



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS

LUCAS RENAN FEITOSA ALVIM

Se tirar o neuro, sobra o quê? Uma análise crítica das relações entre o
Ensino de Ciências e as Neurociências a partir das contribuições de A. R.
Luria

Salvador
2024

LUCAS RENAN FEITOSA ALVIM

Se tirar o neuro, sobra o quê? Uma análise crítica das relações entre o Ensino de Ciências e as Neurociências a partir das contribuições de A. R. Luria

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Área de Concentração: Educação Científica e Formação de Professores.

Orientador: Prof. Dr. Hélio da Silva Messeder Neto

Salvador
2024

SIBI/UFBA/Faculdade de Educação – Biblioteca Anísio Teixeira

Alvim, Lucas Renan Feitosa.

Se tirar o neuro, sobra o que? Uma análise crítica das relações entre o ensino de Ciências e as Neurociências a partir das contribuições de A. R. Luria [recurso eletrônico] / Lucas Renan Feitosa Alvim. - Dados eletrônicos. - 2024.

Orientador: Prof. Dr Hélio da Silva Messeder Neto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. Programa de Pós- Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, 2024.

Programa de Pós-Graduação em convênio com a Universidade Estadual de Feira de Santana.

Disponível em formato digital.

Modo de acesso: <https://repositorio.ufba.br/>

1. Neurociência. 2. Ciência - Estudo e ensino. 3. LURIA, A. R., 1902- 1977. 4. Psicologia histórico-cultural. I. Messeder Neto, Hélio da Silva. II. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDD 153.4 - 23. ed.

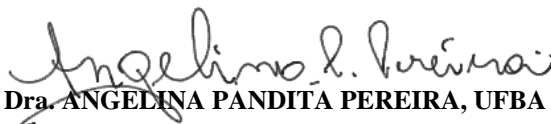


Universidade Federal da Bahia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS (PPGEFHC)**

ATA Nº 1

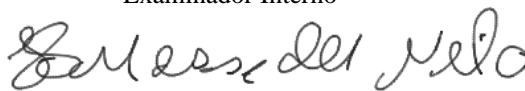
Ata da sessão pública do Colegiado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS (PPGEFHC), realizada em 15/10/2024 para procedimento de defesa da Dissertação de MESTRADO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS no. 1, área de concentração Educação Científica e Formação de Professores, do(a) candidato(a) LUCAS RENAN FEITOSA ALVIM, de matrícula 2021125744, intitulada Se tirar o neuro, sobra o que? Uma análise crítica das relações entre o Ensino de Ciências e as Neurociências a partir das contribuições de A. R. Luria.. Às 09:00 do citado dia, Sala de Seminários Instituto de Química, foi aberta a sessão pelo(a) presidente da banca examinadora Prof. Dr. HELIO DA SILVA MESSEDER NETO que apresentou os outros membros da banca: Prof. Dr. EDILSON FORTUNA DE MORADILLO e Prof^ª. Dra. ANGELINA PANDITA PEREIRA. Em seguida foram esclarecidos os procedimentos pelo(a) presidente que passou a palavra ao(à) examinado(a) para apresentação do trabalho de Mestrado. Ao final da apresentação, passou-se à arguição por parte da banca, a qual, em seguida, reuniu-se para a elaboração do parecer. No seu retorno, foi lido o parecer final a respeito do trabalho apresentado pelo(a) candidato(a), tendo a banca examinadora aprovado o trabalho apresentado, sendo esta aprovação um requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre. Em seguida, nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão pelo(a) presidente da banca, tendo sido, logo a seguir, lavrada a presente ata, abaixo assinada por todos os membros da banca.


Dra. ANGELINA PANDITA PEREIRA, UFBA

Examinadora Externa ao Programa


Dr. EDILSON FORTUNA DE MORADILLO, UFBA

Examinador Interno


Dr. HELIO DA SILVA MESSEDER NETO, UFBA

Presidente


LUCAS RENAN FEITOSA ALVIM
Mestrando(a)

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa foi feita num contexto de muita neura!

Passei os primeiros meses do mestrado em estado de desespero, com muita insegurança, pouca produtividade e a saúde pra lá de mental.

Em meados de 2023, vi uma propaganda no finado Twitter/X de um sachê para melhorar a inteligência e o desempenho acadêmico. Faltou isso aqui para que eu comprasse uma tonelada! Eu sei que não iria resolver nem de longe o meu problema, mas parecia tentador tomar um pozinho com água que pudesse fazer as minhas mãos se moverem milagrosamente sobre o teclado do notebook e digitarem páginas e páginas de texto.

Confesso que ouvi horas seguidas de playlists no YouTube que diziam serem capazes de fazer meu cérebro vibrar nas frequências certas para o estudo, para aumentar foco, concentração e produtividade. Teve música para relaxar, música para pensar, música para acalmar ansiedade e exercício de meditação profunda para tranquilizar o cérebro e organizar os pensamentos. Essa parte eu testei porque era de graça. Spoiler: nada disso funcionou.

O que me ajudou mesmo foi buscar na coletividade e nas artes a potência necessária para levar essa tarefa adiante. Ainda que o processo de produção da pesquisa tenha sido doloroso e, por muitas vezes, solitário, eu não estive sozinho. Assim, aos que me emprestaram suas funções mentais enquanto as minhas pifavam, agradeço desde já!

Começo por agradecer à minha mãe, **Jane**. Desde o período da pandemia, tento ligar para ela todos os dias para saber como está, nem que seja para dizer somente um oi. Em muitas dessas ligações, foi ela quem me tranquilizou sobre o mestrado e me ajudou a organizar a cabeça. Como ela está formando em Psicologia, também trouxe muitas contribuições para o texto! Mainha é onde eu encontro paz, amor e calma. Ela tem essa energia que, de fato, faz o cérebro da gente vibrar positivo. Não consigo transpor em palavras o tamanho do meu amor e do meu agradecimento por tudo! Chegamos juntos até aqui. Você é a minha força. Eu te amo.

Agradeço à minha família, que tanto sentiu minha falta ao longo desse processo. À minha irmã **Marcella**, essa força da natureza que tanto amo e ainda cuida de mim. Ao meu irmão **Júnior**, que sempre me inspirou a seguir na carreira de professor e quem admiro tanto. Ao meu irmão **Mateus**, que mesmo na outra ponta do país, ainda se faz presente e com as melhores histórias. À minha irmã **Yana**, a quem devo muitos abraços pelos últimos anos e sinto falta. Ao meu irmão **Umberto**, que em vários momentos desse mestrado jogou um lolzinho comigo, tirando a sensação de sufoco da pesquisa. Amo vocês.

Agradeço ao meu cunhado **Alexandre**, por todo zelo e cuidado comigo. Por todo aconselhamento e acolhimento desde que me conheceu. Por muito, também agradeço à **Michele** e **Mabele**, minhas cunhadas que amo muito!

Para meus sobrinhos e sobrinhas que tanto amo, também agradeço. **Artur** (*in memoriam*), **Cauê**, **Gabriel**, **Júlia**, **Luma**, **Maria Clara** e **Sofia**. Vocês são um constante lembrete do porquê é preciso mudar o mundo. São vocês que deixam a minha vida mais leve.

E, em toda essa loucura do mestrado, **Ises Cabral** estava lá comigo. Entramos juntos e estamos saindo juntos! Sem Ises, não teria essa pesquisa. Foi ela quem, em muitos momentos, me impediu de apertar o botão da desistência (e não foram poucas vezes).

