma autora, reconhece outra vertente de pesquisadores que consideram que a atenção é voluntária e ativa, sendo o indivíduo que escolhe o foco atencional.

No mesmo sentido, para Cosenza e Guerra (2011), a atenção pode ser classificada como automática ou reflexa, quando é causada por mudanças repentinas no ambiente, promovida por movimentos súbitos ou contrastes intensos ou, ainda, sons inesperados como o provocado quando cai um objeto. Assim, para os mesmos autores, pode ser classificada como voluntária quando o foco de atenção é controlado pelo indivíduo. Neste caso, depende da motivação ou objetivo que se pretende alcançar. Como exemplos de atenção voluntária, podemos citar necessidades fisiológicas como fome e sede, assim como motivações sociais, acadêmicas ou laborais em que a atenção é pré-requisito para atingir os propósitos almejados.

Nos estudos desenvolvidos por Vygotsky (1987), o conceito de atenção automática já era conhecido. O autor destaca a influência dos estímulos provenientes do meio externo, esses estímulos provocariam a transformação de atenção automática para dirigida. Também, para Luria (1991), a atenção tem qualidade seletiva e está

fundamentada pelas estruturas que percebem os estímulos externos (os sentidos) assim como as chamadas estruturas do campo interno.<sup>9</sup>

Embora pouco comentada, a função inibitória da atenção é tão importante quanto à sua seletividade. Assim, para Redick, Heitz e Engle (2007) e Gazzaniga e Heartherton (2005), essa função é necessária para bloquear estímulos secundários, que não são importantes para a tarefa que se pretende executar. Em processos de aprendizagem, esse bloqueio inibitório é necessário para possibilitar o processamento de informações relevantes.

O aumento da atividade cerebral, especificamente do córtex ou camada mais externa do cérebro, pode ser percebido por meio de exames funcionais<sup>10</sup> de neuroimagem. Essa atividade neuronal aumentada está relacionada ao processamento de informações que motivariam uma possível resposta. Desse modo, as imagens detectam como se estabelece o estado de atenção. Assim, de acordo com Spitzer (2007), o córtex funciona como um filtro, priorizando as informações que devem ser promovidas para processamentos mais complexos. Contudo, todo o processo pode ser alterado, se eventos inesperados do ambiente exigem um deslocamento do foco de atenção.

Assim sendo, para Pantano e Assencio-Ferreira (2009, p. 24), “Existe um selecionador ou um processamento pré-atencional antes que a informação se torne consciente e estabeleça uma resposta específica”.

A eficiência na seleção do registro inicial das informações assume um papel importante no contexto educacional, pois depende dessa apuração a distinção da informação que será aprendida. Assim, algumas peculiaridades favorecem a focalização dos estímulos, entre elas, a originalidade ou, em outras palavras, a novidade. (VILLAR, 2009).

Nesse contexto, a “novidade” será foco de atenção dos estudantes se: for compatível com conhecimentos adquiridos previamente e tiver relação com seu cotidiano. Sem esta ligação, o que é apresentado, mesmo sendo novo, não encontrará identificação que favoreça a aprendizagem e perderá interesse. (BOUJON; QUAIREAU, 2000).

---

<sup>9</sup> Estruturas do cérebro responsáveis por controlar as emoções e as funções de aprendizado e da memória.

<sup>10</sup> A imagem por ressonância magnética funcional (fMRI, do inglês *Functional Magnetic Resonance Imaging*) é uma técnica específica capaz de detectar variações no fluxo sanguíneo em resposta à atividade neural.



Note-se ainda que, para haver novas aprendizagens, deve haver um esforço atencional. Este esforço é fundamental, uma vez que determina a iniciação e persistência nas tarefas, sobretudo daquelas que requerem algum grau de dificuldade, constituindo, uma das mais importantes competências cognitivas no contexto escolar. (JOHNSON; PROCTOR, 2004).

#### **4.2.2 Memória**

Entre a atenção e a memória há uma associação de dependência em que a primeira seleciona as informações que serão retidas na segunda. Para que a memorização ocorra, é necessário que ocorram mudanças fisiológicas. Nesse sentido, para Baddeley (2000 p. 418), memória pode ser definida como “uma atividade eletrofisiológica que possui a função de permitir o registro, manutenção e evocação de fatos já acontecidos”.

Segundo Izquierdo (2010, p. 89),

Desde um ponto de vista prático, a memória dos homens e dos animais é o armazenamento e evocação de informação adquirida através de experiências; a aquisição de memórias denomina-se aprendizado. As experiências são aqueles pontos intangíveis que chamamos presente.

O Sistema Límbico, também conhecido como “cérebro emocional”, é uma estrutura que participa ativamente na formação da memória, assim como dos comportamentos emocionais, sexuais, motivacionais e de aprendizagem. Conseqüentemente, para Spitzer (2007), existem fundamentos para relacionar a formação da memória vinculada com atividades que incluem emoções. Nesse sentido, reforça-se a ideia de que memorizamos mais bem as informações envolvidas com sensações de prazer ou punição, motivação, e até situações traumáticas como as do 11 de setembro de 2001, pois o mesmo autor refere o episódio do ataque às torres gêmeas, do World Trade Center, em Nova Iorque, afirmando que “quem viu as imagens nunca mais poderá apagá-las da sua memória” (*ibid*, p. 37).

Green (1964, p. 561) definiu memória como “um estado do cérebro que persiste além da estimulação sensorial e é capaz de influenciar sua atividade subsequente”.

Décadas mais tarde, os estudos de Green, a respeito da função do hipocampo, seriam confirmados por pesquisadores que descobriram que pacientes com lesões, nessa estrutura, desenvolveram quadros de amnésia e dificuldade na formação de novas memórias.

De acordo com Nogueira (2005), serão memorizadas de forma mais duradoura aquelas informações com as quais estabelecemos relações, atribuindo-lhes significado. Por exemplo, ao relacionar a pessoa com o nome e algumas características próprias formamos uma unidade integrada que será mais facilmente retida do que aquela informação isolada, como números de telefone. Trazendo essa informação para uma situação de ensino e de aprendizagem, é importante considerar que informações retidas de forma integrada são mais fáceis de memoriar (SQUIRE; KANDEL, 2003). A memorização está composta por três fases, a saber: fixação, retenção e evocação.

Assim, para esses autores, a fase de fixação se desenvolve, quando alguns fatores estão presentes no indivíduo, entre eles, o nível de consciência adequado, o grau de interesse atribuído, o conteúdo emocional outorgado e o grau de atenção exigido. O tempo de fixação está atrelado ao grau de importância conferido e ao tipo de utilização do evento registrado. Conseqüentemente, terão melhor retenção e posterior evocação, aqueles estímulos utilizados mais frequentemente em associação com outros elementos que ajudem na reprodução dos dados fixados.

Para Baddeley (2014), os processos decorrentes do armazenamento e conservação da informação, alteram as características do material fixado com atribuições de natureza pessoal. Desse modo, o material evocado nunca é o mesmo que o fixado.

Uma classificação, baseada nas percepções e capacidades funcionais, elenca diferentes tipos como: memória visual, espacial, tátil, gustativa, musical e aritmética (GORDON, 2004). Outra classificação, fundamentada no tempo de armazenamento, indica que pode ser entendida como operacional ou de curto prazo. Esta funciona por meio de estímulos bioquímicos. Por outro lado, a memória de longo prazo sofre consolidação por meio de reorganização neuronal (BADDELEY 2014). De acordo com este autor, as informações retidas na memória operacional, se não utilizadas de imediato, poderão sofrer transformações ou, até mesmo, serem descartadas.

O hipocampo é considerado como a principal estrutura responsável pela transformação e passagem da informação retida na memória operacional para a memória de longo prazo (PANTANO; ZORZI, 2009).

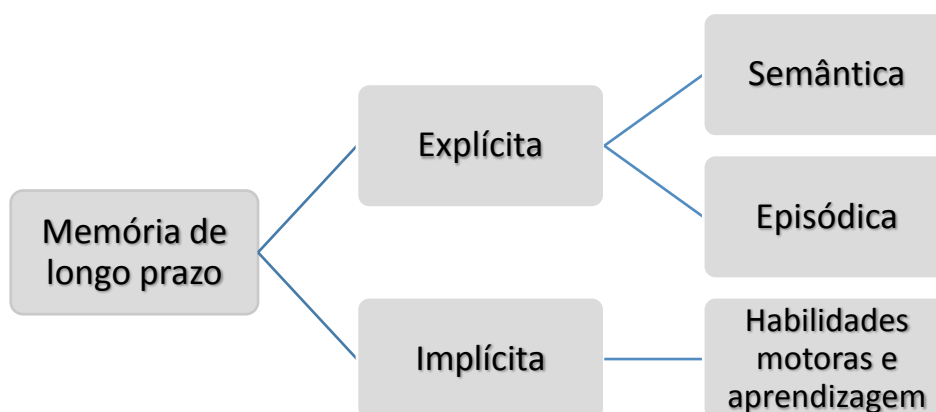
A memória de longo prazo ou longa duração pode ser classificada de acordo com o tipo de informação retida, assim, pode ser dividida em memórias explícitas e implícitas. As memórias explícitas, por sua vez, podem ser classificadas como: semântica e episódica.

A característica principal desse tipo de memória consiste na possibilidade de serem reproduzidas pela linguagem. Já as memórias implícitas não podem ser expressas de forma linguística (DAVIDOFF, 1983; GORDON, 2004).

De uma forma geral, as memórias implícitas, também denominadas de inconsciente ou automática, podem ser descritas como aquelas utilizadas em habilidades motoras e aprendizado de regras e procedimentos (exemplo: regras gramaticais, aprendizagem de uma língua estrangeira) e também estão relacionadas ao uso de estratégias motoras (exemplo: andar de bicicleta, dirigir um veículo).

Por outro lado, as memórias explícitas incluem lembranças conscientes sobre eventos, pessoas, fatos (exemplo: lembrança de datas, fatos históricos) e reúnem tudo o que podemos evocar por meio de palavras. Esse tipo de memória pode ser classificado como episódica e semântica.

**Figura 2: Classificação da memória de longo prazo**



Fonte: Organizado pela autora.

As falhas de memória, especialmente aquelas observadas em pessoas jovens, parecem estar relacionadas com a avalanche de informações do mundo moderno, que compromete a etapa de fixação. As causas principais desses lapsos são usualmente atribuídas à pouca concentração, estresse (uma vez que o excesso de cortisol secretado nessa situação pode causar atrofia do hipocampo), depressão, uso de drogas, entre outras. (IZQUIERDO, 2010)

Considerando que as aprendizagens escolares são fruto da interação entre as experiências pedagógicas e os processos cognitivos individuais, admite-se que o conhecimento do funcionamento desses processos, especificamente o estudo e compreensão da memória, podem promover ações mais eficientes para um rendimento acadêmico mais adequado.

De forma oposta à certa concepção popular, a memória humana não é unicamente um repositório de informações. As capacidades de retenção e evocação dependem, em grande medida, da qualidade das estratégias de processamento e de como essas informações são disponibilizadas para o aprendiz. Contudo, a crença de que não se deve aprender memorizando, parte de um duplo erro conceptual: o de que é possível aprender sem utilizar a memória e o de que o uso da memória se restringe a uma mera repetição mecânica da informação.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a recuperação ou evocação da informação não corresponde a uma reprodução fiel da apresentada no momento da aprendizagem. Isso significa que os sujeitos não reproduzem todos os detalhes da informação original, mas, antes, o significado atribuído a essa informação para melhor compreendê-la. (ANDERSON, 2004).

Considerar estas características pode ter implicações úteis para o processo de avaliação dos estudantes, pois a reprodução literal da informação não constitui uma medida válida do real conhecimento do estudante, mas, antes, uma medida de capacidade de retenção por repetição dos conteúdos, produto de uma estratégia de aprendizagem superficial.

Contudo, os processos descritos não esgotam as implicações pedagógicas do vasto conhecimento nesta área. Pretendeu-se, apenas, abordar um conjunto de conceitos cuja compreensão pode representar importante auxílio no desenvolvimento de

estratégias que potencializem a aprendizagem eficiente dos estudantes, uma competente prática docente e a obtenção dos objetivos educativos proveitosos. (JARVIS, 2005).

### **4.2.3 Emoção**

A Neurociência Cognitiva aponta para uma relação proveitosa entre memória, emoção e afeto. Destacados cientistas como Ivan Izquierdo (2010) atestam que a memória, além de seletiva, é suscetível a estados emocionais de prazer e motivação.

Para Wallon (1971), entre a afetividade e a cognição há uma relação recíproca de interdependência de forma que o sucesso obtido em um destes enfoques será afetado pelo outro. Para esse autor, os afetos, as emoções, as paixões, interferem no nosso desenvolvimento.

No mesmo sentido, Piaget (2001) destaca a importância do afeto para o desenvolvimento da criança. A falta de afeto gera desinteresse, desmotivação, podendo representar um empecilho aos processos de aprendizagem.

De acordo com Spitzer (2007), as imagens funcionais nos revelam que há uma estreita relação entre sentimentos, pensamentos e emoções. Essa relação dificulta a possibilidade de estudá-los separadamente. Para esse autor, “o estudo das emoções com métodos neurocientíficos não é, de forma alguma, simples” (*ibid* p. 147). Esse impedimento é decorrente, também, da falta de aceitação de um conceito que defina o que é emoção, habitualmente usada como sinônimo de afeto ou sentimento.

Contudo, autores como Leite e Tassoni (2002) relatam que a emoção está relacionada ao comportamento humano e a afetividade às experiências e formas de expressão do indivíduo. Wallon (1971), já fazia a diferenciação entre emoção e afeto proposta por estes autores.

Alguns teóricos classificam as emoções em primárias e secundárias, sendo as primeiras básicas e vinculadas a estados biológicos e físicos. Nessa classificação se incluem a tristeza, raiva, medo, nojo, possivelmente também surpresa e desprezo. Por outro lado, as emoções secundárias mesclam as emoções primárias e incluem remorso, submissão, culpa e antecipação (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2005).

De modo geral, se aceita que há emoções de alta intensidade, que podem provocar manifestações somáticas evidentes como espasmos, tremores e contrações involuntárias, em contrapartida de emoções de baixa intensidade que pouco parecem nos afetar. Sendo assim, um envolvimento emocional agudo pode favorecer a retenção e a evocação por muito tempo e com riqueza de detalhes, por exemplo, quem já foi assaltado, mesmo passados alguns anos, poderá lembrar de cada pormenor da situação.

A relação que caracteriza o ensinar e o aprender transcorre a partir de vínculos entre as pessoas. A base dessa relação vincular é afetiva e inicia-se no âmbito familiar, pois é por meio de uma comunicação emocional que o bebê mobiliza o adulto, garantindo assim os cuidados necessários. Portanto, é o vínculo afetivo estabelecido entre o adulto e a criança que sustenta a etapa inicial do processo de aprendizagem (WALLON, 1971).

No decorrer do desenvolvimento, os vínculos afetivos vão ampliando-se e a figura do professor surge com grande importância na relação de ensino aprendizagem. De acordo com Fernandez (1991, p. 47), “Para aprender, necessitam-se dois personagens, quem ensina e quem aprende e um vínculo que se estabelece entre ambos. [...]. Não aprendemos de qualquer um, aprendemos daquele a quem outorgamos confiança e direito de ensinar”.

Assim, considerando que toda aprendizagem está impregnada de afetividade por ocorrer das interações sociais, existe uma trama que se estabelece entre professores, estudantes, objeto de aprendizagem e abordagem pedagógica que transcende o campo puramente cognitivo. Existe uma base afetiva permeando essas relações.

Na concepção de Guerra (2011), são as emoções que orientam a aprendizagem. Desde o ponto de vista neurofisiológico, neurônios das áreas cerebrais que regulam as emoções, relacionadas ao medo, à raiva e ao prazer, mantêm conexões com neurônios de áreas importantes para formação de memórias. Portanto, aprendemos aquilo que nos emociona.

### 4.3 As funções executivas e a sua importância

Neste tópico, são apresentadas diferentes definições a respeito de funções executivas e a sua relação com o processo de aprender. Ao tentar definir o que são funções executivas, esbarra-se em dois conceitos distintos teoricamente. Sob o ponto de vista da Psicologia Cognitiva, essas funções abordam o processamento da informação de forma abrangente, além da própria cognição, envolvendo emoções e motivações. Nessa perspectiva, para Brown (1987), função executiva é a capacidade de planejamento e regulação de atividades em função de determinados objetivos, muitas vezes escolhidos por motivos emocionais. Para Flavell (1987), que cunhou o termo metacognição, ao se referir às funções executivas, identifica particularidades afetivas do comportamento e da cognição.

Desde o ponto de vista da neuropsicologia, as funções executivas organizam as capacidades mnésicas e práticas dentro de um contexto, de forma a eleger um objetivo, decidir as etapas da execução, monitorar e comparar os resultados com outros modelos, modificar a estratégia, se necessário, e avaliar o resultado final de acordo como o objetivo inicial (CYPEL, 2006). Na mesma direção, Mourão Jr. e Melo L. (2011) definem função executiva no singular, como um conjunto de habilidades de um sistema que, de forma integrada, gerencia uma sequência de ações e comportamentos, com o objetivo de atingir um propósito definido. Tais comportamentos são organizados após avaliação de sua adequação e eficiência, escolhendo as estratégias mais eficientes, de modo a conduzir para a resolução do problema apresentado (CAPOVILLA; ASSEF; COZZA, 2007; SANTOS, 2004).

Um entendimento central nas diferentes definições diz respeito à distinção entre funções cognitivas vinculadas a questões emocionais, de um lado, e a capacidade de gerenciamento de recursos cognitivo-comportamentais, de outro. Colocando os conceitos em relação, encontra-se que todos descrevem atividades de planejamento, monitoramento e controle das próprias ações.

Nesse sentido, chama a atenção as dificuldades conceituais envolvendo funções executivas. Assim, para Santos (2004), tais dificuldades se devem à variedade de processos e funções incluídos no conceito. Levando em conta a referida abrangência,

alguns autores propõem o desdobramento em domínios distintos. Ylikoski e Hänninan (2003) propõem agrupar as funções executivas em quatro domínios: desejo e vontade, planejamento, ação propositiva e monitoramento.

Embora não exista um consenso sobre a definição das funções executivas, para Cosenza e Guerra (2011), elas possibilitam a interação com o mundo frente às mais diversas situações. Para Mourão Jr. e Melo (2011), por meio desse conjunto de capacidades e habilidades pode-se estabelecer estratégias comportamentais e dirigir ações para chegar ao objetivo desejado. Por tudo isso, elas são essenciais para garantir o sucesso na escola, no trabalho e na vida cotidiana.

Para esses autores, outro tópico importante a ser considerado é a correspondência entre as funções executivas e seus correlatos neurais que relacionam a sua execução à região pré-frontal do córtex. A referida região tem conexões recíprocas com estruturas límbicas, como a amígdala e o hipocampo, responsáveis pelo processamento das emoções e pela estruturação da memória de longo prazo, respectivamente.<sup>11</sup> A referida região demora a amadurecer e permanece modificando-se até o final da adolescência. Portanto, as funções executivas não estão presentes em plenitude até o início da idade adulta. Isso, muitas vezes é identificado como dificuldade de aprendizagem. Nesse sentido, Cypel (2006) argumenta que a atividade escolar demanda um desempenho eficiente das funções executivas, especialmente quando há questões de cunho emocional que afetam a memorização.

Considerando estas capacidades como importantes para aprimorar o processo de aprendizagem, são abordados, a seguir, tópicos que integram as funções executivas desde o ponto de vista neurobiológico.

#### **4.4 Aprendizagem e construção de conhecimentos: processos, implicações pedagógicas e formação de professores.**

Levando em conta os limites na velocidade de reação, a capacidade atencional e os limites de retenção temporária da informação, para Marois e Ivanoff (2005), esses

---

<sup>11</sup> Estes tópicos são abordados mais detalhadamente no item 4.2 desta dissertação.



podem constituir-se num entrave para a capacidade de processamento das informações. Nesse sentido, se por um lado esses limites parecem uma desvantagem para a aprendizagem, por outro, conforme já referido, se não houvesse uma seleção da informação a processar, ou não houvesse uma discriminação entre o que é relevante e o que não é, a aprendizagem se tornaria caótica devido à grande quantidade de estímulos recebidos (HERTWIG; TODD, 2003).

De acordo com Squire e Kandel (2003), a informação, uma vez codificada, é transferida para a memória de trabalho ou memória de curto prazo. Sobre isso, vale ressaltar a importância da qualidade da apresentação inicial para o processo subsequente de retenção. Considerando que a eficiência do sistema cognitivo dependa da renovação constante de informações, a memória de trabalho realiza seu papel, retendo a informação por um breve período de tempo durante o qual são ativadas estratégias de processamento como: emissão de uma resposta, execução de ações, resolução de problemas ou promoção de transferência para a memória de longo prazo.

Do ponto de vista da aprendizagem, se não forem ativadas algumas estratégias de processamento, a informação será rapidamente esquecida. Ao contrário, se ativadas estratégias eficientes que facilitem a retenção na memória de longo prazo de forma que fique acessível e disponível para atividades cognitivas, será produzida uma nova aprendizagem. (BADDELEY, 2014).

Por outro lado, simplesmente conhecer como o cérebro funciona pode não ser garantia de uma aprendizagem eficaz, porém, tal conhecimento, aliado a uma atitude reflexiva que permita levar a teoria até uma aplicação prática, pode gerar uma atuação docente mais consciente e eficaz, fundamentada em dados científicos.

Nosso cérebro está preparado para interagir com o ambiente, reagindo aos estímulos e formando novas sinapses que se traduzem em novos conhecimentos. Desse modo, promover situações que facilitem a aprendizagem, fornecendo estímulos adequados, aliados a propostas de ensino bem planejadas, levando em consideração o modo como o cérebro trabalha, podem facilitar e aumentar a conectividade sináptica, garantindo uma maior efetividade no processo. Pessoas ensinam e aprendem a todo momento, porém, o tanto que se consegue aprender e ensinar depende dos mecanismos subjacentes responsáveis por tais fenômenos.

Contudo, como consequência do advento de novas tecnologias e das imagens funcionais, surgiram importantes pesquisas relacionando fundamentos neurais e o desempenho cognitivo. Como essas pesquisas mostraram ter valor, aumentou o interesse em aplicar os resultados alcançados, na prática educacional. Porém, ao mesmo tempo, surgiram generalizações impróprias, baseadas em concepções errôneas sobre o funcionamento cerebral e a aprendizagem, fora da comunidade científica. Essas concepções são chamadas de “neuromitos” (OCDE, 2003).

De acordo com o livro intitulado “Compreendendo o Cérebro”, redigido por uma equipe do Centro de Pesquisa Educacional e Inovação, da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE), “esses mitos vão desde os benefícios da sinaptogênese<sup>12</sup> até a dominância dos hemisférios, assim como, períodos críticos de aprendizagem e ambientes “enriquecidos” (*ibid*, p. 114).

Dentro desse quadro, mostra-se relevante conhecer se os professores e licenciandos estão aptos para reconhecer conceitos errôneos e especulações diferentemente de resultados baseados em estudos mais bem fundamentados.

Por entender a importância do cérebro no processo de aprendizagem, considera-se também que, se o professor toma conhecimento desse funcionamento cerebral, pode ressignificar a sua prática docente. Nesse sentido, de acordo com Cunha (2013), a formação profissional dos professores implica em entender a aprendizagem como um processo contínuo e requer uma análise cuidadosa desse aprender.

Sob o mesmo ponto de vista, Contreras (2002) destaca que uma atitude reflexiva permanente possibilita uma análise mais complexa, por parte do docente, em que estabelecer uma relação crítica com o saber é essencial para a construção da identidade de formador competente. Assim, trabalhar com aprendizagem envolve um contínuo movimento de reflexão. O professor reflexivo aceita fazer parte do problema. Ele reflete sobre sua própria relação com o saber, com as pessoas, com o poder, com as instituições, com as tecnologias e com a cooperação, assim como reflete sobre sua forma de superar limites ou de tornar mais eficazes seus gestos técnicos. (CUNHA, 2013).

---

<sup>12</sup> Processo de formação de sinapses entre neurônios do sistema nervoso central no decorrer da vida.

Em relação à docência, Nóvoa (2009, p. 12) afirma: “A formação deve estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de autoformação participada”.

Com base nesses autores, se os processos reflexivos são necessários e importantes para a ação docente, também é para os processos de formação dos professores. Assim, nessa perspectiva, é necessário inserir também nessa formação a apropriação de conhecimentos sobre Neurociência Cognitiva, conforme afirmam Cosenza e Guerra (2011, p. 143)

As contribuições das neurociências podem fundamentar práticas pedagógicas que já se realizam com sucesso e sugerir ideias para intervenções, demonstrando que as estratégias pedagógicas que respeitam a forma como o cérebro funciona tendem a ser as mais eficientes.

Portanto, esta dissertação mostra relevância ao tratar da Neurociência Cognitiva associando conceitos sobre aprendizagem, formação de professores e docência.

## **5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo, será descrita a metodologia utilizada, explicitando a abordagem, o tipo de pesquisa, o contexto no qual foi desenvolvida a investigação, os participantes da pesquisa, os instrumentos de coleta e o plano de análise das informações.

### **5.1 Abordagem da pesquisa**

A presente pesquisa é de natureza mista, procurando tirar vantagem das semelhanças e diferenças existentes nos métodos qualitativos e quantitativos (YIN, 2016).

Desde o ponto de vista qualitativo, busca interpretar um fenômeno da realidade para compreendê-lo. Segundo Godoy (1995, p. 60), esse tipo de pesquisa:

Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação.

Assim, para a realização deste estudo, os dados foram coletados no ambiente natural dos sujeitos investigados, mantendo o caráter descritivo, tanto na obtenção dos dados quanto na divulgação dos resultados. Esse processo visa à compreensão ampla do fenômeno, considerando que todos os dados da realidade são importantes. Sendo assim, a pesquisa proposta está de acordo com o paradigma pós-positivista, pois não deseja apresentar uma visão objetiva meramente estatística, mas uma proposta investigativa de natureza qualitativa.

Nesse sentido, a investigação qualitativa, é coerente com o paradigma interpretativo ou hermenêutico, pois propicia o envolvimento mútuo entre pesquisador e pesquisado para interpretar comportamentos e construir sentidos num processo que exclui a pretensa neutralidade positivista. Coaduna-se, pois, com Habermas (1992), que considera que não há perspectivas neutras ou desinteressadas, pois todo pesquisador está inserido socialmente e defende os interesses do seu grupo social. Desta forma, o conhecimento produzido, nesta perspectiva, não emprega uma metodologia rígida, pois

pretende compreender a ação humana na sua própria racionalidade, inserida em um fenômeno social a ser interpretado.

A parte quantitativa da pesquisa, que envolve a escala Likert, é detalhada posteriormente. Nesse sentido, como critério de qualidade de pesquisa, Miles e Huberman (1994) apresentam orientações que permitem adaptar critérios da pesquisa quantitativa para determinar a qualidade da pesquisa qualitativa.

Torna-se importante ressaltar a necessidade do diálogo entre resultados de pesquisa, sejam estes qualitativos ou quantitativos, para se chegar a uma compreensão mais completa do fenômeno em estudo (*ibid*).

## **5.2 Tipo de pesquisa: estudo de caso**

Dentre os diferentes tipos de pesquisa qualitativa, foi escolhido o estudo de caso como estratégia para uma melhor compreensão da experiência vivenciada entre o pesquisador e o participante da pesquisa. Destaca Yin (2005, p. 32), que o estudo de caso é “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão definidos”.

O estudo de caso tem sido frequentemente utilizado em investigações educativas por permitir examinar e compreender de forma orgânica e no contexto em que ocorrem os fenômenos ou situações complexas da realidade escolar. (MORGADO, 2012).

Nesta pesquisa, foram investigadas as percepções de professores e licenciandos da área de Ciências da Natureza a respeito das contribuições que a Neurociência Cognitiva pode trazer para a prática docente, configurando assim um estudo de caso.

## **5.3 Contexto e participantes da pesquisa**

A investigação foi realizada em quatro escolas de Porto Alegre, com vistas a conhecer as percepções de professores a respeito da sua formação docente em relação ao tema da pesquisa: neurociência e aprendizagem. Para isso, foram convidados vários

professores de cada escola, respectivamente, dos componentes curriculares Biologia, Física e Química, de modo a totalizar 13 participantes docentes. Os professores deveriam ter mais de cinco anos de experiência de docência.

Também, foi realizado um levantamento de dados com licenciandos de Química, Física e Biologia, estudantes de duas universidades da Região Sul do país, com vistas a conhecer as suas percepções sobre as contribuições que os conceitos da Neurociência Cognitiva podem trazer para os processos de ensino e de aprendizagem e para sua futura prática profissional. Para isso, participaram da pesquisa 20 licenciandos, do último ano do curso, sendo 10 de cada instituição, sendo 5 de Biologia, 8 de Física e 7 de Química.

Portanto, participaram da investigação 33 sujeitos, sendo 13 docentes de quatro escolas, dentre eles 8 professores e 5 professoras com idade média de 35 anos. Entre os 20 licenciandos de duas universidades, todos cursando o último semestre da graduação, sendo a metade dos participantes de sexo biológico feminino, com média de idade 21 anos.

Entre as instituições participantes, três escolas de educação básica, duas do âmbito particular e uma escola pública estadual. Das universidades, uma pública federal e a outra do âmbito particular.

## **5.4 Instrumentos de pesquisa**

Os instrumentos para a coleta de dados consistem em um questionário, uma entrevista semiestruturada gravada em áudio e o Diário de pesquisa.

### **5.4.1 Questionário**

Nesta investigação foi usado o questionário como instrumento de coleta de dados por este ser considerado um instrumento de investigação eficiente que permite

obter, por meio de várias questões, informações de situações vivenciais, opiniões e sentimentos de interesse do investigador.

De acordo com Barros e Lehfeld (2000, p. 90), é necessário que o pesquisador tenha em conta, “ao elaborar o seu instrumento de investigação, determinar o tamanho, o conteúdo, a organização e clareza de apresentação das questões, a fim de estimular o informante a responder”.

O questionário, de acordo com Gil (1999), apresenta vantagens sobre as demais técnicas de coleta de dados. Entre elas está a possibilidade de atingir um número representativo de pessoas, mesmo que estejam dispersas numa área geográfica extensa. Isto é possível, pois o questionário pode ser enviado por correio eletrônico, implicando em menores custos. Outra vantagem, citada pelo autor, consiste na possibilidade de permitir que o questionado responda no momento que achar mais conveniente, sem a influência da presença do pesquisador, garantindo assim a sua individualidade livre de qualquer pressão. Da mesma forma, não expõe o pesquisador às opiniões e convicções pessoais do entrevistado.

Por outro lado, o autor supracitado (*Ibid*) também elenca algumas desvantagens como: excluir pessoas que não sabem ler e escrever, (situação que não se aplica à presente pesquisa), menciona não haver garantias de que o instrumento volte ao pesquisador devidamente preenchido, assim como, recomenda restringir o questionário a um número relativamente pequeno de perguntas para aumentar as chances de respostas, pois, se extenso demais, poderá desestimular o seu preenchimento.

Com essas concepções, é importante ressaltar que um dos objetivos do uso do questionário, para esta pesquisa, foi coletar dados que possam caracterizar os grupos de investigados, licenciandos e professores, garantindo o sigilo ético sobre os dados pessoais dos pesquisados. Essa caracterização é importante para compor o perfil dos inquiridos com dados como: sexo, idade, tempo de atuação, para o caso dos professores ou nível atingido no curso, para os estudantes das licenciaturas.

O questionário também pode contribuir para coletar informações sobre o conhecimento dos participantes da pesquisa em relação a conceitos da Neurociência Cognitiva. Nesse caso, foram utilizadas 14 afirmações, incluindo os chamados neuromitos, para as quais os participantes (professores e licenciandos) se posicionaram concordando plenamente, concordando parcialmente, sendo indiferente, discordando

parcialmente, discordando plenamente ou indicando não saber, na forma de escala Likert. (Apêndices A – professores - e B - licenciandos). Para compor as afirmações apresentadas, foi utilizado o livro *Compreendendo o Cérebro: rumo a uma nova ciência do aprendizado*, redigido pela OCDE (2003).

Após a elaboração do questionário, foi aplicado a dois licenciandos e dois professores, na forma de estudo piloto, com vistas a sua validação e revisão.

#### **5.4.2 Entrevista**

De acordo com Morgado (2012), as entrevistas semiestruturadas são muito utilizadas em estudo de caso, pois garantem alguma dirigibilidade ao processo e oferecem uma confortável liberdade aos inquiridos. Esse instrumento permite a coleta de dados com objetivo de compreender ou justificar o discurso dos investigados, assim como, atitudes e comportamentos assumidos no seu contexto de trabalho.

Conforme destacam Martins e Bicudo (1994 p. 54), a entrevista “[...] é a única possibilidade que se tem de obter dados relevantes sobre o mundo-vida do respondente. Ao entrevistar-se uma pessoa, o objetivo é descrever tão detalhadamente quanto possível as preocupações do entrevistado”.

Os tipos de entrevista variam de acordo com a sua estruturação, assim, existe a estruturada e a semiestruturada, a vantagem desta última consiste no seu caráter mais espontâneo. Isto é possibilitado pela atuação do entrevistador que, mesmo tendo questões pré-definidas como diretriz, essas não ditam como a entrevista irá transcorrer permitindo que sejam alteradas a ordem e inserção de outras questões de interesse que possam surgir (MORGADO, 2012).

Para esta investigação, a entrevista teve como principal objetivo compreender os significados e as concepções implícitas no pensamento dos entrevistados, em relação à sua formação e ao contexto em que estão inseridos (Apêndice C).



### 5.4.3 Diário de pesquisa

O Diário de pesquisa consiste em um caderno em que foram registradas todas as atividades desenvolvidas, bem como as observações feitas pela pesquisadora, principalmente, durante a aplicação do questionário e durante as entrevistas. Essas observações foram consideradas no conjunto da análise dos textos obtidos que constituirão o *corpus* da investigação.

## 5.5 Plano de análise dos dados

Para a análise dos dados foram empregados dois modos: para a análise das entrevistas foi usada a Análise Textual Discursiva; para a análise dos questionários, estruturados pela escala de Likert, foi usado o do Ranking Médio (**RM**) (OLIVEIRA, 2005).

Por se tratar de uma pesquisa com uma abordagem qualitativa e alicerçar-se numa base teórica fenomenológica e pelo seu caráter hermenêutico, envolvendo interações sociais, troca de ideias e conhecimentos entre o pesquisador e os pesquisados, foi escolhida a Análise Textual Discursiva (ATD) como método de análise dos dados.

O caráter fenomenológico-hermenêutico se dá pela imersão do pesquisador no universo a ser pesquisado para entender que sentido os sujeitos dão ao mundo em que estão inseridos, assim como, ao processo interpretativo do investigador, dando importância ao contexto para a compreensão de significados.

A ATD é um método que tem mostrado seu potencial em investigações no âmbito educacional. Segundo Moraes e Galiuzzi (2011, p. 16) a ATD, “concretiza-se a partir de um conjunto de documentos denominado “corpus” [...] este representa as informações de pesquisa”. Os textos do corpus foram as transcrições de entrevistas, questionários e registros no diário de pesquisa.

Para análise, segundo os autores (*Ibid*), foram percorridas as três etapas que caracterizam este processo: *unitarização, categorização e construção dos metatextos*.

A *unitarização* é a desconstrução do corpus resultante do processo de desmonte dos textos, com enfoque nos detalhes para compreender o sentido. Para Moraes e Galiuzzi (2011, p. 19), “as unidades de análise são sempre identificadas em função de um sentido pertinente aos propósitos da pesquisa”.

A *categorização* é o agrupamento das unidades com sentidos semelhantes. De acordo os autores supracitados, “o que se propõe na ATD é utilizar as categorias como modo de focalizar o todo por meio das partes”. (*Ibid*, p. 27).

Finalmente, os *metatextos* são construídos pelo pesquisador, mesclando descrição e interpretação contidas no *corpus*, que culmina na compreensão do fenômeno da pesquisa. Conforme Moraes e Galiuzzi (*Ibid*, p. 32), “os metatextos são constituídos da descrição e interpretação, representando o conjunto dos fenômenos investigados”. Sobre isso, é oportuno destacar que o texto resultante das análises não se restringe apenas a uma descrição. Conseqüentemente, a qualidade do texto depende de o pesquisador assumir-se autor, construindo as conclusões com argumentos que estruturam a sua produção textual.

Para a análise dos itens da escala de Likert foi utilizado o cálculo do Ranking Médio (**RM**) proposto por Oliveira (2005). Assim, foi atribuído um valor de 1 a 5 para cada alternativa de resposta e 0 (zero) para “Não sei responder”. A partir desses escores, foi calculada a média ponderada para cada item, com base na frequência das respostas. Assim, foi obtido o **RM** por meio do cálculo:

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \frac{\sum(f_i.V_i)}{NS}$$

Desse modo,  $f_i$  corresponde à frequência obtida em cada resposta para cada item,  $V_i$  o valor de cada resposta e  $NS$  consiste no número de sujeitos. Como resultado, quanto mais próximo estiver de 5 o **RM**, maior será o nível de concordância dos respondentes (professores e licenciandos) em relação às afirmativas; quanto mais próximo de 1, será menor esse nível ou maior o nível de discordância.

Foi elaborado um questionário com 14 itens<sup>13</sup>, com vistas a conhecer a percepção de professores e licenciandos a respeito do funcionamento do cérebro e de como esses conhecimentos podem contribuir para o ensino e a aprendizagem.

---

<sup>13</sup> Os itens do questionário são identificados pela letra “i”, seguida do número do item (i1, i2, i3...).

Os tópicos abordados referem-se a: adição ou não de novos neurônios, associando isso à aprendizagem (i1); crescimento de novas sinapses (i2); plasticidade cerebral (i3); processamento das informações por diferentes partes do cérebro (i4 e i13); diferenças na estrutura cerebral, relacionadas ao sexo biológico (i5); influência das emoções na aprendizagem e na memória (i6 e i14); conflitos na comunicação entre neurocientistas e educadores (i7); possibilidade de novas teorias de aprendizagem com base nas descobertas proporcionadas pela ciência (i8); informações apresentadas de acordo com uma modalidade sensorial (visual, auditiva ou cenestésica), que podem implicar num processamento mais eficiente (i9); períodos receptivos à aprendizagem na infância (i11); polarização da dominância de hemisférios cerebrais (i10); ambientes educacionais enriquecidos (i12).

Foram inseridas, propositadamente, algumas asserções equivocadas, também denominadas neuromitos,<sup>14</sup> com o propósito de identificar aproximações ou afastamentos das opiniões dos participantes a essas asserções. Os neuromitos estão vinculados à descrição de neuromitologia encontrada no livro que serviu de base para a elaboração do questionário desta pesquisa<sup>15</sup> (OCDE, 2003, p. 114).

Devido às expectativas de aplicação da pesquisa sobre o cérebro à prática educacional, mitos rapidamente se criaram. Esses mitos vão desde os benefícios da sinaptogênese até a dominância dos hemisférios, a períodos críticos para a aprendizagem e a ambientes enriquecidos.

Esse procedimento teve por objetivo conhecer o domínio efetivo do tema pelos participantes da pesquisa.

---

<sup>14</sup> O neuromito é produto de uma leitura incorreta de resultados de uma pesquisa, que produz uma distorção dos fatos e induz a conclusões inapropriadas (OCDE, 2003).

<sup>15</sup> Compreendendo o Cérebro, OCDE, 2003.

## 6 RESULTADOS - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Este capítulo está constituído de duas partes: análise quantitativa e análise qualitativa. A análise quantitativa está organizada em três seções: *dados estatísticos e comparativos*; *análise do Ranking Médio (RM) das respostas dos participantes*; *análise individual dos itens*.

A parte qualitativa está organizada em duas seções: *análise das entrevistas dos licenciandos*; *análise das entrevistas dos professores*. Nessas seções, são apresentadas e discutidas, respectivamente, as categorias que emergiram a partir da reunião das devidas unidades de sentido produzidas com base nos depoimentos dos participantes.

### 6.1 Análise e Discussão dos dados quantitativos

#### 6.1.1 Dados estatísticos e comparativos

Foram produzidas respostas por 20 licenciandos de Biologia, Física e Química (Ciências da Natureza), por meio do **Questionário para delinear perfil dos licenciandos e seus conhecimentos** (Apêndice A) e de 13 professores das Ciências da Natureza da Educação Básica, por meio do **Questionário para delinear perfil dos professores e seus conhecimentos** (Apêndice B), na cidade de Porto Alegre, sul do Brasil. Os professores contavam mais de cinco anos de experiência no Ensino Médio.

As respostas ao questionário são apresentadas em duas tabelas: a Tabela 1, que corresponde aos licenciandos; e a Tabela 2 aos professores. Nessas tabelas, na coluna da esquerda, encontram-se as opções de respostas para os respondentes, ou seja, CPL – Concordo plenamente; CPA – Concordo parcialmente; SIN – Sou indiferente; DPA – Discordo parcialmente; DPL – Discordo plenamente; NSR – Não sei responder.

Na linha superior, apresentam-se códigos, que identificam os itens do questionário respondido.

As tabelas a seguir mostram frequências das respostas para cada item. Encontram-se coloridos em verde, os campos que representam respostas esperadas, mostrando conhecimento do assunto; e em vermelho as respostas não esperadas, sugerindo desconhecimento do tema abordado.

Encontram-se assinaladas em cor amarela os itens que expressam neuromitos (i1, i9, i10 e i12)<sup>16</sup>. Desse modo, ao concordar, o respondente demonstra desconhecimento do tema e, ao discordar, mostra que domina o assunto, não sendo influenciado pela afirmativa da questão.

**Tabela 1 – Relação das opiniões dos licenciandos com relação às asserções apresentadas**

Itens Opções	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	i8	i9	i10	i11	i12	i13	i14
CPL	3	7	6	8	4	6	6	8	10	9	4	11	4	6
CPA	2	6	4	2	3	7	6	4	7	9	6	7	4	8
SIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DPA	5	4	5	6	2	1	3	3	1	1	6	2	2	4
DPL	7	2	4	4	2	0	3	3	1	1	4	0	0	1
NSR	3	1	1	0	9	6	2	2	1	0	0	0	10	1

Fonte: Organizado pela autora a partir das respostas dos licenciandos.

Conforme mostra a Tabela 1, no caso do item (i9), 85% dos participantes concordam, total ou parcialmente, que os estudantes aprendem melhor quando recebem informações na sua forma preferida de instrução. Esse resultado pode estar relacionado a uma predisposição que aparece frequentemente entre os estudantes, ao serem questionados sobre a forma preferida de aprender, alguns dizem ser auditivos, visuais ou cinestésicos, sendo esses últimos, aqueles que preferem aprender por meio do toque ou

<sup>16</sup> (i1) “O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica”. Você acredita que a aprendizagem se deve a adição de novos neurônios no cérebro?

(i9) “Algumas pessoas preferem aprender com os olhos, outras como os ouvidos e outras ainda por meio do toque e das sensações”. Indivíduos aprendem melhor quando recebem as informações na sua forma preferida de aprender (visual, auditiva, cinestésica).

(i10) “Costuma-se afirmar que o hemisfério direito do cérebro é criativo e o hemisfério esquerdo é lógico, levando as pessoas a afirmar que os artistas são orientados pelo lado direito e os matemáticos pelo lado esquerdo”. Diferenças na dominância de hemisférios cerebrais podem explicar diferenças entre estudantes.

(12) “Ambientes educacionais enriquecidos aceleram fundamentalmente a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral”.

sensações. Embora as informações recebidas por diferentes canais receptivos sejam processadas por diferentes partes do cérebro, essas estruturas estão intimamente conectadas, com constante transferência de informações. Por isso, é incorreto acreditar que apenas uma modalidade sensorial possa ser responsável por todo o processamento. Pesquisas recentes (Coffield et al., 2004) têm demonstrado que, embora os estudantes posicionem-se sobre uma forma preferida de instrução, isso não, necessariamente, resulta em aprendizagem mais eficiente.

O mais provável é que cada indivíduo prefira uma mistura desses estilos de aprendizagem. Isso é ratificado considerando-se que o processo de aprender não depende unicamente do sujeito (aprendiz), pois há outras variáveis envolvidas, tais como o objeto de aprendizagem e a interação entre o sujeito e objeto.