Eu tenho uma leve tendência ao drama e Ises, com toda a paciência do mundo, estava ali também para mandar eu acordar pra vida e deixar de exageros. Obrigado por me escutar (e por dizer quando eu estava me fazendo de coitado também!).

E a gente não passou pouca coisa. Foi trabalho em grupo feito em dupla, reclamação alheia de colegas, brigamos com pessoas, professores... muita treta! E no meio desse caos, sinto que nossa amizade sai muito mais fortalecida. Já estamos prontos para dar um murro na cara da ansiedade e partir para a próxima etapa da jornada! Obrigado por tudo.

Durante o mestrado, **Helen** também esteve muito presente! Não é novidade para ninguém que nós pegamos várias matérias juntos só para fofocar e comprar pão na FACED. A gente também estudou, porque não somos bagunça! Obrigado por todos os momentos de confissão e risadas dentro e fora da UFBA. Estar com você é sempre um grande momento e as nossas fofocas diminuem a rigidez da vida acadêmica.

Se teve uma pessoa que me viu chorar demais nesses últimos tempos foi **Igor**. A gente passou por umas situações meio “precisamos matar dez dragões por dia com um graveto e um sonho” que não é pra qualquer cérebro aguentar! Nos últimos meses, Igor me ajudou a segurar as pontas e a olhar para frente nos momentos em que a esperança realmente parecia ter feito a passagem eterna. Amigo, essa pesquisa também é nossa! Obrigado por todo apoio e por ter cuidado do meu gatinho quando eu não pude estar presente.

Agradeço à **Iza**, que mesmo do outro lado do planeta me ajudou em MUITA coisa dessa pesquisa. Sem você, eu não teria conseguido digitar nem a primeira planilha para organizar meus dados. Porém, mais do que isso, agradeço por todos os conselhos e palavras de cuidado nas últimas etapas desta dissertação.

Peu, muito obrigado. Por todas as vezes que você compartilhou comigo sobre o processo de fazer pesquisa, que você se fez disponível para me ajudar nesta dissertação. Obrigado por

me escutar e por perguntar como eu estava após ver uns tweets meus meio “NÃO QUERO MAIS SABER DE MESTRADO” e afins.

Para as pessoas que fazem e/ou fizeram parte do grupo de pesquisa Enconciências, muito obrigado. Agradeço à **Caio, Meiri, Lore, Alê, Victor, Carol, Maisa, Ingrid, Cynthia, Maurício e Márcio** pelo apoio e acolhimento nessa jornada da pesquisa. Aos recém-chegados no grupo, **Alanderson e Lekan**, desejo as boas-vindas e que possamos trocar mais figurinhas de nossas pesquisas! Eu aprendi e ainda estou aprendendo coisa pra caramba com vocês!

Não poderia deixar de mencionar o quanto **Maeve** também ajudou nesse processo. Agradeço por todo acolhimento, pelas conversas nas sextas, as fofocas e as fotinhas do Instagram!

Deixo registrado meus sinceros agradecimentos à **Janis**, pessoa com quem tenho compartilhado uma vida inteira. Nos últimos anos, ela tem ouvido todas as minhas reclamações sobre o mestrado e acho que não aguenta mais! Amiga, obrigado por ser Arte na minha vida, por mostrar que as coisas não precisam ser tão rígidas. A gente passou por tanta coisa nesses tempos, hora de comemorar! Você traz vida para mim.

Agradeço, sempre, a mãe de Janis, **Cinara**. Essa pessoa me acolheu em sua família com tanto zelo, tanto carinho e há anos cuida também de mim. Não tenho outra forma de agradecer no momento senão deixando este registro.

Agradeço à **Natalia** sem acento. Natu, para os íntimos. A pessoa que amo. Para a pessoa que tem embarcado nas minhas melhores e piores ideias desde a adolescência. Nossa relação ultrapassa as ausências e as distâncias. Estendo esse agradecimento também à toda família de Natalia, que há anos me acolhe e me recebe muito bem! Te amo.

Agradeço à **Yasmin** por todo carinho, cuidado, por sempre tentar me puxar para perto quando estou distante. Prometo que eventualmente pagarei o jantar que devo! Agradeço à **Saulo** pelo companheirismo e por ser uma das poucas pessoas que entendem sobre o drama de ser otaku. Agradeço também à **Indiara e Fran**, do fundo do meu coração. Obrigado por tudo. Amo vocês.

Essa pesquisa nem teria começado se eu não tivesse aprendido a ter mais coragem em dar o primeiro passo. Agradeço à **Laura Bicelli** por todo o incentivo. Ela é uma grande amiga que a vida me deu e que passou tanto estresse comigo num período tão sensível para o mundo.

Para as pessoas que, em minha juventude, me ensinaram o que é família e amor. Agradeço à **Andressa e Rafael**, por muito. Quando penso em vocês, dá um quentinho no coração, uma sensação de conforto. Sou quem sou por vocês também. Por essa razão, entendo

que devo agradecer também à outras pessoas que fizeram parte da minha jornada, como **Mariana, Vanessa, Danilo e Paulo Henrique**.

Agradeço ao Show da Química e as duas últimas unidades de membros, **Luana e Patrick**. Entre mortos e feridos, cá estamos resistindo dentro daquela salinha minúscula do Instituto de Química.

À **Marina**, meus sinceros agradecimentos por compartilhar comigo muitos conhecimentos da Química e pela enorme ajuda em diversos momentos ao longo dos últimos meses. Ao professor Dr. **Rafael Siqueira** e à professora Dra. **Letícia Pereira**, ambos da UFBA, também pelo apoio ao longo dos últimos anos.

Agradeço ao professor Dr. **Edilson Fortuna de Moradillo**. Eu fui orientando de Edilson na graduação e essa dissertação é, com certeza, uma continuidade de todas as coisas que pude aprender com você. Obrigado por ter dedicado seu tempo à leitura da minha pesquisa, pelas correções na qualificação e por ter feito parte desse processo.

Agradeço à professora Dra. **Angelina Pandita-Pereira**, quem admiro desde o grupo de estudos em 2019. Agradeço pelas contribuições nessa pesquisa e, mais que isso, pela contribuição na minha formação humana e profissional. Suas considerações no grupo de estudos e na qualificação me fizeram enxergar essa pesquisa com outros olhos.

Por fim, obrigado por tudo, **Hélio**. Meu orientador e grande amigo. Obrigado pela confiança no meu trabalho e por ter assumido essa tarefa neurocientífica nada simples. Em todos os momentos que tudo parecia uma bagunça (e na minha cabeça uma grande catástrofe), você estava lá para ajudar e acolher. Obrigado por toda paciência, cuidado e por ter me feito apagar os trechos da pesquisa que vieram diretamente da Coitadolândia!

Coisa que todo mundo diz e eu vou dizer também: Não sabemos qual a mágica que você faz, mas todo final de reunião de orientação sempre dá uma vontade de fazer mil pesquisas e ler infinitos textos. Como pode, né? Uma pessoa só trazer tanta potência, energia e fôlego em poucos minutos. Tem um eu nessa pesquisa antes e depois de aprender contigo!

A sensação que tive quando iniciei os estudos em Neurociências foi de ter entrado numa longa noite de inverno. Com a ajuda de todas e todos vocês, essa sensação foi desaparecendo pouco a pouco.