No caso do item (i10), 90% do grupo de licenciandos concordam que há oposição entre o funcionamento do hemisfério direito e esquerdo do cérebro. Esse mito pode ter origem em resultados de estudos que afirmam que algumas atividades, como a produção da fala, apresentam mais atividade num dos hemisférios cerebrais. Técnicas de neuroimagem destacam que, na maioria das atividades, os dois hemisférios trabalham juntos, como um sistema integrado. Entretanto, não especialistas costumam afirmar que o hemisfério esquerdo é lógico e associado à informação verbal, enquanto o direito é criativo e associado à informação visual.

No caso do item (i12), 90% dos participantes relacionam “ambientes educacionais enriquecidos” com aceleração da aprendizagem. Esse mito teve origem numa experiência com ratos desenvolvida em Nova York pelo Dr Willian Greenough, que demonstrou haver melhor desempenho e rapidez no teste de aprendizagem em ratos que tinham no seu ambiente vários objetos a explorar, se comparados a ratos que viviam isolados. O pesquisador concluiu que ambientes “enriquecidos” influenciam a aprendizagem em ratos. Entretanto, esses resultados, obtidos com rigor científico em animais, não provam que isso ocorre em humanos. Nesse quesito, mais pesquisas fazem-se necessárias.

Em resposta ao item 1 (i1)<sup>17</sup>, 60% dos respondentes discordam da afirmação que relaciona a aprendizagem com a adição de novos neurônios. Nesse caso, o que ocorre

---

<sup>17</sup> (i1) “O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica”. Você acredita que a aprendizagem se deve a adição de novos neurônios no cérebro?

com o cérebro em situação de aprendizagem é o aumento de conexões ou sinapses (formação e consolidação das ligações sinápticas) e não o aumento de neurônios como apresentado na asserção citada.

Analisando-se os casos em que os participantes se posicionaram afirmando não saber responder (NSR), destaca-se o número de respostas mais elevado nos itens 5 (i5), 6 (i6) e 13 (i13)<sup>18</sup>. No caso do item 5 (i5), ao serem questionados sobre as diferenças, em tamanho do cérebro e número de neurônios, relacionadas ao sexo biológico, 45% dos licenciandos alegam não saber responder. Isso também ocorre com o item 6 (i6), que questiona a influência da tensão ou medo no desempenho cognitivo. No item 13 (i13), 50% dos licenciandos revelam não saber como se estabelece a função de atenção seletiva. Esse posicionamento pode ocorrer devido à falta de estudo desses assuntos durante o curso universitário.

A seguir, foram analisadas as respostas dos participantes professores, a partir da Tabela 2. A competência em reconhecer mitos, diferentemente de informações baseadas em evidências, mostrou-se ineficiente, tanto no grupo dos licenciandos quanto no grupo dos professores para os itens i9, i10 e i12.

**Tabela 2 – Relação das opiniões dos professores com relação às asserções apresentadas**

Itens Opções	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	i8	i9	i10	i11	i12	i13	i14
CPL	1	5	9	5	1	10	4	6	6	6	10	7	2	6
CPA	1	3	3	4	1	2	1	4	5	3	2	4	2	6
SIN	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DPA	5	2	1	2	5	1	6	2	0	2	1	1	2	0
DPL	5	0	0	2	5	0	2	0	1	1	0	1	2	1
NSR	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	5	0

Fonte: Organizado pela autora a partir das respostas dos participantes professores.

<sup>18</sup> (i5) “Não há dois cérebros iguais, existem diferenças individuais significativas de tamanho, mas também – o que é mais importante – no número de neurônios encarregados de determinadas funções [...]”. Estas diferenças também estão relacionadas ao gênero, mulheres têm menos neurônios do que homens.

(i6) “Dentro do cérebro humano, há um conjunto de estruturas coletivamente conhecidas como sistema límbico. Esta região do cérebro é denominada como ‘cérebro emocional’”. Quando esta região é afetada, por tensão ou medo, o discernimento social e o desempenho cognitivo ficam comprometidos.

(i13) Para que o sistema nervoso estabeleça a função atenção, é necessário o envolvimento de grandes áreas do encéfalo. Nestas áreas, grupos bem definidos de neurônios selecionam informações sensoriais que chegam eliminando ou diminuindo algumas e concentrando-se em outras, promovendo a atenção seletiva.

Nesses casos, os resultados também evidenciam que o ambiente escolar tem se mostrado um campo favorável para perpetuar conceitos equivocados relacionados ao funcionamento cerebral, assim como, a ausência de critérios que permitam discernir o que são resultados de pesquisas científicas de boatos divulgados pela mídia. Ao contrário, na resposta ao item (i1)<sup>19</sup>, a maioria dos participantes discordou da afirmação que relaciona a aprendizagem à adição de novos neurônios. Isso pode estar relacionado ao fato de que, até um passado recente, acreditava-se que, no nascimento, o cérebro humano já tem todos os neurônios necessários e que, ao longo do tempo, esses vão morrendo. Com o surgimento de novas tecnologias, essa concepção está sendo contrariada (OCDE, 2003), de forma que, atualmente, acredita-se que a aprendizagem resulta do aumento de sinapses e também pelo enfraquecimento ou fortalecimento de outras já existentes. Contudo, vale ressaltar, que há o aparecimento de novos neurônios ao longo da vida, embora esses pareçam não estar localizados no córtex, área diretamente ligada à aprendizagem (HERCULANO-HOUZEL, 2002).

A asserção presente no item (i6) afirma que em situações de tensão ou medo o desempenho cognitivo fica afetado. Nesse quesito, observa-se a adesão de 92% dos professores atuantes que concordam, diferentemente, de quase um terço dos licenciandos, que manifestam não saber se posicionar em relação a essa sentença. Assim, é possível deduzir que os professores, em geral, conhecem e vivenciam as consequências desfavoráveis que um ambiente hostil pode ocasionar. No entanto, para os licenciandos, a influência do ambiente para o processo cognitivo, ainda não é reconhecida.

. Em contraste com os licenciandos, na Tabela 1, no item 5, a maioria dos professores discordaram da alegação apresentada, demonstrando entender que, se existem diferenças individuais de tamanho e número de neurônios no cérebro dos estudantes, essas em nada se relacionam com o sexo biológico.

---

<sup>19</sup> (i1) “O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica”. Você acredita que a aprendizagem se deve a adição de novos neurônios no cérebro?



A Tabela 2 mostra Algarismos mais expressivos de concordância (plena ou parcial) nas afirmações i3, i11 e i14.<sup>20</sup> No caso do i3, os resultados indicam que os professores reconhecem a capacidade de adaptação e de reorganização do cérebro (plasticidade cerebral), conforme as informações que esse recebe. No caso do item i11, se depreende que os docentes em atuação, diferentemente dos licenciandos, concordam que há um período mais favorável para alcançar determinadas capacidades associadas (períodos receptivos na infância). No caso do item i14, o resultado revela um domínio intuitivo, ratificado na prática docente, valorizando as emoções como responsáveis, em parte, pela competência cognitiva dos estudantes (influência das emoções em relação à memória). Nesse sentido, a Neurociência Cognitiva propõe-se a explicar que há um vínculo estreito entre as estruturas que processam as emoções (Sistema Límbico) e a memória de situações anteriores parecidas. Assim, as emoções representam a primeira apreciação do cérebro sobre o assunto apresentado. Em outras palavras, a Neurociência Cognitiva está mostrando o que os educadores, de certo modo, já descobriram em sala de aula.

Do mesmo modo que os resultados dos licenciandos, na Tabela 2, 38% dos participantes professores declaram não saber como funciona o fenômeno da atenção (i13). Mesmo que na prática seja conhecida a efemeridade do processo da atenção dos estudantes, os participantes parecem desconhecer como ativar os circuitos neuronais específicos e, conseqüentemente, quais estratégias ou abordagens utilizar de forma a minimizar elementos distraidores.

Em síntese, professores e licenciandos assemelham-se ao reconhecer a influência do vínculo emocional no processo de ensino e aprendizagem e em desconhecer como se estabelece o processo de atenção seletiva. Todavia, distinguem-se ao discernir que há diferenças na estrutura cerebral vinculadas ao sexo biológico.

---

<sup>20</sup> (i3) “Como as pessoas aprendem? O que acontece no cérebro quando adquirimos conhecimento? “Hoje, os cientistas estão começando a entender como o cérebro jovem se desenvolve e como o cérebro maduro aprende.” O cérebro mostra “plasticidade”, isto é, capacidade de aprender ao longo da vida do indivíduo.

(i11) “A aprendizagem com base na experiência ocorre quando o cérebro encontra uma experiência importante no momento apropriado, o período receptivo. Há um período receptivo nos primeiros anos da infância.”

(i14) “Com as recentes pesquisas, os neurocientistas estão se tornando capazes de demonstrar que o processo emocional pode ajudar ou atrapalhar o processo educacional”. Um vínculo emocional entre o professor e o estudante afeta a memória?

### 6.1.2 Análise do Ranking Médio (RM) das respostas dos participantes

Para mensurar o grau de concordância ou discordância dos participantes (licenciandos e professores) que responderam aos questionários, optou-se por uma abordagem analítica que permita estabelecer o Ranking Médio (RM) para cada indagação. Esse método de análise é apropriado para casos de utilização da escala Likert, que outorga uma pontuação para cada unidade (item) avaliado (OLIVEIRA, 2005).

Assim, relacionando a frequência das respostas com a pontuação atribuída a cada item, obtém-se a Média Ponderada (MP). Essa média, vinculada ao número de respondentes, possibilitou a obtenção do RM conforme a seguinte fórmula de cálculo.

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \frac{\sum(f_i.V_i)}{NS}$$

Média Ponderada (MP) =  $\sum(f_i.V_i)$

Ranking Medio (RM) = MP / (NS)

$f_i$  = frequência observada de cada resposta para cada item

$V_i$  = valor de cada resposta

NS = n° de sujeitos

Apresenta-se a seguir, um exemplo da utilização do RM para o item 5. Nesse item, o respondente deve se posicionar em relação à afirmação:

Não há dois cérebros iguais, existem diferenças individuais significativas de tamanho, mas também – o que é mais importante – no número de neurônios encarregados de determinadas funções [...]”. Estas diferenças também estão relacionadas ao sexo biológico, mulheres têm menos neurônios do que homens.

Como resultado, quanto mais próximo o RM estiver de 5, maior será o nível de concordância dos respondentes (professores e licenciandos) em relação às afirmativas; quanto mais próximo de 1, menor será esse nível de concordância ou maior o nível de discordância. Neste caso, o resultado do RM dos professores é 2 e o dos licenciandos é 4, como mostra a Tabela 3.

**Tabela 3 - Exemplo de análise do resultado RM para o Item 5**

	Professores						
	NSR	CPL	CPA	SIN	DPA	DPL	
Valor outorgado	0	5	4	3	2	1	RM
Frequência	1	1	1	0	5	5	2

	Licenciandos						
	NSR	CPL	CPA	SIN	DPA	DPL	
Valor outorgado	0	5	4	3	2	1	RM
Frequência	9	4	3	0	2	2	4

Fonte: Organizado pela autora.

Os valores apresentados na Tabela 3 indicam que o grupo de licenciandos apresenta maior concordância com essa afirmativa. Isso pode ser atribuído ao entendimento das individualidades que caracterizam cada estudante, embora, sem ter pleno conhecimento das diferenças na conformação em nível cerebral.

De outra forma, o grupo de professores apresenta maior grau de discordância, o que pode ser interpretado como um resultado revelador de que, de acordo com a prática docente, o processo de aprendizagem envolve outros fatores, além de diferenças estruturais relacionadas ao sexo biológico.

Na Tabela 4, são apresentados os RM de todos os 14 itens, tanto dos professores quanto dos licenciandos.

**Tabela 4 – Dados comparativos dos RM de professores e licenciandos sobre os itens analisados**

Código	Item	RM Professores	RM Licenciandos
i1	“O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica”. Você acredita que a aprendizagem se deve a adição de novos neurônios no cérebro?	4	4
i2	“Se as sinapses representam a atividade cerebral, e os padrões de atividade aumentam quando aprendemos, isso significa que a aprendizagem se dá pelo crescimento de novas sinapses, ou pelo fortalecimento ou enfraquecimento de sinapses já existentes”.	4	4
i3	“Como as pessoas aprendem? O que acontece no cérebro quando adquirimos conhecimento? Hoje, os cientistas estão começando a entender como o cérebro jovem se	4	3

	desenvolve e como o cérebro maduro aprende.” O cérebro mostra “plasticidade”, isto é, capacidade de aprender ao longo da vida do indivíduo.		
<b>i 4</b>	“Diferentes partes do cérebro desempenham diferentes tarefas de processamento de informações”. Tarefas complexas, como a adição ou o reconhecimento de palavras, dependem da ação coordenada de várias redes neurais especializadas.	4	3
<b>i 5</b>	“Não há dois cérebros iguais, existem diferenças individuais significativas de tamanho, mas também – o que é mais importante – no número de neurônios encarregados de determinadas funções [...]”. Estas diferenças também estão relacionadas ao gênero, mulheres têm menos neurônios do que homens.	2	4
<b>i 6</b>	“Dentro do cérebro humano, há um conjunto de estruturas coletivamente conhecidas como sistema límbico. Esta região do cérebro é denominada como ‘cérebro emocional’”. Quando esta região é afetada por tensão ou medo, o discernimento social e o desempenho cognitivo ficam comprometidos.	5	4
<b>i 7</b>	“Haverá problemas de comunicação entre neurocientistas e educadores, pois são duas comunidades que não compartilham um vocabulário profissional comum: aplicam diferentes métodos e lógicas, exploram diferentes questões, perseguem objetivos diferentes”.	3	3
<b>i 8</b>	“Nas próximas décadas, temos boas possibilidades de desvendar a natureza da memória e da inteligência [...] Quando atingirmos esse objetivo, seremos capazes de reassentar nossa prática educativa sobre uma sólida teoria de aprendizagem”.	4	4
<b>i 9</b>	“Algumas pessoas preferem aprender com os olhos, outras como os ouvidos e outras ainda por meio do toque e das sensações“. Indivíduos aprendem melhor quando recebem as informações na sua forma preferida de aprender (visual, auditiva, cinestésica).	4	5
<b>i 10</b>	“Costuma-se afirmar que o hemisfério direito do cérebro é criativo e o hemisfério esquerdo é lógico, levando as pessoas a afirmar que os artistas são orientados pelo lado direito e os matemáticos pelo lado esquerdo”. Diferenças na dominância de hemisférios cerebrais podem explicar diferenças entre estudantes.	3	4
<b>i 11</b>	“A aprendizagem com base na experiência ocorre quando o cérebro encontra uma experiência importante no momento apropriado, o período receptivo. Há um período receptivo nos primeiros anos da infância.”	5	3
<b>i 12</b>	“Ambientes educacionais enriquecidos aceleram fundamentalmente a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral”.	5	4
<b>i 13</b>	Para que o sistema nervoso estabeleça a função atenção, é necessário o envolvimento de grandes áreas do encéfalo. Nestas áreas, grupos bem definidos de neurônios selecionam informações sensoriais que chegam, eliminando ou diminuindo algumas e concentrando-se em outras, promovendo a atenção seletiva.	3	4
<b>i 14</b>	“Com as recentes pesquisas, os neurocientistas estão se	5	4

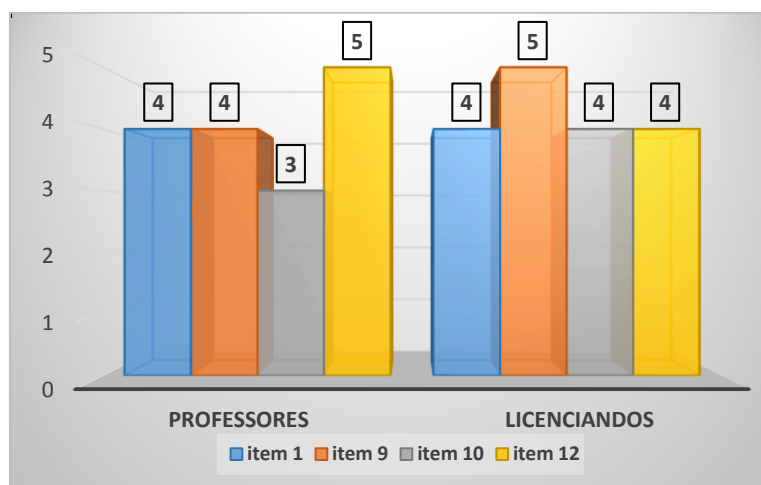
	tornando capazes de demonstrar que o processo emocional pode ajudar ou atrapalhar o processo educacional”. Um vínculo emocional entre o professor e o estudante afeta a memória?		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fonte: Organizado pela autora a partir dos resultados obtidos.

Estão sinalizados na Tabela 4, em cor amarela, aqueles itens caracterizados como neuromitos, na cor azul aqueles itens que apresentam maior discrepância de resultados e na cor verde as concordâncias que não se enquadram nos itens anteriores. Assim, em primeiro lugar são analisados os itens (i1), (i9), (i10) e (i12), associados aos neuromitos; após, são analisados os itens (i5) e (i11), que são os mais discrepantes; finalmente, são analisados os itens (i2), (i7) e (i8), nos quais há concordância dos participantes.

Na Figura 3, estão representados os resultados alcançados para este estudo, em relação a informações distorcidas (neuromitos), frequentemente encontradas no âmbito escolar.

**Figura 3 – Resultados dos itens que contém neuromitos**



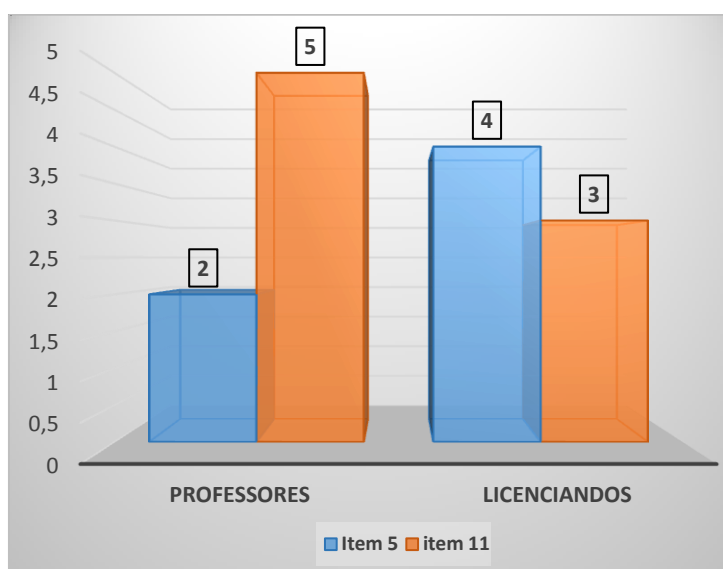
Fonte: Organizado pela autora.

De uma forma geral, os resultados observados no gráfico e na tabela comparativa do RM ratificam as conclusões alcançadas por meio da análise das tabelas 1 e 2, especificamente em referência ao impacto causado pelos neuromitos no âmbito docente. Nota-se que, tanto docentes com experiência prática quanto licenciandos em final de curso, carecem de competência adequada para diferenciar informações baseadas em evidências, de outras sem procedência científica reconhecida.

Observa-se na Tabela 6, que os mitos mais frequentemente acreditados por docentes são: a classificação das pessoas pela dominância hemisférica cerebral, (i10); o consentimento de privilegiar o estilo de aprendizagem de acordo com a preferência do estudante (i9); a receptividade da ideia de aceleração da aprendizagem em ambientes “enriquecidos” (i12), assim como, a relação entre a adição de novos neurônios e a aprendizagem (i1).

Em relação às discrepâncias entre as respostas de professores e licenciandos, as mais acentuadas foram encontradas nos itens 5 (i5) e item 11 (i11)<sup>21</sup>, representadas na Figura 4.

**Figura 4: principais discrepâncias entre resultados de professores e licenciandos**



Fonte: Organizado pela autora.

A opinião da maioria dos professores mostra-se em desacordo com a afirmação apresentada no item 5. Isso pode ocorrer porque durante muito tempo foram desconsideradas as diferenças individuais, sejam elas de qualquer natureza, na convicção de que todos os estudantes devem aprender de igual maneira, com os recursos que a natureza lhes provera.

<sup>21</sup> (i5) “Não há dois cérebros iguais, existem diferenças individuais significativas de tamanho, mas também – o que é mais importante – no número de neurônios encarregados de determinadas funções [...]”. Estas diferenças também estão relacionadas ao gênero, mulheres têm menos neurônios do que homens. (i11) “A aprendizagem com base na experiência ocorre quando o cérebro encontra uma experiência importante no momento apropriado, o período receptivo. Há um período receptivo nos primeiros anos da infância. ”.

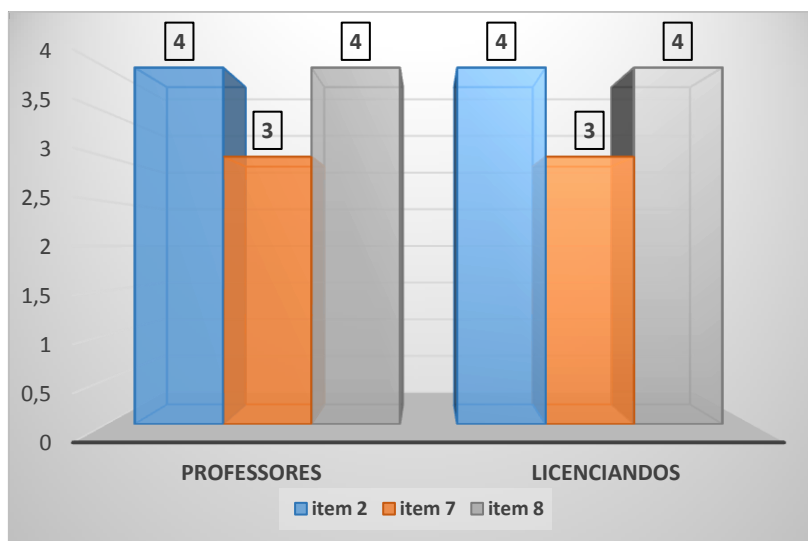
As aulas expositivas, essencialmente, têm o mérito de atingir a um bom número de pessoas, indistintamente, ao mesmo tempo em que forma uma barreira de isolamento entre os que estão em pé (os que sabem) e os que estão sentados (os que não sabem).

Particularmente, chama a atenção os resultados evidenciados pelos licenciandos, para esse mesmo item (i5), apresentando uma neutralidade perturbadora ao considerar que o grupo está em contato com novas pesquisas que o meio acadêmico dispõe, muitos deles da área de Ciências Biológicas, o que lhes oferecem dados sobre o número de neurônios do cérebro de diferentes espécies, possibilitando, assim, traçar paralelos com a espécie humana. Nesse sentido, a neurocientista Suzana Herculano-Houzel (2007), numa entrevista oferecida a Folha de São Paulo em 2007, perfila cérebros de diferentes espécies, com tamanhos e quantidades de neurônios bem maiores do que o humano, citando baleias, elefantes, golfinhos e outros, para demonstrar que o número de neurônios, mesmo que desempenhando diferentes funções, não pode ser correlacionado com melhor capacidade cognitiva.

No item (i11), os professores atuantes concordam efetivamente que o aprendizado pode sofrer limitações com a idade. Isso se deve, provavelmente, ao fato de terem identificado, na prática, que realmente há períodos em que determinadas aprendizagens se desenvolvem de forma ideal. Embora a perda da oportunidade de aprender possa ser recuperada mais tarde, será necessário um grande esforço adicional para efetivá-la. Por outro lado, a média dos licenciandos apresenta valores que indicam que ainda não possuem um posicionamento definido para esse item, resultando num escore de neutralidade. Na realidade, a exposição a diferentes incentivos no momento adequado pode ser favorável, mas a Neurociência Cognitiva prefere referir-se a “períodos receptivos”, que existem ao longo da vida. Esses períodos são importantes, mas não indispensáveis para o aprendizado, havendo a possibilidade de se desenvolverem capacidades cognitivas, mesmo tardiamente. (OCDE, 2013).

Em relação aos itens respondidos de modo semelhante por professores e licenciandos (equidades), na Figura 5 são representados os resultados que se destacaram no cálculo do RM.

**Figura 5: Resultados de RM concordantes entre licenciandos e professores**



Fonte: Organizado pela autora.

Entre as concordâncias com o mesmo escore, estão os itens (i2), (i7) e (i8)<sup>22</sup>, indicando que os dois grupos estudados têm concepções semelhantes frente às afirmações apresentadas. Para o item 2 (i2), tanto professores quanto licenciandos concordam em relacionar sinapses entre neurônios com atividade cerebral e aprendizagem. Esse posicionamento repete-se no item 8 (i8), em que se projeta a possibilidade de futuras teorias de aprendizagem baseadas em conhecimentos mais precisos sobre memória e inteligência.

Finalmente, o resultado para o item 7 (i7)<sup>23</sup>, em relação à dificuldade de comunicação entre neurocientistas e educadores, mostra tendência à neutralidade. Esse dado surpreende, quando comparado aos resultados obtidos neste item com os das tabelas 1 e 2. Nessas tabelas, observam-se tendências opostas, com 60% dos licenciandos concordando com a possibilidade de conflitos na comunicação entre áreas, enquanto 54% dos professores discordam dessa afirmação. Esta variabilidade denota a falta de perspectiva dos investigados, talvez porque as primeiras atribuições da

<sup>22</sup> (i2) “Se as sinapses representam a atividade cerebral, e os padrões de atividade aumentam quando aprendemos, isso significa que a aprendizagem se dá pelo crescimento de novas sinapses, ou pelo fortalecimento ou enfraquecimento de sinapses já existentes”.

(i8) “Nas próximas décadas, temos boas possibilidades de desvendar a natureza da memória e da inteligência [...] Quando atingirmos esse objetivo, seremos capazes de reassentar nossa prática educativa sobre uma sólida teoria de aprendizagem”.

<sup>23</sup> (i7) “Haverá problemas de comunicação entre neurocientistas e educadores, pois são duas comunidades que não compartilham um vocabulário profissional comum: aplicam diferentes métodos e lógicas, exploram diferentes questões, perseguem objetivos diferentes”.



neurociência se relacionam com a superação de dificuldades de ordem médica associadas à pesquisa em saúde e não necessariamente ligadas ao entendimento do funcionamento normal, não problemático, do cérebro em situação de aprendizagem.

Considerando as opiniões dos licenciandos e dos docentes com vários anos de atuação, observa-se que ambos os grupos tiveram grande dificuldade em diferenciar informações advindas da pesquisa científica de mitos ou informações incorretas muito divulgadas no meio escolar. Este resultado ratifica o estudo realizado pela neurocientista Herculano-Houzel (2002), que mostra que algumas informações são especialmente distorcidas ou mal compreendidas e amplamente arraigadas entre educadores. Diante do exposto, torna-se necessário uma ação de formação docente voltada para determinar critérios que auxiliem no desenvolvimento de competências dirigidas para a escolha adequada de informações.

De modo geral, da análise das respostas aos itens, depreende-se a falta de conhecimento sobre os processos cognitivos relacionados à aprendizagem, como funções de atenção, memória, influências do *stress*, do medo e do afeto, reconhecidamente como mecanismos cerebrais importantes no processo de ensino e aprendizagem. Agravando essa situação, os docentes manifestam certa descrença na boa comunicação entre cientistas e educadores.

Finalmente, é possível concluir que, embora já existam contribuições da neurociência que fundamentam a sua aplicação na prática educacional, neste estudo se confirma que ainda falta a construção de um campo de interação entre essas duas áreas.

### ***6.1.3 Análise individual dos itens***

A seguir, será analisado cada item, apresentando comentários para justificar a escolha das afirmativas utilizadas e o parecer evidenciado nas respostas<sup>24</sup>.

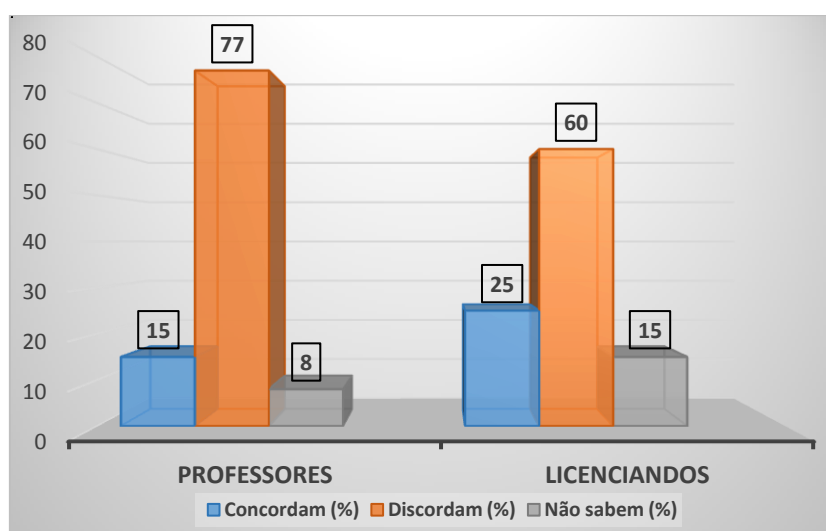
---

<sup>24</sup> Destaca-se que, para a análise que ocorre doravante, as concordâncias plena e parcial são reunidas (CPL e CPA), assim como as discordâncias (DPL e DPA), podendo-se referir simplesmente à concordância ou à discordância.

**Item 1 - “O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica”. Você acredita que a aprendizagem se deve à adição de novos neurônios no cérebro?”**

**Comentários sobre o item** - O neurônio é o componente fundamental para o processamento da informação. Cada neurônio pode se conectar a milhares de outros favorecendo o fluxo de sinais portadores de informações. Segundo Cosenza e Guerra (2011, p. 38), “A aprendizagem é consequência de uma facilitação da passagem da informação ao longo das sinapses”. Em outras palavras, mesmo sem a formação de novos neurônios, é a consolidação das ligações entre as células que se traduz em aprendizagem. A Figura 6 é uma representação das respostas ao item 1.

**Figura 6: Resultados referentes ao item que trata da adição de novos neurônios (item 1)**



Fonte: Organizado pela autora.

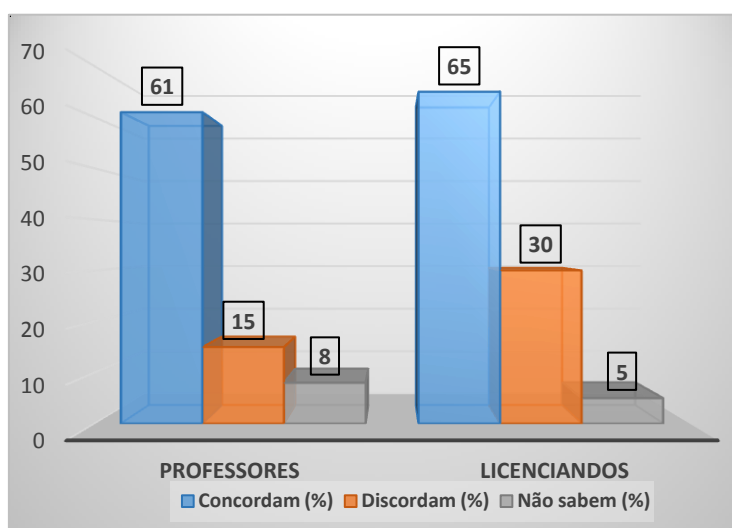
**Análise das respostas ao item 1** - Por meio desse item, pretendeu-se avaliar os conhecimentos que professores e licenciandos têm, que se relacionam à adição de novos neurônios com a aprendizagem. Os resultados mostram que a maioria dos participantes professores e licenciandos (respectivamente, 77% e 60%) discorda dessa afirmação, evidenciando conhecer que não é pela adição de novos neurônios, e, sim, possivelmente, pela qualidade das conexões entre eles, o que favorece a aprendizagem. De acordo com Cosenza e Guerra (2011), o cérebro de uma criança ao nascer pode pesar mais ou menos

400g que, ao final do primeiro ano de vida, duplicará o tamanho e passará a pesar em torno de 800g. “Considerando-se que não há formação de novas células nervosas nesse período, pode-se concluir que esse crescimento se deve à formação de novas ligações” (COSENZA; GUERRA, p. 33). Assim, de acordo com esses autores, é a formação de novas conexões sinápticas que permitem o aparecimento de novas capacidades.

**Item 2 - *Se as sinapses representam a atividade cerebral, e os padrões de atividade aumentam quando aprendemos, “isso significa que a aprendizagem se dá pelo crescimento de novas sinapses ou pelo fortalecimento ou enfraquecimento de sinapses já existentes”.***

**Comentários sobre o item** - Considerando que “conhecimento” produz ativação de neurônios e, portanto, padrões de atividade, isso significa que a aprendizagem promove novas sinapses ou o enfraquecimento/fortalecimento de sinapses já existentes. Já se tem evidências que ambos os mecanismos coexistem no cérebro jovem. Em cérebros mais maduros prevalece a segunda opção. A ocorrência de novas conexões entre neurônios (sinapses) é conhecida como sinaptogênese. Este processo varia ao longo da vida, de acordo com diferentes períodos de crescimento para diferentes regiões do cérebro, dependendo da experiência (OCDE, 2003). A Figura 7 é uma representação das respostas ao item 2.

**Figura 7: Resultados referentes ao item sobre a atividade cerebral por meio de sinapses (item 2)**



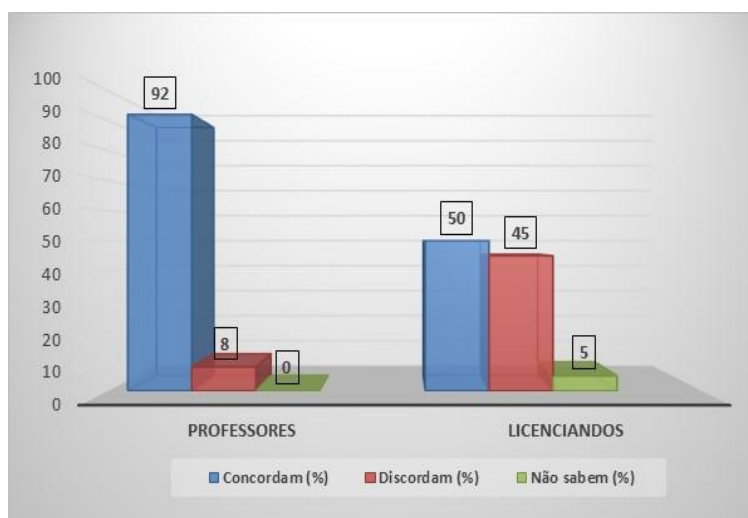
Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 2** – Por meio deste item, pretendeu-se avaliar os conhecimentos dos dois grupos pesquisados a respeito do crescimento de novas sinapses relacionadas à aprendizagem. Observa-se que a 0 dos licenciandos (65%) concorda com a afirmação apresentada, mostrando conhecimento sobre o tema. Entretanto, 30% dos licenciandos discordam da afirmação, valor que é o dobro do apresentado para o grupo de professores (15%). Isso pode ser interpretado como falta de conhecimento sobre o tema por parte dos licenciandos, quando comparados aos professores.

**Item 3 - Como as pessoas aprendem? O que acontece no cérebro quando adquirimos conhecimento? “Hoje, os cientistas estão começando a entender como o cérebro jovem se desenvolve e como o cérebro maduro aprende”. O cérebro mostra “plasticidade”, isto é, capacidade de aprender ao longo da vida do indivíduo.**

**Comentários sobre o item** - A Neurociência Cognitiva, por meio de neuroimagens funcionais, tem revelado essas questões, ajudando a compreender melhor o funcionamento do cérebro quando aprende. Dados coletados cientificamente apontam que o cérebro tem “plasticidade”, quer dizer, capacidade de se desenvolver e se adaptar, desde o nascimento até a morte. Assim, podemos concluir que nunca é tarde para novos conhecimentos. A Figura 8 é uma representação das respostas ao item 3.

**Figura 8: Resultados referentes ao item que trata da plasticidade cerebral (item 3).**



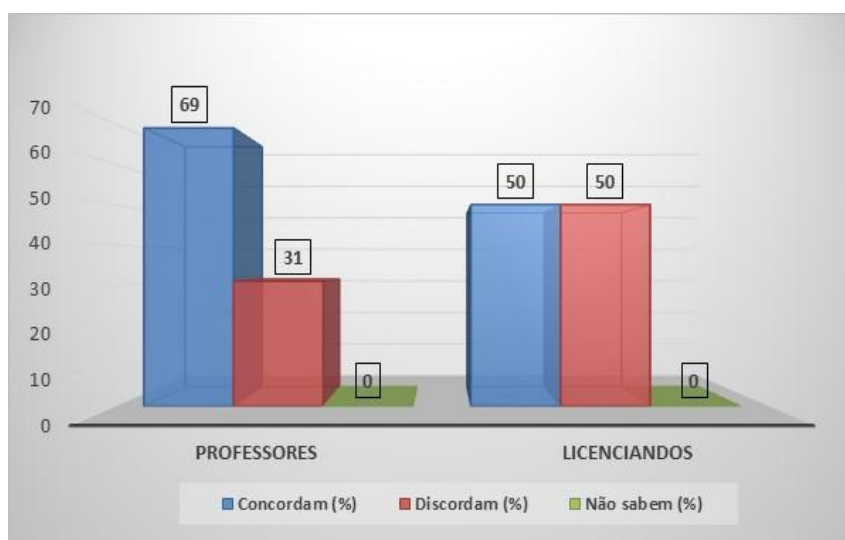
Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 3** - A maioria dos professores concorda plenamente com a capacidade de aprender ao longo da vida do indivíduo. Por outro lado, menos da metade dos licenciandos (45%) discorda dessa afirmação. Esse resultado sugere que a experiência docente pode ter contribuído para o domínio desse conhecimento e que são necessários vários anos de prática docente para compreender o que a Neurociência Cognitiva denomina “plasticidade cerebral”.

*Item 4 - Diferentes partes do cérebro desempenham diferentes tarefas de processamento de informações. Tarefas complexas, como a adição ou o reconhecimento de palavras, dependem da ação coordenada de várias redes neurais especializadas.*

**Comentários sobre o item** - Na espécie humana, o cérebro sofreu uma evolução que se sobrepôs a uma estrutura inicial encarregada de coordenar funções primitivas como respiração, digestão e alguns movimentos voluntários. Assim, uma nova estrutura, denominada córtex, é o que diferencia o humano de outras espécies. O Córtex é o local onde se encontra a maior parte dos neurônios, organizados em redes interligadas, especializadas no processamento específico de informações (OCDE, 2003).

**Figura 9: Resultados referentes ao item sobre redes neurais especializadas (Item 4)**



Fonte: Organizado pela autora.

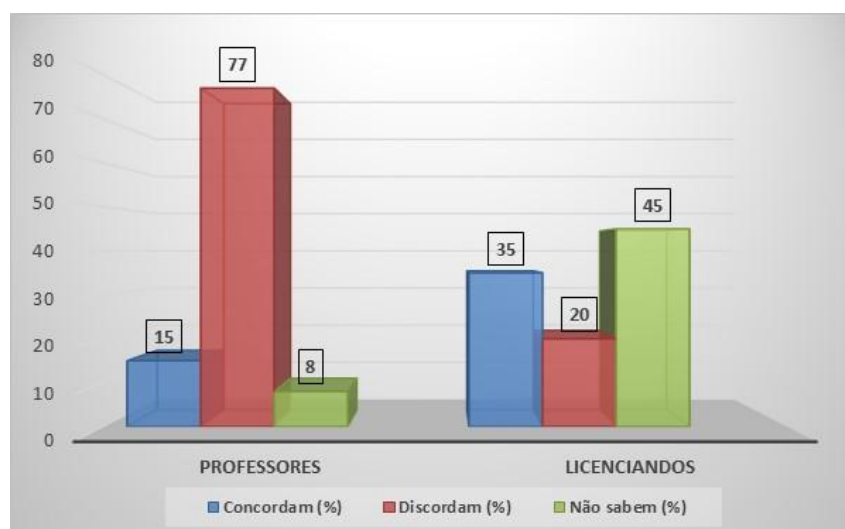
**Análise das respostas ao item 4** - Neste item, afirma-se que há partes do cérebro encarregadas de desempenhar diferentes tarefas de processamento de informações. As

respostas analisadas revelam que a maioria dos professores (69%) concorda com essa afirmação, demonstrando conhecer a existência de redes neurais especializadas. Por outro lado, somente a metade dos licenciandos concorda com a afirmação, mostrando que a outra metade não tem domínio sobre o tema, provavelmente devido à ausência desse assunto durante os estudos em sua formação docente em cursos de licenciatura.

**Item 5 - “Não há dois cérebros iguais, existem diferenças individuais significativas de tamanho, mas também – o que é mais importante – no número de neurônios encarregados de determinadas funções [...]”. Essas diferenças também estão relacionadas ao gênero, mulheres têm menos neurônios do que homens.**

**Comentários sobre o item** - A citação menciona que não há dois cérebros iguais e afirma haver diferenças também relacionadas ao sexo biológico. De acordo com a neurocientista Suzana Herculano, há diferenças sobre isso. Em média, o cérebro masculino é 10% mais pesado que o feminino e possui 4 bilhões de neurônios no córtex, além do das mulheres. Nessa questão, chama a atenção a variabilidade das respostas dos licenciandos, que somente não marcam a opção “Sou indiferente” (SIN), e apresentam o maior escore (45%) na opção, que expressa não saber responder (NSR). Por outro lado, os professores, em sua maioria, discordam desta informação (77%), mostrando desconhecimento sobre o tema.

**Figura 10: Resultados referentes ao item que trata da relação entre número de neurônios e sexo biológico (item 5)**



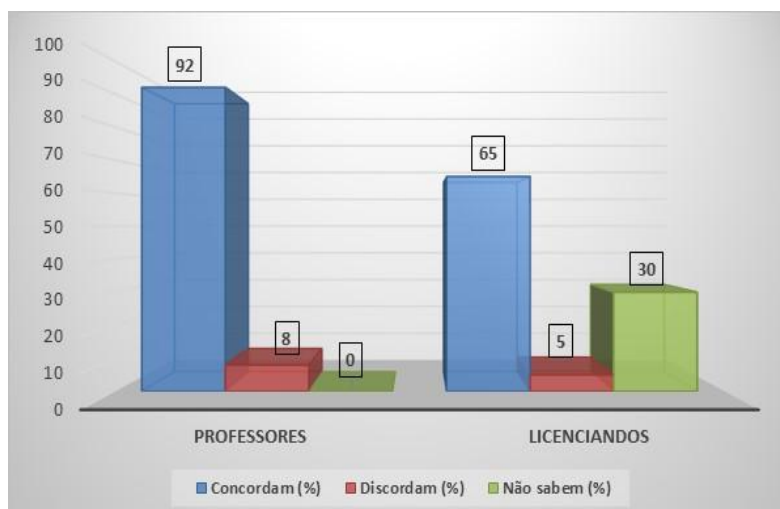
Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 5** - As respostas dos licenciandos revelam não saberem responder ao item ou podem ter preferido não se posicionar ante ao enunciado que afirma haver diferenças entre o cérebro de pessoas do sexo feminino se comparadas ao sexo masculino. Provavelmente, esse posicionamento se deve a que, ainda, se relacione baixo número de neurônios com falta de inteligência, o que, na prática, não se verifica. Na realidade, um estudo dinamarquês realizado pela cientista Bente Pakkenberg em 1997 e publicado no *Journal of Comparative Neurology* concluiu que, de fato, os homens têm mais neurônios do que as mulheres. De acordo com a cientista Suzana Herculano-Houzel (2002), mulheres têm em média 19 bilhões de neurônios no córtex e homens 23 bilhões. O estudo de Pakkenberg também confirma que há um declínio na quantidade de neurônios relacionado à idade e que, segundo a cientista, se comparamos o cérebro de um homem saudável de 90 anos ao de uma moça de 20 anos, ainda o primeiro terá mais neurônios, embora possamos questionar quem levará vantagem em testes de memória ou raciocínio. Assim, ter 4 bilhões de neurônios a mais, não significa ter mais inteligência.

**Item 6** - *“Dentro do cérebro humano, há um conjunto de estruturas coletivamente conhecidas como sistema límbico. Esta região do cérebro é denominada como ‘cérebro emocional’”. Quando esta região é afetada por tensão ou medo, o discernimento social e o desempenho cognitivo ficam comprometidos.*

**Comentários sobre o item** – O texto aborda a influência das emoções, como tensão ou medo, no desempenho cognitivo. Nesse quesito, procurou-se conhecer se entre os pesquisados existe a compreensão que os cientistas estão começando a perceber. As descobertas indicam que há conexões entre a parte do cérebro que processa as emoções e o córtex frontal, local onde se processa a aprendizagem. Assim, em caso de medo ou perigo, essas conexões ficam bloqueadas e direcionadas exclusivamente para a sobrevivência. Dessa forma, o desenvolvimento da aprendizagem poderá ficar comprometido.