Estes são meus nada “neuro” agradecimentos. Amo vocês.

As pessoas vêm e vão, mas permanecem as forças criativas dos grandes eventos históricos, as ideias e feitos importantes.

Alexander Romanovich Luria

De fato, são as ideias que permanecem. Mas são os seres humanos que lhes dão vida.

Michael Cole

Alvim, Lucas R. F. Se tirar o neuro, sobra o que? Uma análise crítica das relações entre o Ensino de Ciências e as Neurociências a partir das contribuições de A. R. Luria. 214 f. 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

RESUMO

A virada “neurocientífica” no final do século XX foi marcada pela intensificação de publicações no campo das Neurociências e de popularização desses conhecimentos. Vários campos, incluindo as Ciências Humanas, buscaram nos achados sobre o cérebro possíveis contribuições para seus problemas, e, entre essas áreas, a Educação e o Ensino de Ciências. Desse modo, pesquisas no Ensino de Ciências foram produzidas visando construir pontes com as Neurociências, mobilizando conhecimentos e achados ditos neurocientíficos para pensar a formação docente e organizar a atividade docente. Essa pesquisa buscou analisar, nos trabalhos da área de Ensino de Ciências, as concepções de Neurociências presentes e a validade das implicações para formação e atuação docente. Como suporte teórico para a análise dos trabalhos, buscamos contribuições nas obras do psicólogo e médico soviético A. R. Luria (1902-1977), ancorado no Materialismo Histórico-Dialético e na Psicologia Histórico-Cultural, para pensar a Neurociência. Essa pesquisa qualitativa consistiu numa revisão sistemática de literatura e foram analisados 29 trabalhos publicados entre 2012 e 2022 (1 tese de doutorado, 14 dissertações de mestrado e 14 artigos). Analisamos os trabalhos e elaboramos dois eixos de análise: 1) Pressupostos para formação e atuação docente; 2) Proposições para escolhas metodológicas e procedimentais. Concluímos que as pesquisas têm reproduzido concepções hegemônicas e ideológicas sobre as Neurociências, a partir do funcionamento do sistema nervoso, além da reprodução de neuromitos. Ao não debaterem sobre aspectos epistemológicos das Neurociências, as pesquisas acabam por reproduzir concepções ideológicas e naturalizantes sobre indivíduo e desenvolvimento, levando à culpabilização de estudantes e docentes no que tange ao fracasso do processo educativo.

Palavras-chave: Neurociência; Ensino de Ciências; Luria; Psicologia Histórico-Cultural.

ABSTRACT

The "neuroscientific" turn at the end of the 20th century was marked by an increase in publications in the field of Neuroscience and the popularization of this knowledge. Various fields, including the Humanities, sought possible contributions from brain research to address their issues, and among these areas were Education and Science Teaching. As a result, research in Science Teaching was produced with the aim of building bridges with Neuroscience, mobilizing so-called neuroscientific knowledge and findings to rethink teacher education and organize teaching activities. This research aimed to analyze the conceptions of Neuroscience present in Science Teaching studies and the validity of their implications for teacher training and practice. As theoretical support for the analysis of these studies, we drew on the works of Soviet psychologist and physician A. R. Luria (1902-1977), grounded in Historical-Dialectical Materialism and Cultural-Historical Psychology, to reflect on Neuroscience. This qualitative research consisted of a systematic literature review, analyzing 29 works published between 2012 and 2022 (1 doctoral thesis, 14 master's dissertations, and 14 articles). We analyzed the works and developed two axes of analysis: 1) Assumptions for teacher training and practice; 2) Proposals for methodological and procedural choices. We concluded that the research has reproduced hegemonic and ideological conceptions of Neuroscience, based on the functioning of the nervous system, as well as the reproduction of neuromyths. By not addressing the epistemological aspects of Neuroscience, these studies end up reproducing ideological and naturalizing conceptions about the individual and development, leading to the blaming of students and teachers for the failure of the educational process.

Keywords: Neuroscience, Science Teaching, Luria, Cultural-Historical Psychology

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 - UM “NEURO” E VÁRIAS “CIÊNCIAS”? FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA PESQUISA	26
1.1 TENTANDO RESPONDER ÀS “GRANDES PERGUNTAS”: APONTAMENTOS GERAIS SOBRE O ESTUDO OBJETIVO DA CONSCIÊNCIA A PARTIR DE CONTRIBUIÇÕES DE A. R. LURIA.....	33
1.2 UMA BREVE EXPOSIÇÃO DOS PRINCÍPIOS GERAIS DA NEUROPSICOLOGIA ELABORADA POR A. R. LURIA E SEU GRUPO DE PESQUISA.....	45
1.3 OS CONCEITOS DE FUNÇÃO, LOCALIZAÇÃO, SINTOMA E ANÁLISE SINDRÔMICA NA OBRA DE LURIA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA ENTENDERMOS O CÉREBRO	56
1.3.1 Compreendendo o cérebro a partir das Unidades Funcionais	71
1.4 MATIZANDO O DEBATE SOBRE AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS QUE COMPÕEM O PSIQUISMO HUMANO	79
1.4.1 Funções Psicológicas Elementares e Superiores: Um debate romântico sobre a estrutura psicológica e a organização mental do psiquismo	85
CAPÍTULO 2 - AS RELAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS: O CAMINHO METODOLÓGICO TRILHADO E ANÁLISE DOS DADOS	135
2.1 NEM TODO NEURO É CIENTÍFICO: O CÉREBRO SEM SUJEITO E A CULPABILIZAÇÃO DOCENTE	144
2.2 SE O CÉREBRO É ATIVO, A METODOLOGIA TEM QUE SER A ATIVA?.....	179
CONSIDERAÇÕES FINAIS	198
REFERÊNCIAS	201
APÊNDICE A – TESES E DISSERTAÇÕES SELECIONADAS PARA A PESQUISA	211
APÊNDICE B -ARTIGOS SELECIONADOS PARA A PESQUISA	214

INTRODUÇÃO

Como um jovem aspirante a pesquisador, comecei esta dissertação com um elevado grau de ingenuidade. “Eu só vou estudar o cérebro, *tá* de boa!”. Não estava. Ainda não está. O choque de realidade experienciado neste processo de imersão no objeto de pesquisa foi enorme. Entendo também que houve muita beleza nesse processo e posso com certeza afirmar que existe um “eu” antes e depois deste trabalho. Espero poder compartilhar um pouco desse misto de sentimentos.

*

Professoras, professores, estudantes e instituições públicas de ensino têm resistido com muito esforço e luta coletiva nos últimos anos. Encaramos um período pandêmico de muito sofrimento psíquico e aprofundamento das desigualdades sociais no Brasil, enquanto tínhamos que estar diante de câmeras para dar aula ou assistir aula. A produtividade não podia parar! Paralelo a isso, a construção social da imagem do professor inimigo da sociedade, doutrinador, no período Bolsonaro, e incentivado pelo próprio e aliados, reverbera negativamente até hoje.

A redução orçamentária das escolas e universidades, a falta de bolsas de pesquisa na pós-graduação e a falta de mais recursos para a assistência e permanência estudantil são apenas alguns dos problemas que também têm se colocado diante de nós. Não à toa que as Universidades e Institutos Federais estiveram em greve durante os meses de abril a junho deste ano, na luta coletiva por melhores condições de trabalho, infraestrutura e direitos para os estudantes¹.

Os problemas não param por aqui. Estamos acompanhando, estarecidos, a realidade imposta com o Novo Ensino Médio, a consolidação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a redução da carga horária de disciplinas, itinerários formativos sem sentido, o aumento do volume de trabalho para docentes acompanhado de desvalorização da carreira. É entristecedor, a meu ver, encontrar pesquisas na área do Ensino de Ciências (EC) que buscam respaldo na BNCC para seus trabalhos, e, utilizando os termos de Dias e Siqueira (2023), vemos o recuo da teoria não só no currículo, mas também no campo. Não menos preocupante deixa de ser o avanço da Base Nacional Comum – Formação (BNC – Formação²) nas Universidades, a

¹ Dados sobre a Greve Docente Federal 2024 podem ser obtidos no site do Sindicato Nacional dos Docentes das Instituições de Ensino Superior. Disponível em: <https://www.andes.org.br/conteudos/noticia/greve-docente-federal-20241>. Acesso em: 06 jul. 2024.

² Aqui, consideramos as três vertentes do documento: CNE/CP nº 2, de 30 de agosto de 2022 (BNC-Formação Inicial); CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020 (BNC-Formação Continuada); e Resolução CNE/CP nº 3, de 16 de novembro de 2022 (BNC-Formação Educação Profissional Técnica de Nível Médio).

certificação em massa produzida no âmbito privado e a inércia do atual Ministro da Educação, Camilo Santana³.

Eu poderia ter começado esta pesquisa explicitando meu tema, mas esse é o contexto no qual essa dissertação foi produzida e é impossível não sentir os impactos dos problemas sociais no meu percurso na pós-graduação e na própria escrita do texto. Toda essa dissertação, toda essa pesquisa, foi feita sem financiamento, e, em alguns momentos, tive que me desdobrar em vários trabalhos para me manter e continuar na pós-graduação.

Produzir pesquisa nesse contexto não é nada fácil. E essa não é uma realidade somente minha. É por isso que, em muitos momentos desta pesquisa, eu precisei recorrer ao coletivo, ao meu círculo social, familiar e às produções artísticas mais variadas (animes, músicas, livros, filmes etc.). Um respiro. Dito isso, sigamos.

*

Eu me formei em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) em 2019, e durante a graduação tive contato com a Psicologia Histórico-Cultural, que passou a ser um enorme campo de interesse. Nesse mesmo ano, e com a pretensão de entrar no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências (PPGEFHC/UFBA-UEFS), bati na porta da sala do meu futuro orientador, Hélio, e fui tirar umas dúvidas, saber sobre o programa, pedir ajuda sobre o que pesquisar. Ele me deu um sopro, uma ideia. Na minha cabeça foi algo mais ou menos assim: “Olha, tem um soviético da Psicologia Histórico-Cultural que ninguém tá estudando, Luria, é uma opção...”. Quem foi Luria? Por que não tem ninguém estudando esse autor no Ensino de Ciências? Ficou um eco na minha cabeça e eu decidi embarcar nessa ideia dois anos depois.

No processo de escrita do anteprojeto, fiz uma revisão preliminar na literatura e, confirmando o que Hélio havia dito, até o início de 2021, não havia trabalhos em EC voltados para a discussão específica de suas obras, dos seus conceitos elaborados, nadinha. Ingressei no mestrado do PPGEFHC/UFBA-UEFS em agosto de 2021, com um projeto intitulado “Psicologia Histórico-Cultural e Educação: Possíveis contribuições das obras de Alexander R. Luria para o Ensino de Ciências”. No entanto, o fato de não ter ninguém pesquisando sobre ele não era ainda uma justificativa suficiente para sustentar a dissertação e nem as “possíveis contribuições”. Passei para a etapa de conhecer mais o autor e me aprofundar nas suas obras.

³ CÁSSIO, Fernando. Empresários golpeiam a formação docente pela segunda vez. **Carta Capital**, 29 jan. 2024. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/opiniao/empresarios-golpeiam-a-formacao-docente-pela-segunda-vez/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

Alexander R. Luria (1902-1977) foi um psicólogo e médico soviético que trabalhou em conjunto com Lev S. Vigotski (1896-1934) e Alexei Leontiev (1903-1979) na construção de uma Psicologia Geral e marxista, reconhecidos por serem os fundadores da Psicologia Histórico-Cultural.

Luria possui trabalhos em diversas frentes da Psicologia, mas foram os trabalhos em Neuropsicologia que lhe conferiram mais destaque nacional entre a classe médica e internacionalmente. Ele é reconhecido hoje como um dos maiores nomes da Neuropsicologia, não só pela criação do termo, mas também por ter consolidado essa vertente enquanto disciplina científica. Duas de suas obras mais famosas, *Higher Cortical Functions in Man* (Luria, 1966) e *The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology* (Luria, 1973) somam quase 20 mil citações pelos dados fornecidos no Google Acadêmico.⁴ A sua ampla projeção tem relações com o número de publicações⁵ dentro e fora da União Soviética e pelas relações estabelecidas com pesquisadores de outros países (incluindo S. Freud, B. Skinner, J. Piaget, J. Bruner, Oliver Sacks etc.). Oliver Sacks, neurocientista estadunidense renomado, prefaciou um dos livros de Luria publicado nos Estados Unidos com os seguintes dizeres:

Escreveu uma vintena de livros e algumas centenas de artigos, todos eles caracterizados por uma clareza cristalina de pensamento e de estilo, apaixonada sinceridade e, acima de tudo, amor pelo seu trabalho. Foi o mais importante e fecundo neuropsicólogo de seu tempo, e alçou a neuropsicologia a um requinte e simplicidade inimagináveis cinquenta anos atrás (Sacks, 2008, p. 9).

Atualmente, os trabalhos de Luria ainda são utilizados como referência na área de Reabilitação Neuropsicológica e muitos dos seus fundamentos sobre o cérebro e sua organização funcional serviram de base para o desenvolvimento científico moderno em Neurociências. Estudos mais recentes a partir de técnicas de imageamento têm confirmado o funcionamento dinâmico do cérebro e dos processos psicológicos superiores:

Os autores soviéticos introduziram o conceito de “mente” como sistema funcional complexo (SFC) de origem histórico-cultural, confirmado e avançado pela psicologia e pela neurociência cognitiva atual. Como SFC, o ato mental é um conjunto dinâmico de operações abstratas processadas em diversas regiões cerebrais interconexas, cada uma contribuindo com uma operação específica, como ocorre na memória e na solução de problemas (Damasceno, 2020, 156).

Esse apontamento é também reforçado nas publicações de obras de autores como Cubelli (2005) e Hazin *et al.* (2018). De modo complementar, e não excludente, Hazin *et al.*

⁴ Nesta dissertação, utilizarei o recurso itálico para destacar estrangeirismos, títulos de livros e passagens de obras mencionados nos capítulos e dentro dos parágrafos. Utilizarei o negrito para destacar passagens de citações, indicando com o termo “grifo nosso”, e destacar palavras que consideramos pertinentes.

⁵ Ainda há, hoje, uma grande dificuldade no campo de sistematizar tudo que o autor produziu. Luria publicou em periódicos dentro e fora da União Soviética, fora os trabalhos ainda não traduzidos (Homskaya, 2001).