**Figura 11 - Resultados referentes ao item que trata do cérebro emocional (item 6)**



Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 6** - A partir da análise deste item, é possível concluir que a maioria dos participantes da investigação reconhece a influência das emoções no desenvolvimento cognitivo e social. Entretanto, surpreende que 30% dos licenciandos manifestem não saber responder, sugerindo que os estudantes não consideram que emoções como raiva, medo ou prazer são processos cerebrais que respondem a estímulos internos ou externos e se encontram profundamente entrelaçados com os processos cognitivos.

Em contraste, a maioria dos professores (92%) afirma que compreende que as emoções têm grande influência na nossa existência e na aprendizagem. Isso revela que em momentos de grande carga emocional, essas podem controlar processos motivacionais e influenciar na consolidação da memória. O estresse e a ansiedade prolongados dificultam ou impedem a aprendizagem.

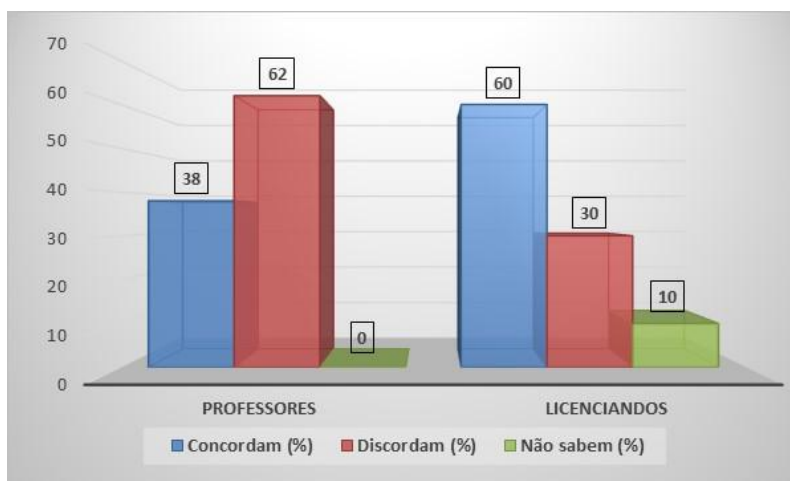
**Item 7 - “Haverá problemas de comunicação entre neurocientistas e educadores, pois são duas comunidades que não compartilham um vocabulário profissional comum: aplicam diferentes métodos e lógicas, exploram diferentes questões, perseguem objetivos diferentes”.**

**Comentários sobre o item** – Essa afirmação refere-se à problemática causada pelas especificidades existentes entre as comunidades de neurocientistas e de educadores. Conhecer as opiniões de professores e licenciandos, relacionadas aos desafios que



impedem uma comunicação produtiva entre as áreas, pode representar um caminho para evitar prejuízos práticos causados pela falta de integração.

**Figura 12 - Resultados referente ao item que trata da comunicação entre neurocientistas e educadores (item 7)**



Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 7** - A esse respeito, a maioria dos licenciandos (60%) opina que haverá dificuldades para construir um diálogo produtivo entre neurocientistas e educadores. Isso pode estar relacionado com a divulgação das informações científicas que geralmente demandam o domínio de outro idioma, de modo a conter termos complexos da área, o que pode tornar os conhecimentos de difícil compreensão.

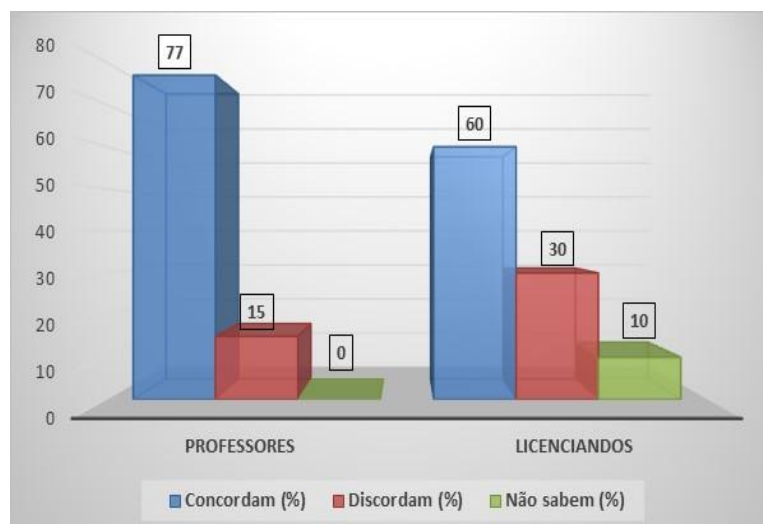
Entretanto, 62% dos profissionais da educação manifestam discordar dessa asseveração, provavelmente por ter vivenciado as contribuições de outras áreas advindas da pesquisa em saúde, como psicologia, psiquiatria, neurologia e outras bem aceitas para a resolução de problemas, tendo superadas as dificuldades de comunicação.

**Item 8** - *“Nas próximas décadas, temos boas possibilidades de desvendar a natureza da memória e da inteligência [...]. Quando atingirmos esse objetivo, seremos capazes de reassentar nossa prática educativa sobre uma sólida teoria de aprendizagem”.*

**Comentários sobre o item** - Ao propor esse item, objetivou-se saber a opinião dos pesquisados em relação à criação de um novo modelo de sociedade de aprendizagem. O interesse central da afirmação consiste em conhecer a valorização dos conhecimentos neurocientíficos para os profissionais da educação. Nesse sentido, conhecer o que

realmente acontece, quando o aprendizado ocorre, pode promover mudanças revolucionárias, criando novas teorias, descontinuadas do modelo atual ou reformadoras, com a adaptação gradual dos modelos existentes (OCDE, 2003).

**Figura 13: Resultados referentes a novas teorias de aprendizagem (item 8)**



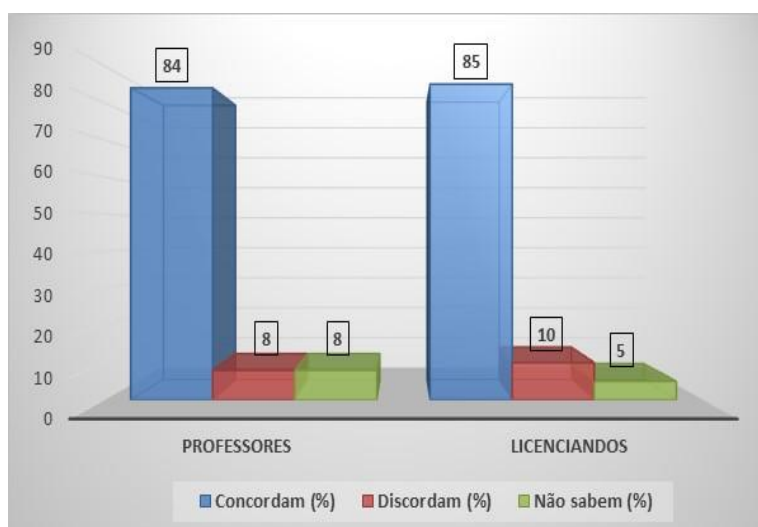
Fonte: Organizado pela autora

**Análise das respostas ao item 8** – Os dados analisados mostram que, em sua maioria, os professores e os licenciandos concordam com a possibilidade de novas práticas educativas a partir de novos conhecimentos do funcionamento cerebral. Isso pode ocorrer por perceberem que há necessidade de mudança na abordagem pedagógica, indicando que o conhecimento dos processos de memória e aprendizagem, trazidos pela Neurociência Cognitiva, pode apontar para algumas soluções. Entretanto, 30% dos licenciandos e 15% dos professores discordam da ideia de criar uma nova teoria de aprendizagem. Esse posicionamento pode ser interpretado como o reconhecimento de que as mudanças, embora necessárias, podem ocorrer de forma gradual, adaptando os modelos e padrões atuais às exigências do novo século.

**Item 9** - *“Algumas pessoas preferem aprender com os olhos, outras como os ouvidos e outras ainda por meio do toque e das sensações” Indivíduos aprendem melhor quando recebem as informações na sua forma preferida de aprender (visual, auditiva, cinestésica).*

**Comentários sobre o item 9** – Neste item, são abordadas concepções firmemente arraigadas no contexto escolar, que classificam os estudantes de acordo com a sua preferência ao receberem as informações que irão aprender. Para esta pesquisa, essa afirmação foi considerada um neuromito por não haver estudos conclusivos que a confirmem. Ao contrário, existem estudos que indicam que mesmo os indivíduos que preferem aprender com os olhos, chamados visuais, não demonstraram melhor qualidade de aprendizagem, mesmo priorizando esse estilo de apresentação das informações (COFFIELD *et al.*, 2004).

**Figura 14: resultados referentes a diferentes estilos de aprendizagem (item 9)**



Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 9** – Considerando as opiniões dos dois grupos pesquisados, observa-se que a ampla maioria concorda com a afirmação apresentada. Nesse sentido, observa-se uma tendência profundamente influenciada pela divulgação de muitos artigos/trabalhos que definem diferentes estilos de aprendizagem, afirmando haver a necessidade de priorizar os estilos conforme a característica de cada aprendiz.

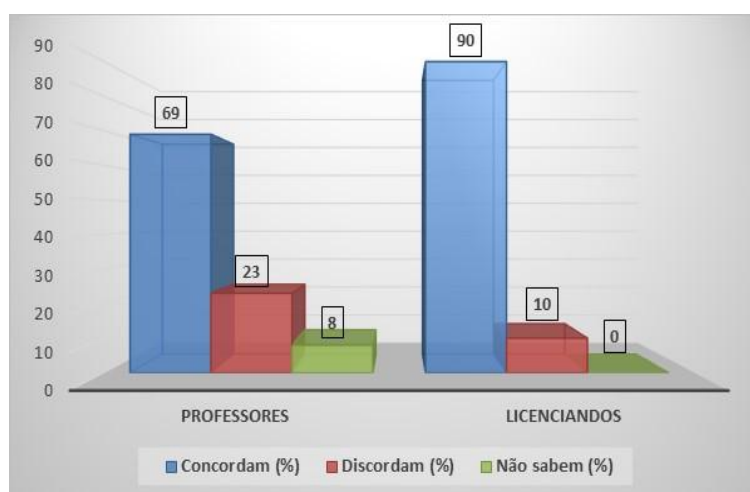
Em particular, acredita-se na necessidade de novos estudos para poder-se corroborar essas informações, mas, como comentado anteriormente, nesta pesquisa, a aprendizagem é um processo complexo que pode ser influenciado por outros fatores como confiança, motivação, adequação ao ambiente de ensino, interação com os pares, não se limitando unicamente à forma como são apresentadas as informações.

**Item 10 - “Costuma-se afirmar que o hemisfério direito do cérebro é criativo e o hemisfério esquerdo é lógico, levando as pessoas a afirmar que os artistas são orientados pelo lado direito e os matemáticos pelo lado esquerdo”. Diferenças na dominância de hemisférios cerebrais podem explicar diferenças entre estudantes.**

**Comentários sobre o item** – Esse neuromito pode ter sido originado no século XIX, quando o vienense Franz Gall afirmou que diferentes habilidades mentais, melhores ou piores, poderiam ser explicadas pelo desenvolvimento da área do cérebro responsável por elas (HERCULANO-HOUZEL, 2002). Outro fato que pode ter contribuído para a propagação dessa ideia foi uma das medidas realizadas no cérebro de Einstein. O achado revelava que o lado esquerdo parecia ser 50% maior do que o direito, logo esse fato justificaria as habilidades matemáticas e de visualização espacial do cientista. Por outro lado, o neurólogo John Hughling Jackson (1882) foi o primeiro a sugerir a diferenciação de funções dos hemisférios cerebrais, cabendo ao lado direito a relação com as emoções.

Esses conceitos foram generalizados e persistem até hoje, embora tenha sido comprovado que cada hemisfério apresenta algumas especializações, e ambos trabalham em conjunto durante a aprendizagem.

**Figura 15: Resultados referentes à dominância de hemisférios cerebrais (item 10)**



Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 10** – Nesse caso, a oposição do hemisfério cerebral (direito ou esquerdo) relacionada às características individuais é uma ideia amplamente

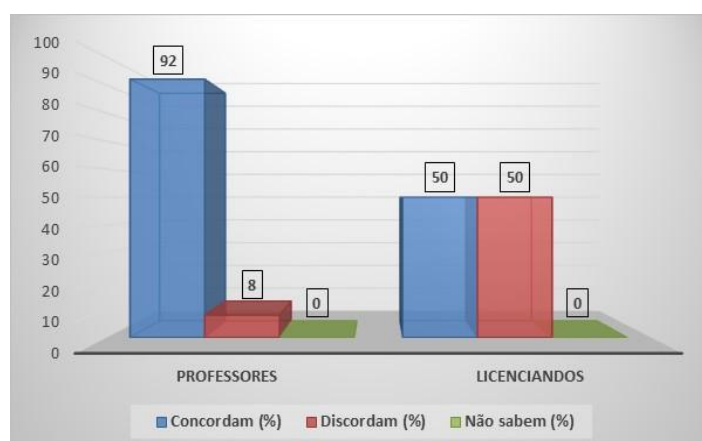
aceita pela maioria dos licenciandos (90%). Entre os professores, embora 69% concorde com a afirmativa apresentada, há uma pequena percentagem que reconhece não saber, e até discordar, mostrando a importância de esclarecer esses assuntos, ainda durante a formação docente, pois esses conceitos podem se perpetuar durante toda a carreira do educador.

**Item 11 - “A aprendizagem com base na experiência ocorre quando o cérebro encontra uma experiência importante no momento apropriado, o período receptivo. Há um período receptivo nos primeiros anos da infância”.**

**Comentários sobre o item** - Durante o Fórum, que teve lugar em Nova York no ano 2000, organizado pela OCDE, os principais temas foram a plasticidade e a periodicidade do cérebro. Os relatórios do evento indicam que, embora o cérebro permaneça em constante adaptação durante toda a vida, existem períodos receptivos para certas aprendizagens, como, por exemplo, a de uma segunda língua. Pesquisas apontam que quanto mais cedo se apresentem os conceitos gramaticais, mais fácil e mais rápida será a aprendizagem. Entretanto, o cérebro continua a ser receptivo a novas informações semânticas ao longo da vida.

Os períodos receptivos mencionados podem ocorrer apenas durante certas fases do desenvolvimento, necessitando de um ambiente apropriado e estratégias pedagógicas adequadas para o melhor aproveitamento.

**Figura 16: Resultados referentes aos períodos receptivos na infância (item 11)**



Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 11** - Os resultados indicam que os professores concordam com a afirmação de que há momentos mais receptivos na infância para

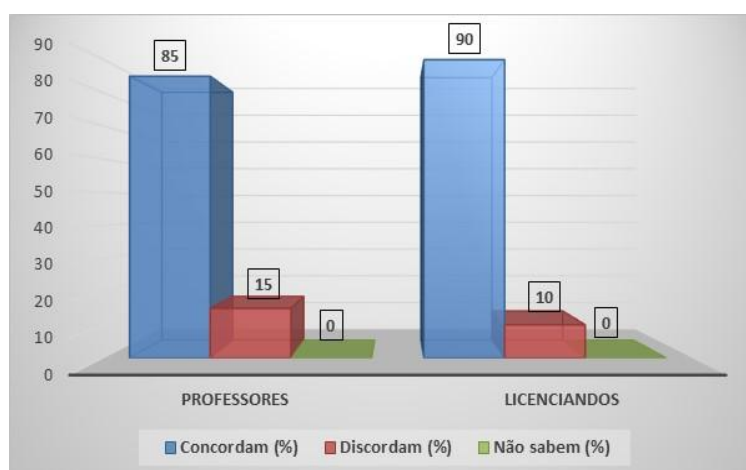
determinadas aprendizagens. Talvez isso ocorra, por terem aprendido na prática as vantagens de oferecer experiências adequadas de acordo com a receptividade dos estudantes.

Por outro lado, entre os licenciandos, as opiniões dividem-se. Isso pode ocorrer pois há dúvidas nesse grupo. Mesmo que a ideia de plasticidade cerebral esteja muito difundida, parte dos licenciandos parece pensar que a aprendizagem independe da idade.

***Item 12 - “Ambientes educacionais enriquecidos aceleram fundamentalmente a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral”.***

**Comentários sobre o item** - Este item foi considerado neuromito por não existirem evidências consistentes que provem a relação entre ambientes enriquecidos com multiplicidade de estímulos e o posterior desenvolvimento da capacidade de aprendizagem (OCDE, 2003). Para a Neurociência Cognitiva, o estímulo deve ser um instrumento facilitador da aprendizagem na medida em que contribui para o sucesso da superação de desafios, resultando no aumento da motivação, do pensamento crítico e da complexidade do processo. Conseqüentemente, resulta ineficiente saturar o aprendiz com excesso de estímulos que podem se transformar em desafios insolúveis e, portanto, levar ao desinteresse e à baixa autoestima do estudante.

**Figura 17: Resultados referentes a ambientes educacionais enriquecidos (item 12)**



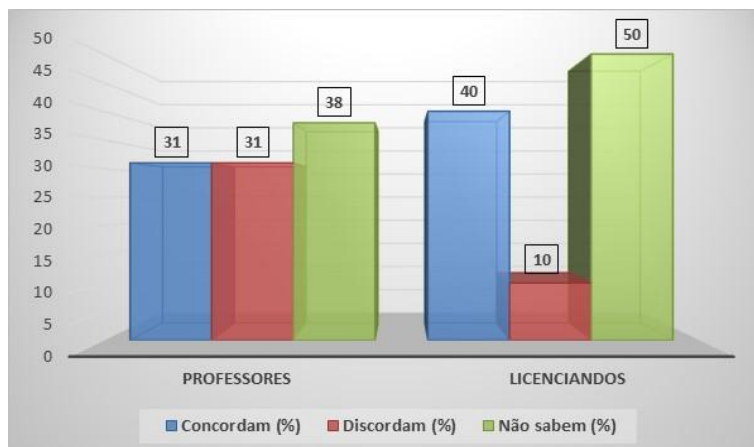
Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 12** – Este resultado pode ser entendido como o desdobramento da condição que confunde tanto licenciandos como professores.

Pesquisas têm demonstrado que a estimulação ambiental é importante para o desenvolvimento do sistema nervoso, no entanto, não está claro se é vantajoso o bombardeio precoce de muitas informações ambientais. Durante muito tempo, os resultados de experimentos com animais permitiram concluir que um ambiente com muitos estímulos favorece a plasticidade cerebral destes animais. De acordo com a OCDE (2003), seriam necessárias mais pesquisas para definir o que são ambientes enriquecidos no ambiente escolar. Esse resultado pode estar vinculado à situação em que o ambiente acadêmico está imerso atualmente, no qual os métodos tradicionais já não são eficientes para a aprendizagem, levando os docentes a acreditarem que devam ser feitas adaptações de acordo com as exigências do mundo moderno, repleto de estímulos e novidades que surgem vertiginosamente.

*Item 13 - Para que o sistema nervoso estabeleça a função atenção, é necessário o envolvimento de grandes áreas do encéfalo. Nestas áreas, grupos bem definidos de neurônios selecionam informações sensoriais que chegam, eliminando ou diminuindo, algumas e concentrando-se em outras, promovendo a atenção seletiva.*

**Comentários sobre o item** – Atenção é importante função mental para a aprendizagem, pois determina a informação que será processada e eventualmente aprendida. Ela é mobilizada pelo que é muito novo e pelos esquemas mentais formados pelas experiências individuais. Dessa forma, toda informação sensorial que entra no sistema é avaliada para detectar a sua relevância para a sobrevivência e importância dos dados de acordo com experiências vivenciadas. Sendo assim, dificilmente o estudante prestará atenção em informações sem contextualização, que não tenham relação com seu cotidiano, ou que não sejam relevantes (significativas). Por essas razões, o trabalho do educador pode ser mais eficiente se conhece como se estabelece o funcionamento cerebral atencional, de modo a promover abordagens mais eficazes (COSENZA, GUERRA, 2011).

**Figura 18: Resultados referentes à promoção da atenção seletiva (item 13)**

Fonte: Organizado pela autora.

**Análise das respostas ao item 13** – Os resultados mostram que a metade dos licenciandos (50%) e 38% dos professores explicitam não saber como se estabelece a atenção seletiva desde o ponto de vista neurobiológico. Desse modo, podem desperdiçar o manejo do ambiente escolar, minimizando elementos distratores e estimulando um clima que permita o envolvimento ativo dos estudantes em dinâmicas em que não sejam meros espectadores. Esses valores se tornam relevantes, se somados aqueles que discordam dessa afirmação, que está baseada em evidências científicas. Isso explica porque os estudantes, ávidos por novidades, ficam desinteressados em salas de aula que contêm estímulos previsíveis e repetitivos.

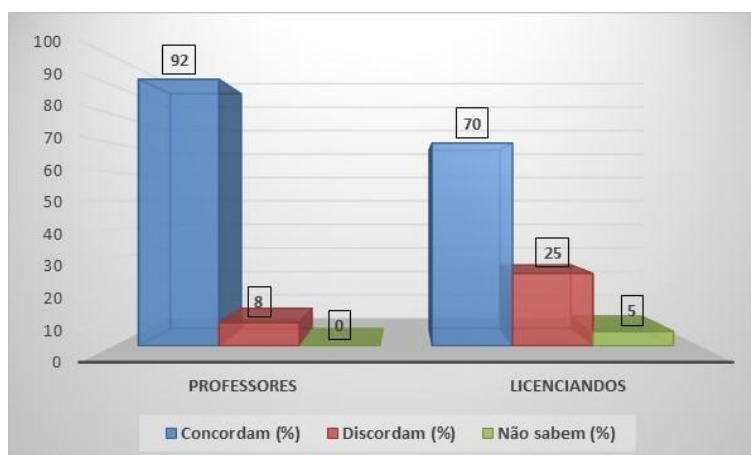
**Item 14 - “Com as recentes pesquisas, os neurocientistas estão se tornando capazes de demonstrar que o processo emocional pode ajudar ou atrapalhar o processo educacional”. Um vínculo emocional entre o professor e o estudante afeta a memória?**

**Comentários sobre o item** – Por meio deste item, procurou-se conhecer a importância em relação ao processo emocional e afetivo desenvolvido nas salas de aula, manifestada pelos dois grupos investigados. Nesse sentido, sob certas circunstâncias, as emoções podem intensificar a memória por meio da produção de hormônios que estimulam a região do cérebro encarregada do processamento e retenção de um evento (SOUSA, 2002).