(2018, p. 1142) nos dizem que o surgimento das novas tecnologias em neuroimagem cobrou da Neuropsicologia “uma redefinição e ampliação do alcance de suas práticas, para além do estabelecimento da correlação anatomoclínica”. Entendemos, nesse sentido, que o desenvolvimento tecnológico ampliou as possibilidades de uma visão mais integrada do funcionamento cerebral e na elaboração de avaliações neuropsicológicas, o que fortaleceu o campo da Neuropsicologia Histórico-Cultural (Hazin *et al.*, 2018).

Do ponto de vista materialista, tendo a prática como critério de verdade, as produções de Luria continuam sendo utilizadas no campo da Neuropsicologia porque explicam um conjunto de fenômenos e suas determinações. O problema, identificado por Tuleski (2007) e Tuleski e Gomes (2020), tem sido a incorporação equivocada dos conhecimentos lurianos descolados da base epistemológica marxista e seus vínculos com Vigotski.

Assim, prosseguindo com meus estudos nas obras de Luria em Neuropsicologia, sem saber ainda o que pesquisar, esbarrei no primeiro momento de angústia e sofrimento. Luria (1981; 1992) descreveu que para a criação desse novo ramo científico era necessária uma ampla revisão de literatura dos conhecimentos produzidos e sistematizados no campo das Neurociências anteriores a ele. Eu vi vários nomes e não entendia bem as referências.

Para entender esse “estado da arte” que Luria produziu, precisei recorrer a algumas obras, e, entre elas, *A falsa medida do homem*, de Stephen Jay Gould (2014). Esse é um livro que dá muito embrulho no estômago na medida que expõe as produções em Neurociências dos séculos passados. Gould (2014) apresenta um amplo panorama no desenvolvimento dos conhecimentos neurocientíficos (e dos pseudoconhecimentos que ainda perduram nos tempos de hoje) às custas de muito sangue, racismo e eugenia. Esse foi um dos momentos da pesquisa que eu percebi que não estava nada bem.

Parte do meu processo de entendimento do cérebro consistiu em assistir aulas de Neuroanatomia ministradas online por docentes de universidades federais e estaduais e utilizar algumas obras do campo como referência, como Machado (2005). Foi muito difícil olhar para as imagens dos livros e ver a manipulação de órgãos e vísceras. O processo de entender o campo das Neurociências em sua concreticidade é extremamente doloroso, e mais ainda pela forma como os conhecimentos são tratados e expostos: de modo linear, cronológico e sem muita discussão sobre os fundamentos de suas elaborações.

Além disso, nesses estudos da elaboração da Neuropsicologia, Luria menciona uma de suas principais referências no campo da fisiologia cerebral, o russo Pieter Kuzmitch Anokhin (1898-1974). Anokhin foi o responsável pela teoria do sistema funcional do cérebro, ou seja, o funcionamento de partes em conjunto do cérebro para a realização de uma ação, não uma região

isolada. Aqui começa uma outra mini história. Vou ser sucinto. Confesso que me senti num episódio do Rádio Novelo Apresenta⁶.

Meu querido professor Dr. Hélio, em algum momento do mestrado, me encaminhou um print com a foto do livro *Cérebro, Neurônio, Sinapse: Teoria do Sistema Funcional de P. Anokhin seguidor avançado de I. P. Pavlov*, escrito pelo Dr. João Belline Burza a partir dos estudos com o próprio Anokhin, publicado pela Editora Ícone em 1986. Livro antigo, poucos exemplares disponíveis, mas consegui um. O livro chegou e um mundo inteiro veio junto com ele. Um dos prefácios da obra é de Jorge Amado (sim, o escritor baiano). Mais alinhado ao comunismo, Jorge Amado (acompanhado da esposa, Zélia Gattai) visitou a União Soviética 20 vezes. Ele também era amigo do autor da obra e do próprio Anokhin.

Quanto aos seus trabalhos relativos ao estudo do cérebro, discípulo de Pavlov e seu continuador, nada posso acrescentar ao que se lerá no livro [...] pois minha ignorância no assunto é tão grande, senão maior do que os conhecimentos do mestre russo. Posso, no entanto, dar um pequeno depoimento sobre a personalidade humana do Laureado com o Prêmio Lenin de Fisiologia e Medicina. Era uma pessoa absolutamente encantadora, amável e modesta, a quem o sucesso não subira à cabeça. [...]. O especialista do cérebro transformava-se então, num poeta, num apaixonado poeta, íntimo das coisas e da vida, mestre da verdadeira grandeza (Amado, 1986, p. 15-16).

O segundo prefácio foi do Dr. Antonio Branco Lefèvre (1916-1981), um médico brasileiro famoso e referência nacional/internacional em Neurologia Infantil, considerado o “patrono e fundador da Neuropsicologia brasileira” (Hazin *et al.*, 2018, p. 1143). Nesse texto, Lefèvre (1986) reforça a importância dos estudos de Luria sobre organização cerebral, reconhecendo que seu trabalho tem origem nas teses de Anokhin, além de tecer muitos elogios ao autor. No entanto, a passagem que me interessa é a seguinte:

Muito temos que aprender com a divulgação entre nós do pensamento deste grande neurofisiologista, que os brasileiros não chegaram a conhecer pessoalmente, em virtude da interferência obscurantista dos homens que dominaram o poder decisório dos negros anos da recente ditadura. Especialmente lamentável é este fato, pois Anokhin no momento em que se despediu de mim e de minha esposa em Moscou marcou um encontro no Amazonas que ele, desde criança, ambicionava ver. [...] “não quero morrer sem ver o Amazonas”, ele nos disse. Esta é mais uma frustração que deverá ser debitada aos nossos ditadores (Lefèvre, 1986, p. 18).

O período descrito refere-se à ditadura cívico-empresarial-militar que houve no Brasil. Além de interromper o intercâmbio entre cientistas, perseguiu o terceiro protagonista dessa história, o professor Dr. João Belline Burza. O autor da obra, médico psiquiatra, neurologista e

⁶ Faço aqui referência ao meu podcast jornalístico favorito. Nos termos do podcast, lá tem “histórias que você nem sabia que precisava ouvir”. Saiba mais em: <https://radionovelo.com.br/>.

amigo de Anokhin, fazia constantes viagens para a União Soviética e estudava diretamente com o discípulo de Pavlov.

De acordo com registros do Museu Histórico da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP)⁷, o professor foi preso após o golpe de 1964 e ficou detido por seis meses, perdeu os direitos políticos, teve sua casa revirada e documentações apreendidas. No entanto, ele conseguiu fugir e se exilou na União Soviética, onde atuou como professor titular de Fisiologia. Em 1974, quando retornou ao Brasil, foi preso no aeroporto e detido por três meses. Com a saúde fragilizada, ele foi solto e abandonou a vida acadêmica, dedicando-se ao consultório. Nesse processo, quase perdeu os manuscritos do livro para a polícia.

Essa cadeia de fatos, as informações do livro, as histórias das pessoas, a desgraça da ditadura... Esse foi o segundo momento da dissertação que mais me marcou. São histórias de vida e morte que compõem todo um contexto brasileiro e soviético. São informações que conectam nessa pesquisa fatos que antes estavam dispersos para mim. Elemento importante, mas não menos do que toda essa obra. Mais uma vez, estou convencido de que estudar esse campo não é de forma alguma somente estudar o cérebro.

A história da Neurociência mundial é também a história dos pesquisadores da União Soviética e de como seus trabalhos repercutiram. Os estudos de Ivan Pavlov sobre os reflexos condicionados, os estudos de N. A. Bernshtein sobre componentes da motricidade, os trabalhos de Pioter Kuzmitch Anokhin sobre a teoria do sistema funcional do cérebro e os trabalhos de Luria na descrição dos sistemas funcionais e dos processos afásicos trouxeram contribuições enormes para a Neuropsicologia de todo o mundo. As possibilidades, mesmo dentro das contradições de produção acadêmica na antiga União Soviética, são invejáveis, se pensarmos no nosso momento agora.

Até esse ponto da pesquisa, eu ainda não fazia ideia do que fazer. Passei muito tempo do mestrado num drama enorme, me sentindo um pesquisador sem pesquisa. O que eu poderia fazer com tanta informação? O que efetivamente de Luria poderia agregar ao EC? Nesse momento de crise, Tateando entre textos e artigos na internet, passei a buscar textos de EC que discutissem sobre Neurociências, atrás de uma inspiração e para compreender como o campo estava lidando com essa relação. Incômodos e inquietações emergiram dessas leituras. Assim,

⁷ Informação adquirida pela plataforma online do museu. Disponível em: http://site.mast.br/ciencia_na_ditadura/joao_burza.html. Acesso em: 29 jun. 2024. Além dessa fonte, informações detalhadas sobre vida e participação do autor na divulgação da medicina soviética no Brasil podem ser encontradas em: MIRANDA, Gabriela Alves. **Embaixadores da medicina soviética: médicos comunistas, saúde e propaganda política no Brasil (décadas 1930/1950)**. 2023. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde) – Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2023.

sistematizei um breve panorama das relações entre Neurociências e EC. Como essa relação foi se estruturando ao longo dos anos? O que realmente a Neurociência trouxe de contribuição para o EC? O que é essa Neurociência Cognitiva que tem aparecido em todos os trabalhos? Um breve contexto abaixo.

Em geral, costuma-se chamar de “a década do cérebro” – tradição dos Estados Unidos – o período compreendido entre 1990 e os anos 2000, por conta dos avanços nas pesquisas em Neurociências e do Projeto Genoma Humano. Dados os apontamentos discutidos acima, eu discordo politicamente dessa afirmação. Segundo Guerra (2011), avanços nas técnicas de neuroimagem, eletrofisiologia e dados da genética permitiram um estudo mais acurado de funções cognitivas específicas, esclarecendo mais aspectos sobre o funcionamento do Sistema Nervoso. Os avanços da mecânica quântica e radioatividade durante o século XIX possibilitaram a criação de técnicas não invasivas de imageamento do cérebro.

Segundo Vidal e Ortega (2019), as novas disciplinas “neuro” (Neuroeducação, Neuroantropologia, Neurodireito, Neuroteologia etc.) buscaram reconfigurar as Ciências Humanas a partir dos conhecimentos do sistema nervoso. A partir dos achados com as neuroimagens, esses campos buscaram (e ainda buscam) correlatos neurais dos comportamentos e dos processos mentais.

Originalmente preocupados principalmente em compreender funções sensoriais e motoras, os estudos de imagens do cérebro passaram a partir do começo dos anos 1990 a lidar cada vez mais com questões de possíveis implicações éticas, legais e sociais, como comportamento, cooperação e competição, violência, preferência política ou experiência religiosa. Empreendimentos comerciais, como o neuromarketing, se desenvolveram ao mesmo tempo. A mídia, tanto a popular quanto a especializada, abriu muito espaço para esses novos campos, assim destacando a rapidez com que o conhecimento neurocientífico avança para além dos limites da pesquisa cerebral propriamente dita, para diferentes áreas da vida e da cultura como um todo (Vidal; Ortega, 2019, p. 19).

Ademais, não podemos dizer precisamente quando as relações entre Neurociências e Educação passaram a ser objeto de estudo no Brasil, mas Guerra (2011) aponta esse momento da história enquanto um marcador importante. Com o “boom” de novas informações sobre os mecanismos cerebrais subjacentes à aprendizagem, muitas pesquisas em Educação, Ensino de Ciências e diversas outras áreas buscaram contributos no campo das Neurociências, visando uma melhor compreensão dos processos educativos e dos problemas de aprendizagem. Nos buscadores (CAPES; Scielo; Google Acadêmico), aparecem inúmeras pesquisas que propõem criar uma ponte entre essas áreas, com a finalidade de aprimorar a prática pedagógica.

Guerra (2011) faz uma ressalva sobre a disseminação dos conteúdos neurocientíficos, apontando que houve uma divulgação massiva das pesquisas e sem muito cuidado, trazendo

conclusões equivocadas e interpretações sem bases científicas. A divulgação descuidada de dados parciais das pesquisas no início dos anos 2000 e as altas expectativas com os achados contribuíram para a formação dos “neuromitos”, termo usado para referir-se a concepções falsas sobre as Neurociências. Entre esses “neuromitos” há a ideia de que usamos apenas 10% do cérebro ou de que ambientes enriquecidos e cheios de estímulos ampliam as sinaptogênese em crianças (Guerra, 2011; Silva, 2020).

Os neuromitos são derivações grosseiras de pesquisas envolvendo aspectos das Neurociências e reproduzidos socialmente enquanto fatos verdadeiros, seja pela mídia ou pela própria comunidade científica. O neuromito sobre os “10%” são inferências a partir de estudos que visavam a localização de funções cerebrais em regiões específicas do cérebro. As afirmações sobre os ambientes enriquecidos, como veremos nos próximos capítulos, resultam de uma transposição de dados obtidos com ratos testados em ambientes controlados. De acordo com Silva (2020), há uma prevalência significativa dessas concepções entre docentes do Ensino de Ciências atualmente.

A despeito das expectativas criadas no campo do Ensino de Ciências e os achados modernos das Neurociências, pesquisadoras como Stern (2005, p. 745, tradução nossa) afirmavam categoricamente que “a neurociência por si só não pode fornecer o conhecimento específico necessário para projetar fortes ambientes de aprendizagem em áreas específicas de conteúdo escolar”. Guerra (2011, p. 5, grifo nosso) aponta:

A educação não é investigada e explicada da mesma forma que a neurotransmissão. Ela não é regulada apenas por leis físicas, mas também por aspectos humanos que incluem sala de aula, dinâmica do processo ensino-aprendizagem, escola, família, comunidade, políticas públicas. **Descobertas em neurociências não se aplicam direta e imediatamente na escola.** A aplicação desse conhecimento no contexto educacional tem limitações. As neurociências podem informar a educação, mas não explicá-la ou fornecer prescrições, receitas que garantam resultados. Teorias psicológicas baseadas nos mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem podem inspirar objetivos e estratégias educacionais.

Vidal e Ortega (2019, p. 20) vão um pouco além na crítica, afirmando que, apesar dessas novas áreas (incluindo a Neuroeducação) estarem propondo a solução de problemas seculares das Ciências Humanas, “esses novos campos empregam métodos que são intrinsecamente inadequados aos objetos e fenômenos que alegam estudar”. O que nos indica, a princípio, alguns problemas que são de origem epistemológica, até então desconsiderados pelas outras autoras.