Na sala de aula é relativamente fácil identificar que o conhecimento afetivo requer ações cognitivas e, ao mesmo tempo, ações cognitivas exigem perspectivas afetivas. Portanto, há necessidade da aceitação da interação dos dois processos que apontam caminhos para a compreensão mais completa do ser humano.

**Figura 19: Resultados referentes à relação entre emoção e memória (item 14)**



Fonte: Organizado pela autora

**Análise das respostas ao item 14** – Na opinião da maioria dos professores (92%) e dos licenciandos (70%), as emoções têm grande influência na aprendizagem, por envolver a atenção e a memória. De uma maneira intuitiva, os participantes percebem que existe uma integração de sistemas cognitivos e afetivos, reconhecendo que os estímulos emocionais recebidos do ambiente imprimem e reforçam fortes laços com a memória. Esse reconhecimento indica que, para os dois grupos investigados, o sucesso da aprendizagem está também relacionado à memorização, ao contexto de sala de aula, à atitude do professor e a fatores relacionais e ambientais.

De maneira genérica, a partir da análise dos dados, foi constatada uma concentração de opiniões que valorizam os saberes neurocientíficos no contexto educacional. Assim como há uma tendência a uma avaliação negativa do modelo de atividade escolar focado na memorização sem contextualização e no condicionamento por repetição. Havendo também uma tendência favorável a pensar em novas práticas educativas a partir de novos conhecimentos do funcionamento cerebral.

## 6.2 Análise e Discussão dos dados qualitativos

Para esta etapa da investigação, foram analisadas entrevistas realizadas com seis licenciandos, sendo dois de cada componente curricular (Biologia, Física e Química) da área de Ciências da Natureza das IES participantes. Esses licenciandos estavam cursando o último semestre da graduação. Também foram entrevistados três professores da Educação Básica, sendo, respectivamente, de Biologia, Física e Química.

As entrevistas foram realizadas após a aplicação do questionário. Assim, algumas aprendizagens podem ter ocorrido na primeira etapa e influenciado nas entrevistas.

As entrevistas foram fragmentadas em unidades de sentido, conforme descrito no capítulo da metodologia, que trata da ATD. Posteriormente, as unidades de sentido foram agrupadas por semelhanças ou aproximações, dando lugar às categorias iniciais, intermediárias e finais.

A seguir são apresentados os resultados dessa análise a partir da construção de metatextos das categorias emergentes para cada grupo investigado.

### 6.2.1 Análise das entrevistas dos licenciandos

Como resultado da análise das entrevistas dos participantes licenciandos, emergiram três categorias finais: *Os licenciandos valorizam a Neurociência Cognitiva; Os licenciandos desconhecem os conceitos de Neurociência Cognitiva; Os licenciandos apresentam dificuldades que poderiam estar associadas à Neurociência Cognitiva.* A seguir, são detalhadas as categorias encontradas, destacando em itálico as citações dos investigados para diferenciar das citações de autores.

### 6.2.1.1 Categoria 1 – Os licenciandos valorizam a Neurociência Cognitiva

Em relação a esta categoria, evidencia-se certo entusiasmo dos participantes, no que se refere às contribuições da Neurociência Cognitiva para a educação. Todos os licenciandos envolvidos na investigação **valorizam os conhecimentos de Neurociências** e reconhecem que os fundamentos neurobiológicos dos processos de ensino e aprendizagem podem ser uma ferramenta útil na formação inicial do educador. Essa disposição está evidente no desejo de aprender sobre esse tema, como, por exemplo, expressa o Participante 1: *“Considero importante que esse tipo de informação seja acessível para os docentes e para as escolas (instituições escolares e universidades) de forma a pensar ações que integrem esses conhecimentos na prática docente”*. Essa mesma opinião é confirmada pelo Participante 2:

*Seria interessante entender esta relação entre cérebro e aprendizagem, especialmente direcionada para a licenciatura [...]. Acho que ajudaria bastante, embora cada cérebro seja único, conhecer o mecanismo do funcionamento do cérebro durante a aprendizagem seria proveitoso.*

Nesse sentido, de acordo com Guerra (2011, p. 7), a inclusão das descobertas neurocientíficas nos cursos de formação de professores “proporcionará nova e diferente perspectiva da educação e de suas estratégias pedagógicas”, colaborando para a compreensão dos perfis sociais e psicológicos dos estudantes.

Outrossim, os envolvidos na pesquisa, que de forma autônoma procuraram saber mais sobre o tema neurociências, alguns motivados pela participação em resposta ao questionário apresentado por esta pesquisa, entendem que **educadores com conhecimentos neurocientíficos melhoram as suas práticas**, porque sentem-se estimulados a comentar sobre suas ações, conforme a manifestação do Participante 3: *“Logicamente, fiquei estimulado a refletir sobre o que estava acontecendo nas minhas aulas e busquei alternativas de abordagens com mais consciência do processo cognitivo”*.

Sem dúvida, existem evidências dos aportes da neurociência na prática educacional (HERCULANO-HOUZEL, 2005; KOIZUMI, 2004; GARDNER, 2007). Contudo, há entraves que dificultam a comunicação entre ambas esferas, reforçando a necessidade de criar interfaces que possam trazer benefícios a uma e outra área do

saber, mantendo um fluxo de informações que construa *um diálogo desejável entre neurociências e educação*. Isso fica evidente no enunciado do Participante 3:

*Nesse sentido, me chamou a atenção a pergunta do questionário que descreve a dificuldade de comunicação ente pesquisadores neurocientíficos e professores. Acho que a dificuldade vai além da linguagem. São duas áreas que não trabalham juntas. Acho que deveríamos nos organizar para melhorar esses aspectos.*

Recentemente, em relatório do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos sobre pesquisa científica em educação, apresentado por Bransford, Brown e Cocking (2007), foi enfatizada a importância de se constituir uma comunidade composta por educadores, psicólogos cognitivos, neurocientistas cognitivos e formuladores de políticas educacionais com a finalidade de criar um campo de interação que possibilite a elaboração de currículos baseados na atividade cerebral, o que também é proposto no relatório anual da OCDE (2003).

Nesse contexto, integrantes dessa comunidade terão melhores condições de resolver os desafios filosóficos que surgem entre as áreas da educação e neurociências, sendo que, de acordo com Tokuhamas-Espinosa (2008), não há ponte segura entre as duas áreas. Assim, é necessária a construção de uma linguagem mediadora que esclareça as descobertas científica e sua real possibilidade de aplicação na educação.

Resumindo, da análise realizada nesta categoria, depreende-se que os licenciandos valorizam os conceitos da Neurociência Cognitiva para a prática docente, principalmente, alguns identificados pelos participantes no questionário respondido no início da investigação. Paradoxalmente, identifica-se desconhecimento desses conceitos por parte dos licenciandos, o que é tratado na categoria a seguir,

#### ***6.2.1.2 Categoria 2 - Os licenciandos desconhecem os conceitos de Neurociência Cognitiva***

Nesta categoria, são destacadas as opiniões dos licenciandos quando questionados a respeito da abordagem de temas relacionados à Neurociência Cognitiva, durante sua formação. Nessa perspectiva, todos os participantes declaram não ter recebido orientações, nem ter realizado estudos no sentido de contribuir para a

compreensão e significação desses conceitos, conforme referem os participantes a seguir:

*Até agora não tive nenhuma abordagem nesse sentido. Ao trabalhar com docência, trabalhamos com aprendizagem, se o centro da aprendizagem é o cérebro, deveríamos saber como ele funciona quando aprende (Participante 2).*

*Durante o curso, não tivemos nenhuma disciplina desse tipo, nada, a gente tem disciplinas de anatomia e fisiologia cerebral, só que não é abordado o tema aprendizagem (Participante 4).*

*Durante a graduação, não tivemos nenhuma disciplina que mencionasse a utilização de conceitos neurocientíficos na prática docente (Participante 5).*

*Já ouvi falar em Neurociência, mas não com uma definição formal. Um colega que participou de um curso no exterior, me recomendou pesquisar sobre essa matéria. (Participante 6)*

A aplicação da neurociência na escola é recente, embora a origem dessa ciência tenha ocorrido há vários séculos e seus conhecimentos continuam sendo produzidos aceleradamente. Talvez, em virtude dessa recente relação entre neurociência e educação, a difusão desses conhecimentos para a sala de aula ainda seja incipiente. Mesmo aqueles licenciandos, que por conta própria buscaram apropriar-se das teorias que embasam os princípios citados, declaram que **faltam conhecimentos sobre como usar os conceitos de neurociência na sala de aula**, apesar do reconhecimento da sua importância. Sobre isso, expressam os participantes a seguir:

*Reconheço que apesar de ter promovido algumas mudanças, ainda faltam conhecimentos e formação prática que me estimulem a fazer câmbios mais eficazes. Falta formação (Participante 1).*

*Acredito que aprender como aplicar os princípios neurocientíficos ampliaria o leque de possibilidades com novas estratégias metodológicas. (Participante 6)*

Os avanços das técnicas de neuroimagem e eletrofisiologia possibilitaram uma abordagem mais científica dos mecanismos envolvidos durante o processo de aprendizagem (BRANSFORD; BROWN; COCKING, 2007). Essas descobertas ultrapassaram os nichos científicos e houve grande divulgação mediada por veículos de comunicação, mas nem sempre fidedignos aos resultados científicos.

Consequentemente, sem a adequada e responsável popularização da ciência, o público interessado nas descobertas, entre eles educadores e licenciandos, tem ao seu alcance tanto informações esclarecedoras e confiáveis quanto inferências e conclusões equivocadas. Assim, licenciandos referem que **usam informações não científicas**

**sobre neurociências** ou sem compromisso ético e científico divulgadas em jornais, revistas, livros, entre outros. A declaração do Participante 6, por exemplo, confirma esta afirmação: *“As informações que possuo são provenientes de outras fontes, como revistas, destaques no noticiário televisivo, algum ou outro vídeo, somente por curiosidade minha”*. Do mesmo modo, o Participante 2 reafirma: *“A minha curiosidade sobre o assunto se iniciou com um vídeo que ensinava algo chamado “ginástica cerebral”. Procurei em sites e assisti outros vídeos, achei confuso e subjetivo”*.

Em alguns casos, a importância atribuída pelos licenciandos em relação aos diversos focos da inserção da Neurociência Cognitiva no contexto educacional está relacionada com a necessidade da superação de dificuldades escolares decorrentes de alterações que obstaculizam o processo de instrução. Desse modo, alguns licenciandos **associam Neurociência Cognitiva com deficiência ou transtorno de aprendizagem**, como mostra, por exemplo, o depoimento do Participante 3: *“Tenho interesse em saber o que se considera normal e o que se considera um transtorno de aprendizagem. O que é uma dificuldade de aprendizagem própria da tarefa mais complexa, e como distingui-la de uma síndrome”*.

Para Gonchoroski et al. (2014), essa associação tem origem nas primeiras descobertas da neurociência, que continham informações advindas de pesquisas em saúde, associadas ao funcionamento cerebral problemático. Em outras palavras, por muito tempo se estudou mais o funcionamento cerebral com disfunções, resultando em pesquisas bem aceitas para superar dificuldades escolares, não necessariamente ligadas ao entendimento do funcionamento normal do processo de aprendizagem. A neurociência ainda estuda em profundidade as disfunções cerebrais que se manifestam em pacientes com comprometimentos orgânicos e cognitivos.

Um dos principais elementos associados ao contato dos licenciandos com os aprendizes na sala de aula relaciona-se à compreensão intuitiva da **interação dos processos cognitivos e emocionais com a aprendizagem**.

Entendem-se como processos cognitivos, aqueles subjacentes à elaboração do conhecimento e, conseqüentemente, diretamente relacionados à aprendizagem. Destacam-se os entendimentos, concepções e dificuldades elencados pelos licenciandos, que relacionam os processos emocionais e cognitivos e suas influências na aprendizagem. Essa compreensão constata-se no depoimento do Participante 1:

*“Pensando bem, não tem como separar o lado emocional dos alunos durante a aula. Todo o envolvimento de vida que eles trazem, certamente influencia na aprendizagem”.* Sob o mesmo ponto de vista, o Participante 2 afirma: *O afeto está presente na vivência da sala de aula e representa uma forma de aproximação e contribui para o estabelecimento da atenção, concentração, memória e aprendizagem.*

Os enunciados revelam ideias aceitas pela Neurociência Cognitiva, mas se percebe que é um conhecimento intuitivo dos estudantes e não construído por meio de estudos acadêmicos.

Emoções como raiva, medo ou prazer são exemplos de processos cerebrais que respondem a estímulos internos ou externos e encontram-se profundamente entrelaçados com os processos cognitivos (GUERRA, 2011).

A emoção tem grande influência na existência e na aprendizagem dos seres humanos. Sabe-se também que, em momentos de grande carga emocional, as emoções podem controlar processos motivacionais e influenciar na consolidação da memória. Contudo, é preciso lembrar que o estresse e a ansiedade prolongados têm efeito contrário aos que favorecem a aprendizagem.

Por tudo isso, as emoções precisam ser consideradas no âmbito escolar, planejando o ambiente de forma a estimular emoções positivas (entusiasmo, envolvimento, curiosidade), que permitam o relaxamento e minimize a ansiedade, com alegria. Esse ambiente intuitivamente favorável é descrito no depoimento do Participante 2: *“Uma vez, levei uma música, eles se divertiram e gostaram. Parece que deu certo. Após algum tempo, lembravam da música e do que foi ensinado naquele contexto.*

Um fato importante a ser considerado é que a região do córtex pré-frontal, região onde ocorre a interação dos processos cognitivos e emocionais, é lento no seu desenvolvimento, pois até a adolescência não está maduro, inclusive na sua capacidade de inibir impulsos (HERCULANO-HOUZEL, 2005). O interessante desse processo é que o cérebro adolescente sofre alterações nesse circuito emocional, aumentando a motivação por novidades, estimulando a experimentação do desconhecido, permeado por momentos de impaciência e oscilações de humor. Esse quadro é compatível com o comentário do Participante 2: *”Sinto que deveria saber mais para lidar com*

*adolescentes. Essa idade é difícil. Lembro de mim nessa idade, estava sempre de mau humor, tudo me incomodava”.*

Considerando a carência de informações relatada pelos licenciandos é perceptível que muitos deles **praticam conceitos de Neurociência Cognitiva sem consciência de que pertencem a esse campo do saber**. Como exemplo, a percepção da tendência gregária dos adolescentes proporcionou organizar atividades com propostas colaborativas, como mencionado pelo Participante 6: *“Quando é possível, proponho trabalhos em grupo, eles conversam, discutem, gritam, mas chegam a elaborar respostas, às vezes, surpreendentes”*. Em outro depoimento, o Participante 5, que no questionário declarou não conhecer o processo seletivo de atenção, manifesta a percepção da seleção de informações a serem processadas pelos estudantes, conforme expressa: *“Em geral, gostam de música e jogos, nesses casos conseguem se concentrar e manter o foco. Parece haver uma atenção seletiva, de acordo com o gosto do aluno.”* (Participante 5).

A importância do conhecimento do processo de atenção implica seleção e direcionamento da informação que irá ser processada, sendo fundamental para articular outros processos cognitivos como motivação e memorização que acionam o sistema de recompensa, liberando neurotransmissores que promovem emoções positivas.

Conhecendo esse processo, fica claro que um ambiente que somente tem estímulos previsíveis e repetitivos diminui a atenção e a atividade cerebral em relação ao ambiente externo. Alguns autores, como Sousa (2002), sustentam que o cérebro está sempre indagando o meio ambiente, em busca de estímulos novos. Sendo assim, no ambiente escolar, se não há algo novo que capte a atenção dos estudantes, o desinteresse se instala, conforme refere o Participante 1: *“Minha maior dificuldade está em manter a atenção dos alunos, que parecem sempre dispersos e sem interesse, desmotivados. Eles gostam de novidades”*.

A partir do conhecimento da função seletiva da atenção, o docente pode reconhecer a necessidade de fazer adaptações na sua abordagem pedagógica, de modo a promover a motivação necessária para ativar o sistema de recompensa promovendo emoções positivas.

Nesta categoria, destaca-se, portanto, o desconhecimento formal e científico dos licenciandos. Entretanto, identifica-se um conhecimento intuitivo, originado,



possivelmente, de reflexões sobre a prática advindas de observações de situações da vida cotidiana. Também, constata-se a falta de estudos com base científica nos cursos de licenciatura.

### ***6.2.1.3 Categoria 3: Os licenciandos apresentam dificuldades que poderiam estar associadas à Neurociência Cognitiva***

De forma geral, as dificuldades relatadas nesta categoria pelos participantes evidenciam que **os licenciandos apresentam dificuldades consigo e com os outros que poderiam estar associadas à Neurociência Cognitiva**. A relevância da formação docente que inclua a neurociência aplicada fica mais importante, considerando que há uma estreita faixa etária entre os licenciandos e os estudantes das escolas em que desenvolvem as atividades, como as de estágio. Assim, em muitos casos, ao serem questionados sobre experiências em sala de aula, relatam as suas próprias vivências como universitários na posição de aprendizes. Desse modo, ao serem questionados sobre os fatores que influenciam o processo de aprender, os participantes respondem:

*Durante as aulas, ainda na minha formação, percebi que aprender é mais do que absorção de conteúdos. Aprender exige o entrelaçamento de funções mentais, cerebrais e orgânicas como suprimento alimentar, representado por glicose e oxigênio, ou seja, nutrição. Mesmo com todas as capacidades bem desenvolvidas, sem adequada nutrição não se garante a aprendizagem.* (Participante 3)

*O que sei está vinculado com a minha própria experiência. Quando estou com fome, sono, estressado por causa de uma prova, ou porque briguei com a namorada, fica difícil aprender. Entendo que há necessidades básicas que precisam estar atendidas prioritariamente para depois abordar outras questões que envolvam aprender* (Participante 5).

*A violência está presente no nosso cotidiano e também no ambiente escolar. Já me senti coagido a me retirar da sala de aula por medo de ser agredido. Um mínimo de segurança é necessário para poder aprender, é básico.* (Participante 6).

Entre as condições básicas a serem atendidas, referidas pelos licenciandos, a que aparece com mais frequência nos depoimentos está vinculada com a sonolência matinal, apresentada nos primeiros períodos de aula, reconhecida como uma dificuldade para a aprendizagem. Nesse sentido, destaca-se o depoimento do Participante 6:

*No primeiro período estão com sono, têm mais dificuldade de se concentrar nas tarefas. Percebo que estão cansados, dormem pouco, depois vai melhorando. Já no último período, tem que ser muito criativo para que se mantenham nos lugares. Ficam agitados.*

Muitas das funções do nosso corpo, tais como sono, respiração, digestão, secreção de hormônios e outras ocorrem em ciclos diários, com picos altos e baixos. Esses ciclos são denominados de circadianos (do latim *cerca de um dia*) (CARSKADON *et al.*, 1998). Os horários desses ciclos estão determinados pela exposição à luz do dia, e acredita-se que estão controlados por aproximadamente 10.000 neurônios situados no sistema límbico (SOUSA, 2002). Um desses ciclos, denominado de psicológico-cognitivo, regula a capacidade de concentração na informação que ingressa ao cérebro e está diretamente influenciado pelo ciclo de sono e vigília. Um estudo desenvolvido por Carskadon *et al.* (1998) demonstrou que em adolescentes esse ciclo inicia-se mais tarde, se comparado a um adulto. Isso explica porque os adolescentes têm mais sono durante a manhã e tendem a ficar acordados até mais tarde da noite.

Considerando que a informação recebida durante o dia é codificada para a memória de longo prazo durante o sono, especificamente durante a etapa do sono REM (*Rapid Eye Movement*)<sup>25</sup>, dormir adequadamente é vital para consolidação da memória. Assim, se durante uma noite de sono normal, entre oito ou nove horas, ocorrem cinco ciclos REM, adolescentes que dormem, entre cinco ou seis horas, perdem ao menos dois ciclos, reduzindo a quantidade de tempo que o cérebro precisa para consolidar a informação. De acordo com Wolfson (2004), essa falta de sono, não somente perturba a função da memória, como também causa irritabilidade, fadiga, depressão e, logicamente, os estudantes acabam dormindo em aula, como relatado no depoimento do Participante 3: *“Tenho dificuldades em mantê-los acordados, especialmente nos primeiros períodos. Lembro que eu também tinha essa dificuldade na escola”*.

Em 21 de março de 2014, foi publicada uma nota jornalística na agência de notícias BBC (British Broadcasting Corporation) do Brasil, cuja manchete anunciava: *“Movimento para atrasar aulas e dar mais horas de sono a alunos ganha força nos EUA”*. Na publicação era mencionada a existência de estudos científicos americanos,

---

<sup>25</sup>O sono R.E.M., ou *Rapid Eye Movement* ("movimento rápido dos olhos"), é o estágio do sono em que os olhos se movem rapidamente e a atividade cerebral é similar àquela que se passa nas horas em que se está acordado.

sugerindo que o horário do início das aulas deveria obedecer ao “relógio biológico dos adolescentes” (CORRÊA, 2014).

A análise desta categoria mostra, prioritariamente, que os licenciandos apresentam dificuldades em tratar as próprias emoções e vinculam estas atribuições com as dificuldades de aprender. Os participantes compreendem, com frequência, pela própria experiência, que existem condições básicas necessárias para o bom funcionamento cognitivo, mas a falta de conhecimentos neurocientíficos, que poderia ajudar a contornar essas dificuldades, está longe dos bancos escolares.

Na análise das entrevistas dos licenciandos, portanto, destaca-se que, mesmo não recebendo nenhuma instrução sobre neurociências no curso de licenciatura, mostram-se receptivos e interessados em conhecer a aplicabilidade de estratégias pedagógicas baseadas em mecanismos neurofisiológicos, por acreditarem ser esta uma ferramenta útil para a melhoria de sua prática.