Apesar do que foi dito acima, os rumos dos acontecimentos não foram bem assim. Nas minhas buscas iniciais desta pesquisa, tive contato com o texto publicado pela Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), no ano de 2002, intitulado *Understanding the brain: Towards a New Learning Science*. Esse trabalho foi traduzido para o português com

autoria da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o título de *Compreendendo o cérebro: Rumo a uma nova ciência do aprendizado*, publicado pela Editora Senac São Paulo (OCDE, 2003). A obra apresenta pesquisas em Neurociências feitas por cientistas renomados do campo, como Stanilas Dehaene, Antonio Damasio e Michael Gazzaniga. Além disso, a obra traçou inúmeros avanços do campo, assim como as expectativas para a Neurociência do futuro.

Porém, nem tudo são flores. Alguns aspectos desse documento me chamaram a atenção, como os três princípios que norteiam a publicação e como estes desembocavam de modo grotesco na Educação. Estes três princípios são voltados para desenvolver um diálogo criativo entre disciplinas variadas, encontrar contribuições da Neurociência Cognitiva para a Educação e para as políticas públicas, além de identificar quais questões e problemas perpassam pela aprendizagem humana, em que a educação necessitaria de apoio de outras áreas do saber (OECD, 2002).

O texto, sob tais eixos, visou discutir as contribuições do campo da Neurociência Cognitiva para a Educação até aquele momento, as expectativas futuras e as possibilidades de enriquecer o campo das políticas públicas educacionais, porém, a compreensão sobre a Educação é extremamente problemática, ao considerar que apenas a Neurociência Cognitiva pode conferir ao campo o status de área verdadeiramente científica. Destaco as seguintes passagens:

A educação não é uma disciplina autônoma. Como a medicina ou a arquitetura, ela depende de outras disciplinas para sua base teórica. Mas, **ao contrário da arquitetura ou da medicina, a educação ainda está em um estágio primitivo de desenvolvimento**. É uma arte, não uma ciência (OECD, 2002, p. 9, tradução nossa, grifo nosso).

“A característica distintiva da educação médica hoje é a minúcia com que o conhecimento teórico e científico é fundido com o que a experiência ensina na responsabilidade prática de cuidar de seres humanos...”. Pode-se dizer o mesmo sobre a formação de professores? A experiência da responsabilidade prática de ensinar jovens ou adultos revela a importância primordial da motivação, confiança e um bom exemplo de sucesso. Com esses elementos, a aprendizagem raramente falha; sem eles, raramente tem sucesso. **Essas observações simples, e similares, extraídas da experiência prática de ensino ainda não são sustentadas por uma base segura de conhecimento científico e teórico** (OECD, 2002, p. 9, tradução nossa, grifo nosso).

A educação hoje é uma disciplina pré-científica, dependente da psicologia (filosofia, sociologia etc.) para sua base teórica. Este livro explora a possibilidade de que a neurociência cognitiva possa, em tempo devido, oferecer uma base mais sólida para a compreensão da aprendizagem e a prática do ensino. Alguns acham que isso pode ser um passo grande demais no momento. Certamente foi no passado, mas será no futuro? Veremos (OECD, 2002, p. 10, tradução nossa, grifo nosso).

Acredito que essas citações auxiliem quem está lendo esta pesquisa a entender qual a concepção de Educação que atravessa o documento. Para além do completo desrespeito com docentes, pesquisadoras e pesquisadores em Educação, o documento reforça estereótipos do tipo “as Ciências Exatas são superiores às Ciências Humanas” ou “quem faz pesquisa em Educação não é pesquisador de verdade”, como já ouvi de alguns colegas de profissão da Química que trabalham em bancadas de laboratório e usam aparelhos sofisticados.

Essa era a expectativa da relação entre Neurociência e Educação para o futuro. Em 2007, a OECD lançou outra publicação intitulada *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science* (Compreendendo o cérebro: O nascimento de uma ciência da aprendizagem, tradução nossa). Pelo título, podemos notar que, com o passar dos anos, a concepção de educação permaneceu a mesma e foi “enriquecida” por mais pesquisas no campo das Neurociências, e, nos termos do documento, a “neurociência educacional pode ajudar a impulsionar a **criação de uma real ciência da aprendizagem**” (OECD, 2007, p. 13, tradução nossa, grifo nosso).

Trago estes apontamentos porque, ao ler o texto da OECD (2002), pude perceber esses aspectos problemáticos da abordagem entre Neurociência e Educação tecidas com base nas minhas leituras prévias e nos apontamentos de Stern (2005) e Guerra (2011). Não coube a esta dissertação fazer uma análise pormenorizada do texto (fica aí de sugestão de pesquisa, ok?), mas há um predomínio naturalista da relação entre Neurociência e Educação, uma visão claramente deturpada de Educação e implicações para políticas públicas educacionais, no mínimo, preocupantes.

Cabe lembrar que a OECD é responsável pelo *Programme for International Student Assessment* (PISA), um programa de avaliação padronizado em larga escala de ocorrência trienal para estudantes na faixa etária dos 15 anos (Soares, 2020). No Brasil, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) é responsável pela viabilização da avaliação em escala nacional para as habilidades de leitura, matemática e ciências. A crítica aos padrões internacionais de avaliação em larga escala, no contexto capitalista que vivemos, já se encontra amplamente elaborada no campo em Siqueira (2019), nos textos do livro *Educação contra a barbárie: por escolas democráticas e pela liberdade de ensinar*, organizado pelo professor Dr. Fernando Cássio (2019), e outras pesquisas mais.

O Brasil está engajado com a OECD desde 1994, apesar de ter se tornado parceiro-chave apenas em 2007.⁸ Segundo informações do Ministério da Economia⁹, a OECD atua como “uma referência mundial no debate econômico e de boas práticas de políticas públicas” além de “facilitar o diálogo e a promoção de padrões convergentes entre seus países-membros, com vistas a aperfeiçoar políticas públicas”, entre estas políticas, situam-se as educacionais. Porém, como nos alerta Soares (2020):

A expansão da onda neoliberal na América Latina a partir dos anos 1990 teve como uma de suas características a influência de organizações internacionais como o Banco Mundial e a OCDE nas políticas econômicas dos países. Para estas organizações, lideradas por países credores e altamente industrializados, é interessante um discurso desenvolvimentista baseado em cortes de gastos públicos, empréstimos financeiros e parcerias público-privadas, que permita a expansão dos investimentos internacionais (Soares, 2020, p. 21-22).

Eu busquei olhar esses documentos da OECD entendendo que o desenvolvimento científico não acontece desgarrado do contexto social e político que está inserido. Não foi meu objetivo averiguar minuciosamente a repercussão deste documento no Brasil entre a comunidade científica, porém o texto da OECD (2002) apareceu em alguns trabalhos das minhas leituras em Neurociências e EC, o que apontou um possível caminho para esta pesquisa.

Além disso, nos tempos atuais, estamos sendo o tempo inteiro bombardeados com pseudo informações sobre o cérebro, sachê para melhorar a inteligência em farmácia, vídeo no YouTube ensinando a “malhar” o cérebro, livros se propondo a criar caminhos para melhorar esta ou aquela função psicológica, práticas de *mindfulness* para melhoria do cérebro... E todas essas proposições partem de um princípio falso de pensar o cérebro como um órgão completamente autônomo com relação à pessoa que o detém (Luria, 1981). Nos termos de Vidal e Ortega (2019), é a materialização do “sujeito-cérebro” enquanto uma ideologia de efeitos danosos e concretos para a sociedade.