## **6.2.2 Análise das entrevistas dos professores**

Da análise das entrevistas dos professores, emergiram três categorias finais: *Os professores desconhecem conceitos da Neurociência Cognitiva; os professores evidenciam alguns conhecimentos que podem ser associados à Neurociência Cognitiva; os professores valorizam a Neurociência Cognitiva*

### **6.2.2.1 Categoria 1: Os professores desconhecem conceitos da Neurociência Cognitiva**

Nesta categoria, são analisados os enunciados dos professores quando questionados sobre o seu conhecimento, desenvolvidos, formal ou informalmente, em relação à Neurociência Cognitiva.

Do mesmo modo que os licenciandos, os professores alegam **não ter recebido instruções de como usar os conhecimentos neurocientíficos no dia a dia escolar,**

nem na formação docente. Isso pode ser exemplificado pelo enunciado do Participante P2<sup>26</sup>:

*Durante a graduação não tive nenhuma formação a respeito. [...] O funcionamento cerebral não foi considerado como necessário para entender o aprendizado dos alunos. Embora hoje eu discorde, na época não se relacionava uma coisa à outra.*

Essa ideia é ratificada pelo Participante P3: “*Me formei há 14 anos. Naquela época não se falava em neurociências. Esses termos são recentes e estão causando comentários entre os meus colegas de escola*”.

A falta de informação sobre o funcionamento cerebral causa dificuldades para resolver situações da realidade escolar, conforme citado pelos participantes a seguir:

*No início, eu não sabia distinguir entre um aluno que precisava de mais dedicação porque demorava mais em desenvolver a leitura, e um aluno com problemas de dislexia. (Participante, P2).*

*Ao chegar na escola, me avisaram que naquela turma havia um aluno com dislexia, fiquei sem ação ao entender que me faltava mais conhecimento sobre o distúrbio. (Participante, P3).*

*Alguns alunos, não poucos, não conseguem ler um texto de forma fluente, muito menos escrever um resumo, como saber se é falta de leitura, displicência, ou outro transtorno? (Participante, P4).*

O conhecimento dos processos cerebrais, que podem clarear as dúvidas referidas pelos participantes, provém, na perspectiva dos professores, de conteúdos da Neurociência Cognitiva. De acordo com essa ciência, o cérebro está organizado para possibilitar a leitura e a escrita. No entanto, essas capacidades devem ser aprendidas por meio de dedicação e exercício, ou seja, é necessário estimular circuitos cerebrais especializados para desenvolver essas habilidades. Ao receber a alfabetização, o cérebro sofre modificações adaptativas. Assim, estruturas que ao longo da evolução eram usadas para exercer outras funções são agora recrutadas para processar a linguagem escrita. (PANTANO, ZORZI, 2009).

A decodificação das palavras ocorre por duas vias neurais diferentes, uma delas denominada de fonológica e outra por um reconhecimento global das palavras. Por razões ainda não muito claras, quando não é possível que as rotas neurais completem o reconhecimento grafo-fonológico, podem ocorrer obstáculos no reconhecimento fluente

---

<sup>26</sup> Para diferenciar as citações dos professores, em relação aos licenciandos, passa-se a usar a letra P, antes do número do respectivo participante (P1, P2, P3...).

das palavras, resultando em dificuldades para realizar a conexão automática das letras como os sons (GUERRA, 2011).

Algumas crianças, mesmo depois de muito esforço e exercício, permanecem com dificuldades de leitura e escrita, embora, com coeficientes de inteligência adequados. Isso pode acarretar atraso no desenvolvimento da linguagem falada, fraco desenvolvimento da atenção, dificuldade de aprender rimas e canções, falta de interesse por livros escritos, entre outros.

Outra ideia destacada pelos professores, nesta categoria, **está associada ao fato de não distinguirem quando há dificuldade por disfunção ou por aumento da complexidade da tarefa**, conforme exemplificam os participantes P1 e P4 ao serem questionados sobre as dificuldades decorrentes da falta de conhecimento das funções cerebrais.

*Em alguns casos, não tenho certeza do que é uma dificuldade de aprendizagem por disfunção ou própria da tarefa mais complexa. Conheço vários professores que não sabem como se posicionar ante à dificuldade do aluno” (Participante P1).*

*Acredito que há particularidades que aparecem na velocidade de compreensão, na percepção e na elaboração de respostas, mas não sei dizer se são diferenças de ordem cerebral. Gostaria de ter tido essa informação durante a minha formação, pois o que eu sei hoje aprendi na prática. (Participante 4).*

As dificuldades de aprendizagem podem ser multifatoriais e representam um desafio para o educador. Contudo, para estabelecer que um comportamento ou uma capacidade está alterada em relação ao padrão esperado, é preciso recorrer a instrumentos diagnósticos mais precisos com profissionais especializados (SOUZA, 2002). Nesse contexto, o relato do participante P3 descreve a seguinte situação: *“Hoje em dia, as políticas de inclusão têm favorecido o convívio, na mesma sala de aula, de estudantes com cérebros diferentes, como autistas, crianças com síndrome de Down, Hiperativos e outros”.*

A necessidade de diferenciar e compreender esses conceitos torna-se importante para entender quando o docente está aumentando a dificuldade do processamento da informação e quando está estimulando o desenvolvimento cognitivo do estudante, de modo a elevar a complexidade da tarefa.

De acordo com Sousa (2002), estabelecer a diferença entre complexidade e dificuldade é crucial para elevar a capacidade intelectual dos estudantes. Embora sejam

operações mentais totalmente diferentes, frequentemente, são tratados como sinônimos. Entendendo que a complexidade descreve os processos mentais que o cérebro utiliza para manejar a informação, pode-se diferenciá-la da dificuldade de aprendizagem, sendo essa última marcada pelo esforço que o estudante precisa desenvolver, dentro de um nível de complexidade, para atingir o objetivo de aprendizagem. Desse modo, conforme o autor, é possível que uma atividade seja difícil, mas não necessariamente complexa (*Ibid*).

A partir desse detalhamento, surge a necessidade de saber por que motivo os docentes não diferenciam os conceitos citados, e, portanto, não conseguem tirar proveito de cada um deles. A maioria dos participantes manifesta ter **vontade de aprender e de pesquisar**, todavia, referem que não dispõem de tempo livre para isso. Como exemplo disso, o Participante P4 alega ter conhecimento prático e se dispõe a compartilhar o que sabe, conforme se pode constatar no seguinte diálogo com a pesquisadora (E):

*E – Poderia relatar uma situação em que fique evidente o aumento de complexidade pretendido?*

*P4 – Exemplificando, ao solicitar ao estudante que sinalize qual é a posição do elemento Ca (cálcio) na tabela periódica, não há complexidade, pois exige que o estudante somente recorde a informação, utilizando a memória, apenas reproduzindo o conteúdo conforme lhe foi apresentado anteriormente.*

*E – Seguindo o mesmo exemplo, como poderá evoluir para um nível mais complexo?*

*P4 – Se a solicitação fosse: que características têm o Ca para estar nessa posição na tabela periódica? Esta pergunta exige mais esforço do estudante, pois tem que recordar mais informações, oferece mais dificuldade que a primeira, mas, ainda o processo mental é a memorização.*

*E – Queres dizer que ainda poderia ser mais complexa?*

*P4 – Sim, ao perguntar “que combinações, com outros elementos, o Ca pode fazer, considerando sua posição na tabela periódica? Dessa maneira, aumenta o grau de complexidade.*

*E – Por que ficou mais complexa?*

*P4 – Nesse caso, a pergunta exige que o estudante faça comparações, analise as possibilidades, justifique as opções encontradas, relacione e organize os conhecimentos para expressá-los. Assim, a última questão pode ser considerada mais complexa que as outras citadas*

O relato das experiências dos professores conduz ao entendimento de que é possível aceitar que não há dois cérebros iguais. Portanto, o tempo de processamento da informação também é diferente entre os estudantes. Desse modo, ao planejar uma aula, os professores determinam um tempo que consideram adequado para a aprendizagem do

conteúdo. Sendo assim, quando o prazo programado termina, se considera que todos aprenderam uniformemente (WILLIS, 2006). Na prática, há estudantes mais avançados que outros. A razão para que isso ocorra é que os estudantes processam o mesmo elemento de informação em diferentes redes neurais, dependendo de como a informação se correlaciona com outra aprendida no passado. Assim, estas decisões de processamento e retenção afetarão o tempo que levará para recuperar os dados aprendidos.

As vivências, narradas pelos participantes, nos conduzem para a próxima categoria emergente.

#### ***6.2.2.2 Categoria 2: Os professores evidenciam alguns conhecimentos que podem ser associados à Neurociência Cognitiva***

Nesta categoria serão analisados os conhecimentos, que, de forma informal e autônoma, permeiam o ambiente escolar. Assim, fica notório que a **motivação por aprender sobre o tema neurociências** está latente entre os professores. Essa percepção fica clara no depoimento do Participante P3

*Tenho que confessar que depois de responder ao questionário, fiquei motivado para entender mais sobre o assunto e procurei na internet. Encontrei um texto que falava em transferência, o título era “O poder da transferência” ou algo assim. Nesse texto encontrei informações de como o cérebro forma padrões para dar sentido a uma informação que aparentemente esta desconexa.*

Diversos estudos, como, por exemplo, o de Byrnes (2008), têm se dedicado a desvendar os **processos de aprendizagem e transferência**. De acordo com o Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (2007), a transferência durante a aprendizagem é um processo que permite desenvolver a capacidade de aprender conceitos dados em um contexto, possibilitando usar o aprendido em outras situações. Em conformidade com essa descrição, o participante P4 comenta: “*Eu sei que meu aluno aprendeu o tema quando consegue transferir os conhecimentos a novos problemas e cenários*”. No mesmo sentido, o participante P2 entende que: “*O cérebro é*

*dinâmico e se reorganiza a medida que novos conhecimentos se integram aos já processados”.*

De forma mais detalhada, segundo Sousa (2002), o processo consiste de duas partes: a primeira considera o efeito dos conhecimentos prévios ao processar novos conceitos; a segunda parte considera a utilidade que as novas informações ou conceitos têm para a vida do estudante. Assim, toda vez que uma nova informação acessa a memória de trabalho um estímulo do hipocampo aciona a memória de longo prazo que procura, nos sítios de armazenamento profundo, semelhanças ou associações de sentido que se relacionem com o novo. Em caso de existir tal experiência, a informação passa a ter significado para o aprendiz.

Em alguns casos, os professores **conhecem o processo e o identificam com outras denominações**, como relatado pelo Participante P1:

*Em uma reunião com a psicopedagoga da escola foi levantada a necessidade de conhecer os saberes prévios dos alunos. Estes saberes ficam retidos na memória de forma que ao receber um novo conhecimento ou habilidade, o aluno poderá associar o novo com o já conhecido, configurando a sua aprendizagem. Esse mecanismo de associação eu já conhecia, talvez com outro nome.*

Na sala de aula, os estudantes manejam continuamente a transferência processando as novas informações. Como as vivências dos estudantes são diversificadas, o grau de transferência varia.

Imagens computadorizadas do cérebro mostram que, quando a informação recebida é de fácil compreensão (faz sentido) e, ao mesmo tempo, é possível relacioná-la a experiências anteriores (têm significado para o estudante), se observa maior atividade cerebral e maior retenção na memória.

Um exemplo do reconhecimento do processo de transferência bem-sucedida é identificado no relato do Participante P2:

*Posso dizer que senti diferença na reação dos alunos quando abordei o tema Cnidários, especificamente Anêmonas, perguntei se sabiam o que eram, a maioria não sabia, então falei que era a casa do Nemo (desenho), então relacionaram o peixe que viram no filme com a anêmona, o interesse despertou, faziam perguntas, solicitavam mais informações e até pude abordar a teoria da evolução, com este único assunto.*

No ambiente escolar, com frequência, os estudantes ouvem muitas informações que não têm significado para eles. Assim, é possível que sigam as instruções conforme



solicitado pelos professores e até que cumpram as tarefas com resultados satisfatórios, mas, depois da realização das tarefas, dificilmente há retenção duradoura. Sendo assim, é compreensível a frustração do docente, quando percebe que deve abordar o tópico que considerava superado, como se fosse uma informação nova. Como se manifesta nas entrevistas o Participante P3:

*Gostaria de saber como fazer para que os estudantes encontrem sentido no que aprendem e, principalmente, poder responder quando perguntam: “Para que serve saber isso?”. Eles parecem desinteressados, pois não percebem a aplicação do que está sendo abordado.*

As informações com significado agregam relevância ao aprendizado, impactando na memorização dos conhecimentos. Sendo assim, o planejamento das atividades escolares seria mais proveitoso se levasse em conta o significado que os saberes têm para os estudantes, considerando as experiências vivenciadas (SOUSA, 2002).

Considerando que a **aprendizagem é resultante de processos cognitivos como atenção e memória**, destaca-se a importância de tais conhecimentos para o profissional docente, que intuitivamente atua para favorecer o desenvolvimento dos estudantes. Isso está ilustrado no comentário do Participante P2: *Para que a aprendizagem ocorra, necessito saber como captar a atenção, estimular a memória*. Da mesma forma, isso está presente no enunciado do Participante P3: *A falta de atenção e de concentração é uma das dificuldades mais frequentes. Esse problema é comum a todas as disciplinas e a todos os professores*. No mesmo sentido, ao ser questionado sobre a importância da memória para a aprendizagem, o participante P4 relatou: *Fui à procura de informações sobre como se estrutura a memória. Agora sei que existem, no mínimo, dois tipos de memórias, uma de longa duração e outra de curta duração*.

Pesquisas<sup>27</sup> indicam que ao comparar a memorização de palavras com a memorização de imagens dos mesmos objetos, verifica-se que as imagens resultam em uma maior retenção. Este efeito também é percebido quando se combinam palavras e imagens durante a aprendizagem. As pesquisas também indicam que, quando apresentada uma série de eventos de forma aleatória, o cérebro organiza as informações

---

<sup>27</sup> SQUIRE, L. M. **Memory and Brain Systems**, Cambridge, 1997. SCHACTER, D. L., **Neuroimaging of Memory and Consciousness**, Cambridge, 1997.

de maneira que façam sentido ao tentarem recordá-la. Sem dúvida, o domínio desse conhecimento pode contribuir para a melhoria da aprendizagem.

Entre os questionamentos das entrevistas realizadas, havia um tópico que solicitava a descrição de uma situação em que se observassem os conhecimentos neurocientíficos aplicados. A seguir, apresentam-se dois relatos:

*Uma situação bem-sucedida, na qual, hoje, percebo vários conceitos descritos no questionário foi uma proposta de criação de vídeos. A tarefa consistia em trabalhar em grupos na construção de um vídeo sobre um tema de livre escolha. Pude perceber que, durante o processo, conseguiam focalizar (atenção) seletivamente, especialmente no momento de colocar a trilha sonora, organizar os cortes com as falas, depois, na parte da editoração, os mais experientes explicavam para os que ainda não conheciam de forma cooperativa, até a produção final e exposição (Participante P5).*

*Outra situação que favorece o entendimento dos alunos, é o bom humor. Se são abordados temas com um pouco de alegria, fazendo analogias engraçadas, os alunos ficam mais atentos e dispostos a colaborar. Foi o caso de um projeto em que os alunos envolveram a comunidade para melhorar o aproveitamento do espaço escolar. Pude observar valores como motivação, concentração, empatia, troca de opiniões, contentamento com os resultados alcançados, envolvimento emocional, e outros. (Participante P4).*

Dentre as considerações apresentadas nesta categoria, destacam-se os depoimentos dos professores, que revelam o conhecimento empírico de alguns processos cerebrais que acontecem durante a aprendizagem. Concluindo com a valorização do depoimento do Participante P1 [...] *pode ser que muitas descobertas sirvam para corroborar o que nós, professores, levamos anos para aprender com a experiência.*

### **6.2.2.3 Categoria 3: Os professores valorizam os conhecimentos neurocientíficos.**

Os dados analisados apontam que, apesar da pouquíssima utilização dos conceitos provenientes da Neurociência Cognitiva no contexto escolar, há entusiasmo por parte dos participantes, em relação à inserção e utilização destes conhecimentos. A seguir, são apresentados alguns depoimentos que repercutem essa ideia:

*Não conheço todos os conceitos, mas pode ser que muitas descobertas sirvam para corroborar o que nós, professores, levamos anos para aprender com a experiência. Os achados podem servir de subsídios para ajustar*

*procedimentos em sala de aula, de acordo com o momento, conteúdo ou tipo de aluno. (Participante P1).*

*Eu acho que o entendimento científico da aprendizagem pode preparar professores a entender melhor o processo e, assim, utilizar diversas abordagens de ensino. (Participante P4).*

*Entendo e sou a favor da implantação de mudanças na educação. Se as pesquisas em neurociências podem ajudar, defendo que os resultados das pesquisas fiquem cada vez mais próximas da sala de aula. Falta uma orientação, nos cursos de licenciatura e pedagogia para que esse conteúdo de bases neurobiológicas seja uma disciplina regular. (Participante P5).*

A partir dos depoimentos, nota-se que, apesar da pluralidade de saberes produzidos pela vivência específica relacionada ao espaço escolar, há certo desconforto com a falta dos saberes neurocientíficos na formação profissional.

Sob essa perspectiva, conforme Tardif (2002), o saber docente é plural, constituindo uma amálgama de diferentes entendimentos e fontes. Nesse sentido, o autor apresenta uma classificação dos saberes docentes considerando as especificidades da sua origem. Destaca que há quatro tipos diferentes de saberes implicados na atividade docente, são eles: os saberes de formação profissional; os saberes disciplinares; os saberes curriculares e, por fim, os saberes experienciais.

Argumentando sobre a necessidade de integração de todas as capacidades que configuram o fazer docente, aliada a informações emergentes provenientes de outras áreas, neste caso a Neurociência Cognitiva, os participantes pesquisados **entendem que deva haver melhoria na formação de professores.**

Assim, todos os participantes pesquisados consideram que, na medida em que se conhecem os mecanismos que contribuem para a aprendizagem, aumenta a importância da difusão destes conhecimentos entre os docentes.

Nos comentários dos participantes, está claramente proposta a necessidade de melhoria na formação de professores, conforme os exemplos de relatos a seguir:

*Quando pesquisas estrangeiras mostram que os avanços da ciência podem colaborar para fundamentar práticas pedagógicas mais eficientes, construídas respeitando o funcionamento cerebral, resta perguntarmos, quando aplicaremos esses conhecimentos na formação docente brasileira? (Participante P3).*

*O aprimoramento da ação docente inclui atualizar-se e permanecer evoluindo com conhecimentos que a ciência proporciona. A neurociência poderia contribuir para melhorar a nossa prática possibilitando o entendimento da aprendizagem, por isso, deveria constar em cursos de formação de professores. (Participante P6).*

Os professores experientes possuem um entendimento das barreiras que os estudantes enfrentam. Por esse motivo, entendem que há necessidade de uma compreensão ampla das novidades que prometem melhorias como a aplicação direta das descobertas neurocientíficas. Assim, segundo eles, *“É preciso lembrar que o que ocorre no cérebro constitui apenas uma parte do contexto em que ocorre a aprendizagem”* (Participante P1). Na mesma direção, mesmo reconhecendo os potenciais aventados pelas novas descobertas, o Participante P4 mostra-se cauteloso.

*Entendo que os avanços da neurociência podem proporcionar um entendimento mais científico dos processos que ocorrem no cérebro quando aprende. Não obstante, acredito que devemos ser cautelosos, ainda que otimistas, buscando uma melhor compreensão dos resultados científicos* (Participante P4).

Para o Bransford; Brown; Cocking (2007), são necessárias mudanças nos objetivos educacionais, pois os desafios e as expectativas mudaram significativamente. Assim, fundamentam que *“As descobertas feitas pelas pesquisas sobre aprendizagem indicam para os professores papéis que diferem das funções que exerciam no passado”* (ibid. p. 174). Consequentemente, torna-se necessário aprimorar a formação docente de modo que o habilite a ensinar, avaliar e motivar os estudantes, num formato mais eficiente e compatível com o funcionamento cerebral.

Para evitar distorções na aplicação dos fundamentos neurocientíficos e assegurar o melhor fluxo de informações corretas entre as áreas da educação e da neurociência, a interface necessária passa pela formação de professores, com destaque para a importância de cursos de formação que permitam capacitar e desenvolver didáticas apropriadas bem como questionar interpretações de informações jornalísticas inexatas ou incorretas.

A partir da análise das entrevistas com os professores, conclui-se sobre considerável desconhecimento sobre Neurociência Cognitiva, mas conhecer as funções do cérebro, os mecanismos de atenção e memória, assim como as relações entre emoção e cognição poderia contribuir para superar, pelo menos, parte das dificuldades do cotidiano da prática docente.

Por outro lado, é importante destacar que nenhum dos professores entrevistados referiu que sua aprendizagem estava terminada. Pelo contrário, demonstraram interesse

em conhecer as pesquisas que mostram como o cérebro se organiza e explicitaram a necessidade de manter um fluxo de informações corretas entre neurociência e educação.

Finalizando a análise qualitativa das entrevistas, ressalta-se a valorização da neurociência tanto para os licenciandos quanto para professores entrevistados, embora reconhecido pelos docentes que os conhecimentos desta ciência podem contribuir, pelo menos parcialmente, para qualificar seu trabalho, pois a aprendizagem é um processo complexo, envolvendo questões cerebrais, mas também fatores externos ao próprio sujeito.

Também é merecedor de destaque a falta de disciplinas, nos cursos de Licenciatura referidos pelos participantes, que contemplem informações baseadas em evidências sobre o funcionamento do cérebro associadas à aprendizagem. O mesmo ocorre, salvo exceções, com programas de pós-graduação *Stricto Sensu*.

De igual forma, a partir dos dados apresentados, percebe-se que há interesse, por parte dos pesquisados, em saber mais sobre neurociências. Esse interesse em conhecer a área pode contribuir para a aproximação entre as áreas envolvidas, criando possibilidades para que o educador conheça mais sobre a organização e funções do cérebro, mecanismos de memória e atenção, relações entre cognição e emoção, motivação e desempenho, fatores esses que geram dúvidas entre os profissionais. Assim, a integração entre as áreas pode ser um ponto crucial para o sucesso educacional.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relembrando, a investigação realizada teve como ponto de partida a seguinte questão: *De que modo os professores da Educação Básica, da área de Ciências da Natureza e licenciandos de Biologia, Física e Química, estão preparados para tratar do ensino e da aprendizagem na perspectiva da Neurociência Cognitiva e como valorizam esses pressupostos na sua prática docente?*

A partir deste estudo, foi possível compreender que desde a descoberta do neurônio no final do século XIX, as pesquisas têm avançado consideravelmente ampliando os horizontes da neurociência. Nessa perspectiva, hoje prevalecem conceitos de neuroplasticidade, revelando a capacidade do cérebro, em permanente reorganização e adaptação ao meio ambiente. Sendo assim, considerando o aprender como resultado da interação entre as estruturas mentais e o ambiente, conhecer um formato em que o cérebro aprenda melhor, passa a ser uma necessidade no âmbito docente.

Uma limitação observada durante esta pesquisa é de que não são compartilhados os conhecimentos emergentes das pesquisas da Neurociência Cognitiva com a área da educação. Conseqüentemente, essa situação dificulta a elaboração de ações educativas com bases no funcionamento cerebral, mesmo tendo sido demonstrado sua importância para atingir o potencial de desenvolvimento desejado no âmbito escolar. Isso leva ao pouco conhecimento dos professores e licenciandos sobre o assunto ou ao conhecimento intuitivo fundado na própria experiência, que se aproxima ao senso comum. Quando se assenta em leituras, com frequência, essas são feitas em textos não cientificamente confiáveis. O resultado disso, em geral, é a aceitação de mitos (neuromitos), que não necessariamente contribuem para qualificar a prática docente.

Entretanto, a pesquisa constatou que é um desejo dos educadores e licenciandos dispor de uma compreensão científica da educação. Pois acreditam que, conhecendo o neurodesenvolvimento e os mecanismos neurofuncionais, podem otimizar as capacidades dos estudantes. Também foi possível constatar a valorização da esfera psicoafetiva com importante influência em sala de aula. Isso chama a atenção, pois no passado os objetivos da educação concentravam-se no desenvolvimento de competências cognitivas como leitura, escrita e exercícios matemáticos. Hoje se

conhece que as emoções atuam no desenvolvimento dessas habilidades e, portanto, merecem toda a atenção dos professores.

Considerando que pesquisas desenvolvidas na área educacional podem contribuir para a expansão do conhecimento em neurociência e que esses conhecimentos interessam profissionais que atuam em processos de ensino e de aprendizagem, mostra-se a necessidade de criar um campo de interação entre essa ciência e os cursos de formação de professores.

No que diz respeito à ação dos professores, é importante que a prática nas escolas apresente desafios e que esses possam ser aproveitados para o estudo e a pesquisa de modo a ampliar o conhecimento na interface entre a neurociência e a educação.

A pesquisa também revela que os licenciandos participantes da investigação têm interesse nas novas pesquisas da Neurociência Cognitiva por acreditarem que esse campo possa trazer novas perspectivas e contribuições para sua atuação profissional futura, de modo mais efetivo, aliado a uma atitude reflexiva do fazer docente.

Ao longo da pesquisa, emerge a necessidade de realização de novas pesquisas, principalmente, de natureza prática, que associem e mostrem efetivamente a relação entre o domínio de conhecimentos de neurociência pelos docentes e a qualidade do ensino e das aprendizagens resultantes dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. **Psicologia cognitiva e suas implicações experimentais**. Rio de Janeiro: LTC. 2004.
- ANUNCIATO, N.; OLIVEIRA, C.; SALINA, M. Fatores ambientais que influenciam a plasticidade do SNC. **Acta Fisiátrica**. São Paulo. 2001.
- BADDELEY, A. D. **Essential of human memory**. Hove: **Psychology Press**. 2014.
- BADDELEY, A. The episodic buffer: a new component of working memory? **Trends in cognitive science**. V.1; n.4, p. 4.17-423, nov. 2000.
- BARROS, A.; LEHFELD, N. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BOUJON, C.; QUAIREAU, C. **Atenção e aproveitamento escolar**. São Paulo: Loyola 2000.
- BRANSFORD, J.; BROWN, A.; COCKING, R. R. **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. São Paulo: Senac, 2007.
- BRASIL, Conselho Nacional de Educação, Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015. Brasília, **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, n. 124, p. 8-12, 02 de julho de 2015.
- BROWN, A. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. H. (Org.) **Metacognition, motivation and undstanding**. New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, p. 1-16, 1987.
- BYRNES, J. **Cognitive development and learning in instructional contexts**. Boston: Pearson Internacion Edition, 2008.
- CAPOVILLA, A.; ASSEF, E.; COZZA, H. Avaliação psicológica das funções executivas e relação com a desatenção e hiperatividade. **Aval. Psicol.**, v.6, n. 6, p. 51-60, 2007.
- CARSKADON M. A. Adolescent sleep patterns, circadian timing, and sleepiness at a transition to early school days. **Sleep**. v. 15 n. 8, p. 871-81, Dec. 1998.
- COFFIELD F. **Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review**. LSRC: London, 2004.
- COSENZA, R. M.; LEONOR, B. G. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- CONTRERAS, J. A. **Autonomia De Professores**. São Paulo: Cortez, 2002.
- CORRÊA, A. Movimento para atrasar aulas e dar mais horas de sono a alunos ganha força nos EUA. **British Broadcasting Corporation - BBC**, Nova York, 21, Mar., 2014.



- CUNHA, M. I. O tema da formação de professores: trajetórias e tendências do campo na pesquisa e na ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 1-17, Jul.-Set. 2013.
- CYPEL, S. O papel das funções executivas nos transtornos de aprendizagem. In: ROTTA, N.; RIESGO, R. (Org.), **Transtornos de aprendizagem: abordagem neurobiológica multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 375-387.
- DAVIDOFF, J. Precategorical perception and cognition: a review of clinical application of visual psychophysics. **Cognitive Neuropsychology**, 1983.
- DAVIDOFF, L. **Introdução à psicologia**. 3. ed. Makron Books, 2001.
- DORSH, F. **Dicionário de Psicologia**. Rio de Janeiro. 2001.
- FERNANDEZ, A. **A inteligência aprisionada**. Porto Alegre: Artmed. 1991.
- FERREIRA, M. G. R. Neuropsicologia e aprendizagem. **Ciências e Cognição**, Curitiba, 14 mar. 2014. Disponível em: [http://www.cienciasecognicao.org/portal/?page\\_id=745](http://www.cienciasecognicao.org/portal/?page_id=745). Acesso em: 20 out. 2016.
- FLAVELL, J. H. Speculations about the nature and development of metacognition. In: F. E. Weinert; R. Kluwe (Eds.). **Metacognition, motivation, and understanding** Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 1-16.
- FOZ, A. neurociência na educação I. In: PANTANO, T.; ZORZI, J. (Org.). **Neurociência aplicada à aprendizagem**. São Paulo: Pulso, 2009.
- GALL, F. e SPURZHEIM, J. **O cérebro ao serviço do comportamento humano**, Lisboa: McGraw-Hill, (Texto publicado originalmente em 1809),2001.
- GAZZANIGA, M. S.; HEATHERTON, T. **Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GODOY, S. A. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **ERA**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57- 63, mar. 1995.
- GOMES, M., Dislexia e outros distúrbios da leitura: escrita. In: ZORZI, J.; CAPELLINI, S. **Neurofisiologia da linguagem oral e escrita**. 2. ed. São José dos Campos: Pulso, 2009.
- GONCHOROSKI, T. Neurociências na educação: conhecimento e opiniões de professores. Repositório digital UFRGS. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/117634>>. Acesso em 2017.
- GORDON, L., Working memory, task switching, and executive control in the task span procedure. **Journal of experimental psychology**. 2004.
- GREEN, J. D. The hippocampus. **Physiol. Rev.**, n. 44, p. 561-608, oct. 1964
- GUERRA, L., Diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Interlocução**. Minas Gerais, v.4, n. 4, p. 3-12, jun. 2011.
- HABERMAS, J., **Teoría de la acción comunicativa: racionalidad de la acción y racionalización social**. Vol. 1. Madrid: Catedra, 1992.

- HERCULANO-HOUZEL, S. **O cérebro nosso de cada dia**: descobertas da neurociência sobre a vida cotidiana. 2. ed. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2002.
- HERTWIG R.; TODD, P. M. More is not always better: the benefits of cognitive limits. In: HARDMAN, D.; MACCHI, L. (org), **Thinking**: Psychological perspectives on reasoning judgment and decision making West Sussex: Wiley and Sons, 2003.
- IZQUIERDO, I. **A arte de esquecer**: cérebro e memória. 2. ed. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 2010.
- JACKSON, J. **On some implications of dissolution of the nervous system**. London: Medical Press and Circular; n.2, p. 411-414, 1882.
- JARVIS, M. **The psychology of effective learning and teaching**. Inglaterra: Nelson Thornes, 2005.
- JOHNSON, A.; PROCTOR, R. **Attention**: theory and practice. London: Sage, 2004.
- LEITE, S.; TASSONI, E. A afetividade em sala de aula: as condições de ensino e a mediação do professor. In: AZZI, R.; SADALLA, A. (Org.). **Psicologia e formação docente**: desafios e conversas. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p. 113-141.
- LEONTIEV, A. N. **Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil**: linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. In: VIGOTSKI, L. S.; LEONTIEV, A. N.; LURIA, A. R. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 11. ed. Campinas: Ícone, 2010. p. 59-83.
- LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral**: atenção e memória. v. 3. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991c.
- LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral**: introdução evolucionista à psicologia. v. 1. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991a.
- LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral**: sensações e percepção. v. 2. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991b.
- MAROIS, R.; IVANOFF, J. Capacity limits of information processing in the brain. **Trend in Cognitive Sciences**. v. 9, 2005.
- MARTINS, J. BICUDO. M. A. **A pesquisa qualitativa em psicologia**: fundamentos e recursos básicos. São Paulo: Moraes, 1994.
- MILES, M.; HUBERMANN, A. **Qualitative data analysis**: an expanded sourcebook. Arizona: Sage Publication, 1994.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí, Ed. Unijuí, 2011.
- MORGADO, J. C. **O estudo de caso na investigação em educação**. Portugal: De Facto, 2012.
- MOURÃO, JR., C. A.; MELO, L. Integração de três conceitos: funções executivas, memória de trabalho e aprendizado. **Psicologia: teoria e pesquisa**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 309-314, Jul.-Set. 2011.
- NOGUEIRA, M. J. **Exame das funções mentais**: um guia. São Paulo: Lemos, 2005.

- NÓVOA, A. Para uma formação de professores construída dentro da profissão. In: BEZERRA M. (Org.). **Professores: imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, p. 25-46, 2009.
- OLIVEIRA, L. H. **Exemplo de cálculo de ranking médio para Likert**. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA: Varginha, 2005.
- ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Compreendendo o cérebro: rumo a uma nova ciência da aprendizagem**. São Paulo: Senac, 2003.
- PAKKENBERG, B., GUNDERSEN, H. Neocortical neuron number in humans: effect of sex and age. **Journal of Comparative Neurology** **384**, p. 312-320, 1997.
- PANTANO, T; ZORZI, J. L. (Org). **Neurociência Aplicada a Aprendizagem**. São José dos Campos: Pulso Editorial, 2009.
- PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- PIAGET, J. **Inteligencia e afectividad**. Buenos Aires: Aique, 2001.
- REDICK, T.; HEITZ, R.; ENGLE, R. Working memory capacity and inhibition: cognitive and social consequences. In GORFEIN, D.; MACLEOD C. **Inhibition in Cognition**. Washington, DC., 2007. p. 125-142.
- SANTOS, F. Funções executivas. In: ANDRADE, V; BUENO, O. (Org.) **Neuropsicologia Hoje**. São Paulo: Artes Médicas, 2004.
- SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**. São Paulo: Martins Fontes, 2000. (Trabalho original publicado em 1953).
- SKINNER, B. F. **Tecnologia do ensino**. São Paulo, SP: Herder, 1972. (Trabalho original publicado em 1968).
- SOUSA, D. A. **Como aprende el cerebro**. California: Corwin Press, 2002.
- SPITZER, M., **Aprendizagem: neurociências e a escola da vida**. Portugal: Climepsi, 2007.
- SQUIRE, L.; KANDEL E. **Memória: da mente às moléculas**. Porto Alegre: ArtMed; 2003.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- VILLAR, M. C. **La atención**. Madrid: Pirámide, 2009.
- VYGOTSKY, L. S. Desarrollo de las funciones psíquicas superiores en la edad de transición. In VIGOTSKY, L. S. **Obras escogidas IV: psicología infantil**. Madrid: Visor e A. Machado Livros, 2000 (Originalmente publicado em 1932).
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- WALLON, H. **As origens do caráter na criança: os prelúdios do sentimento de personalidade**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1971.
- WILLIS, J. **Research based strategies to ignite student learning: insights from a neurologist and classroom teacher**. Virginia: ASCD, 2006.

WOLFSON, A.R. **Sleeping patterns of children and adolescents, developmental trends, disruption and adaptations.** EUA:Chil Adolesc Psychiatr Clin. v.5, n. 3, p. 549-568, 2004.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim.** Porto Alegre: Penso, 2016.

YLIKOSKI, R., HÄNNIMAN, T. Assessment of executive function in clinical trials. **International Psychogeriatrics**, n. 15, p. 219-224. (2003).

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

### Questionário para delinear o perfil dos licenciandos e seus conhecimentos

#### 1 Informações pessoais

1.1 Nome:

1.2 Sexo:

1.3 Idade:

#### 2 Formação

2.1 Curso: \_\_\_\_\_ Instituição:

2.2 Nível atingido no curso:

#### 3. Conhecimento dos licenciandos sobre conceitos da Neurociência Cognitiva

1. “O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica”. Você acredita que a aprendizagem se deve a adição de novos neurônios no cérebro?

( ) Concordo plenamente ( ) Concordo parcialmente ( ) Sou indiferente ( ) Discordo parcialmente ( ) Discordo plenamente ( ) Não sei responder

2. “Se as sinapses representam a atividade cerebral, e os padrões de atividade aumentam quando aprendemos, “isso significa que a aprendizagem se dá pelo crescimento de novas sinapses, ou pelo fortalecimento ou enfraquecimento de sinapses já existentes”.

( ) Concordo plenamente ( ) Concordo parcialmente ( ) Sou indiferente ( ) Discordo parcialmente ( ) Discordo plenamente ( ) Não sei responder

3. “Como as pessoas aprendem? O que acontece no cérebro quando adquirimos conhecimento? “Hoje, os cientistas estão começando a entender como o cérebro jovem se desenvolve e como o cérebro maduro aprende.”. O cérebro mostra “plasticidade”, isto é, capacidade de aprender ao longo da vida do indivíduo.

( ) Concordo plenamente ( ) Concordo parcialmente ( ) Sou indiferente ( ) Discordo parcialmente ( ) Discordo plenamente ( ) Não sei responder

4. “Diferentes partes do cérebro desempenham diferentes tarefas de processamento de informações”. Tarefas complexas, como a adição ou o reconhecimento de palavras, dependem da ação coordenada de várias redes neurais especializadas.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

5. “Não há dois cérebros iguais, existem diferenças individuais significativas de tamanho, mas também – o que é mais importante – no número de neurônios encarregados de determinadas funções [...]”. Estas diferenças também estão relacionadas ao gênero, mulheres têm menos neurônios do que homens.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

6. “Dentro do cérebro humano, há um conjunto de estruturas coletivamente conhecidas como sistema límbico. Esta região do cérebro é denominada como “cérebro emocional”. Quando esta região é afetada por tensão ou medo, o discernimento social e o desempenho cognitivo ficam comprometidos.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

7. “Haverá problemas de comunicação entre neurocientistas e educadores, pois são duas comunidades que não compartilham um vocabulário profissional comum: aplicam diferentes métodos e lógicas, exploram diferentes questões, perseguem objetivos diferentes”.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

8. “Nas próximas décadas, temos boas possibilidades de desvendar a natureza da memória e da inteligência [...] Quando atingirmos esse objetivo, seremos capazes de reassar nossa prática educativa sobre uma sólida teoria de aprendizagem”.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

9. “Algumas pessoas preferem aprender com os olhos, outras como os ouvidos e outras ainda por meio do toque e das sensações”. Indivíduos aprendem melhor quando

recebem as informações na sua forma preferida de aprender (visual, auditiva, cenestésica).

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

10. “Costuma-se afirmar que o hemisfério direito do cérebro é criativo e o hemisfério esquerdo é lógico, levando as pessoas a afirmar que os artistas são orientados pelo lado direito e os matemáticos pelo lado esquerdo”. Diferenças na dominância de hemisférios cerebrais podem explicar diferenças entre estudantes.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

11. “A aprendizagem com base na experiência ocorre quando o cérebro encontra uma experiência importante no momento apropriado, o período receptivo. Há um período receptivo nos primeiros anos da infância”.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

12. “Ambientes educacionais enriquecidos aceleram fundamentalmente a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral”.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

13. “Para que o sistema nervoso estabeleça a função atenção, é necessário o envolvimento de grandes áreas do encéfalo. Nestas áreas, grupos bem definidos de neurônios selecionam informações sensoriais que chegam, eliminando ou diminuindo, algumas e concentrando-se em outras, promovendo a atenção seletiva.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

14. “Com as recentes pesquisas, os neurocientistas estão se tornando capazes de demonstrar que o processo emocional pode ajudar ou atrapalhar o processo educacional”. Um vínculo emocional entre o professor e o estudante afeta a memória?



Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

## APÊNDICE B

### Questionário para delinear o perfil dos professores e seus conhecimentos

#### 1 Informações pessoais

1.1 Nome:

1.2 Sexo:

1.3 Idade:

#### 2 Formação profissional

2.1 Curso de graduação:

2.2 Possui curso de Pós-graduação? Sim ( ) Não ( )

2.1.1 Curso de especialização (lato sensu) ( )

Curso:

Instituição:

2.1.2 Mestrado ( )

Curso:

Instituição:

2.1.3 Doutorado ( )

Curso:

Instituição:

#### 3 Atuação profissional

3.1 Tempo de atuação (em anos):

3.2 Trabalha em instituição pública ( ) privada ( )

3.3 Nível de atuação

3.3.1 Ensino Médio ( ) Instituição:

3.3.2 Ensino Superior ( ) Instituição:

3.3.3 Disciplina que leciona:

#### 4 Conhecimento dos professores sobre conceitos da Neurociência Cognitiva

**Assinale a opção que julgar adequada para cada um dos itens:**

1. “O componente básico do processamento da informação no cérebro é o neurônio, uma célula capaz de acumular e transmitir atividade elétrica”. Você acredita que a aprendizagem se deve à adição de novos neurônios no cérebro?

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

2. Se as sinapses representam a atividade cerebral, e os padrões de atividade aumentam quando aprendemos, “isso significa que a aprendizagem se dá pelo crescimento de novas sinapses, ou pelo fortalecimento ou enfraquecimento de sinapses já existentes”.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

3. Como as pessoas aprendem? O que acontece no cérebro quando adquirimos conhecimento? “Hoje, os cientistas estão começando a entender como o cérebro jovem se desenvolve e como o cérebro maduro aprende.” O cérebro mostra “plasticidade”, isto é, capacidade de aprender ao longo da vida do indivíduo.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

4. Diferentes partes do cérebro desempenham diferentes tarefas de processamento de informações. Tarefas complexas, como a adição ou o reconhecimento de palavras, dependem da ação coordenada de várias redes neurais especializadas.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

5. “Não há dois cérebros iguais, existem diferenças individuais significativas de tamanho, mas também – o que é mais importante – no número de neurônios encarregados de determinadas funções [...]”. Estas diferenças também estão relacionadas ao sexo biológico, mulheres têm menos neurônios do que homens.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

6. “Dentro do cérebro humano, há um conjunto de estruturas coletivamente conhecidas como sistema límbico. Esta região do cérebro é denominada como “cérebro emocional” Quando esta região é afetada por tensão ou medo, o discernimento social e o desempenho cognitivo ficam comprometidos.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

7. “Haverá problemas de comunicação entre neurocientistas e educadores, pois são duas comunidades que não compartilham um vocabulário profissional comum: aplicam diferentes métodos e lógicas, exploram diferentes questões, perseguem objetivos diferentes”.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

8. “Nas próximas décadas, temos boas possibilidades de desvendar a natureza da memória e da inteligência [...] Quando atingirmos esse objetivo, seremos capazes de reassentar nossa prática educativa sobre uma sólida teoria de aprendizagem” (p. 46).

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

9. “Algumas pessoas preferem aprender com os olhos, outras como os ouvidos e outras ainda por meio do toque e das sensações“. Indivíduos aprendem melhor quando recebem as informações na sua forma preferida de aprender (visual, auditiva, cenestésica).

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

10. “Costuma-se afirmar que o hemisfério direito do cérebro é criativo e o hemisfério esquerdo é lógico, levando as pessoas a afirmar que os artistas são orientados pelo lado direito e os matemáticos pelo lado esquerdo”. Diferenças na dominância de hemisférios cerebrais podem explicar diferenças entre estudantes.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

11. “A aprendizagem com base na experiência ocorre quando o cérebro encontra uma experiência importante no momento apropriado, o período receptivo. Há um período receptivo nos primeiros anos da infância.”

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  É indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sabe

12. Ambientes educacionais enriquecidos aceleram fundamentalmente a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

13. Para que o sistema nervoso estabeleça a função atenção, é necessário o envolvimento de grandes áreas do encéfalo. Nestas áreas, grupos bem definidos de neurônios selecionam informações sensoriais que chegam, eliminando ou diminuindo, algumas e concentrando-se em outras, promovendo a atenção seletiva.

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

14. “Com as recentes pesquisas, os neurocientistas estão se tornando capazes de demonstrar que o processo emocional pode ajudar ou atrapalhar o processo educacional”. Um vínculo emocional entre o professor e o estudante afeta a memória?

Concordo plenamente  Concordo parcialmente  Sou indiferente  Discordo parcialmente  Discordo plenamente  Não sei responder

## **APÊNDICE C**

### **Roteiro de entrevista semiestruturada para professores e licenciandos**

#### **Perguntas sobre a relação entre neurociências e a prática docente**

- 1 Com relação ao tema neurociências, quais informações sobre conceitos neurocientíficos você teve acesso no curso de graduação?
- 2 Qual a importância atribuída, por você, ao tema “neurociências” na sua prática docente?
- 3 Que conhecimentos da neurociência, você ou a instituição em que atua, já utilizou ou valorizou?
- 4 Narre uma situação prática, em que se observem os conhecimentos neurocientíficos aplicados.
- 5 Quais conceitos da neurociência, você considera que todo professor tem que saber?