Assim, compreendendo o terreno pantanoso das Neurociências e os aspectos ideológicos que estão imbricados em sua estrutura (nem sempre tão evidentes), e reconhecendo também as fragilidades apontadas na relação entre o prefixo “neuro” e a Educação (Stern, 2005; Guerra, 2011; Vidal; Ortega, 2019), elaboramos esta dissertação de mestrado a fim de compreender o que as pesquisas do Ensino de Ciências entendem por Neurociências e classificam enquanto conhecimentos científicos.

⁸ Essa informação pode ser encontrada no site da OECD. Disponível em: <https://www.oecd.org/latin-america/paises/brasil-portugues/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

⁹ BRASIL. Entenda a relação de cooperação entre o Brasil e a OCDE. **Ministério da Economia**, Brasília, 31 out. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2019/12/entenda-a-relacao-de-cooperacao-entre-o-brasil-e-a-ocde>. Acesso em: 01 jul. 2024.

Notamos, a partir da revisão preliminar, que a mobilização indevida dos conhecimentos neurocientíficos podem reproduzir concepções já superadas na própria área ou ideias falsas que sequer são consideradas enquanto científicas, além poderem acabar carregando nas entrelinhas determinadas concepções de gênero, ciência, educação, raça e classe sob o manto ideológico capitalista.

Desse modo, partimos para a investigação no campo do Ensino de Ciências tentando entender o que as pesquisas consideram como Neurociências e de que modo isso é levado a cabo nas pesquisas para pensar formação e atuação docente. Temos por questão orientadora desta dissertação entender: **O que as pesquisas do Ensino de Ciências compreendem por Neurociência e de que modo mobilizam conhecimentos ditos neurocientíficos para tratar do planejamento e execução das atividades pedagógicas?**

Objetivamos identificar e analisar quais aspectos das Neurociências estão sendo incorporados no campo do Ensino de Ciências, tendo como lente teórica a Neuropsicologia elaborada por A. R. Luria e a Psicologia Histórico-Cultural. Entendemos a partir das pesquisas lurianas que o estudo objetivo do cérebro e seu funcionamento não deixam de carregar concepções de sujeito, desenvolvimento, sociedade e mundo que interferem tanto no delinear das pesquisas neurocientíficas quanto na interpretação dos resultados obtidos, incluindo aqui também o que pode ou não ser chamado de neurocientífico. Acreditamos que uma abordagem materialista do problema possa ajudar a entender um panorama geral do campo do Ensino de Ciências, dando algumas pistas de como podemos seguir adiante.

O **Capítulo 1** foi dedicado a expor alguns dos principais conceitos elaborados por Luria ao longo dos anos sobre o cérebro, sua organização e funcionamento, levando em consideração o seu referencial teórico-metodológico: o Materialismo Histórico-Dialético. A partir do estudo sistemático da biografia do autor e de suas publicações, demos um enfoque maior para os textos que consideramos mais importantes no trato dos fundamentos da Neuropsicologia e do método de pesquisa: *Fundamentos de Neuropsicologia* (Luria, 1981); *Higher Cortical Functions in Man* (Luria, 1966) e *Curso de Psicologia* (Luria, 1979a; 1979b; 1979c; 1979d). Não deixamos de utilizar outras publicações do autor como suporte, como a sua autobiografia *A construção da mente* (Luria, 1992); *The mind of a mnemonist* (Luria, 1987a); *O homem com o mundo estilhaçado* (Luria, 2008) e *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem* (Luria, 2010), que é uma publicação conjunta com Vigotski e Leontiev.

Buscamos evidenciar, em princípio, o que compreendemos por Neurociência a partir dos textos de Luria e do método do Materialismo Histórico-Dialético. Apresentamos alguns dos fundamentos da Neuropsicologia desenvolvida por Luria, suas bases marxistas e os vínculos

com os trabalhos elaborados por Vigotski até 1934, fatos que compõem toda a estrutura lógica de sua pesquisa e que vêm sendo apagados em muitos textos que trabalham com Luria (Tuleski, 2007). Destacamos os problemas teóricos e metodológicos decorrentes do apagamento do marxismo nas pesquisas neurocientíficas e a celeuma que vivemos hoje sobre o tema “consciência”.

Neste capítulo, discutimos os principais conceitos da Neuropsicologia elaborada por Luria (como os conceitos de localização, função e as unidades funcionais), trazendo, sempre que possível, pesquisas mais recentes que reafirmam muitas de suas pesquisas sobre o funcionamento do cérebro. O final deste primeiro capítulo é dedicado à discussão sobre as funções psicológicas superiores, suas bases psicofísicas e suas origens socioculturais. Foi o terceiro momento de alto impacto na minha vida com relação ao objeto de estudo, porém ainda não sei expressar muito bem em palavras o que sinto. Eu vi muita beleza no processo de formação do ser humano enquanto unidade e coletividade, apesar da minha fé na humanidade andar muito abalada ultimamente.

Tendo os conceitos de Luria expostos, partimos para o **Capítulo 2** com a metodologia e a análise dos resultados. Nessa parte da dissertação, descrevemos toda a metodologia da nossa pesquisa qualitativa, caracterizada como teórico-bibliográfica, a técnica de coleta e o período selecionado para recorte temporal da pesquisa. A partir das coletas realizadas, analisamos 29 trabalhos (14 dissertações, 1 tese e 14 artigos), e os resultados dessa análise estão descritos nos tópicos 2.1 e 2.2.

Analisamos os trabalhos à luz da Neuropsicologia e da Psicologia Histórico-Cultural, a fim de entender quais as relações propostas entre Neurociências + Ensino de Ciências e suas possíveis implicações para a prática pedagógica. Por fim, nas **Considerações finais**, apresentamos uma síntese geral sobre as análises das pesquisas coletadas e alguns possíveis encaminhamentos para a área do Ensino de Ciências.

Avançemos.

CAPÍTULO 1 - UM “NEURO” E VÁRIAS “CIÊNCIAS”? FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA PESQUISA

No Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Michaelis, o significado do termo “Neurociência” é dado como “ramo da ciência ou conjunto de conhecimentos sobre a estrutura e o funcionamento do sistema nervoso”¹⁰. Definição semelhante encontramos no livro de Neurociência Cognitiva, sendo, então, a área que “estuda como o sistema nervoso é organizado e suas funções” (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019, p. 4, tradução nossa). Mas, não poderíamos concordar que essa descrição se refere a todas as dimensões da Neurociência e que esta definição, mesmo genérica, seja um acordo entre pesquisadoras e pesquisadores do campo.

Para Lent (2010), o mais adequado seria utilizar o termo “Neurociências”, no plural mesmo, uma vez que existem diferentes níveis de análise do sistema nervoso. Em linhas gerais, Lent (2010, p. 6, grifo nosso) faz uma classificação simplificada em cinco grandes áreas de investigação do funcionamento do cérebro e sistema nervoso:

- a) **Neurociência molecular:** tem como objeto de estudo as diversas moléculas de importância funcional no sistema nervoso, e suas interações. Pode ser também chamada de Neuroquímica ou Neurobiologia molecular;
- b) **Neurociência celular:** aborda as células que formam o sistema nervoso, sua estrutura e sua função. Pode ser chamada também de Neurocitologia ou Neurobiologia celular;
- c) **Neurociência sistêmica:** considera populações de células nervosas situadas em diversas regiões do sistema nervoso, que constituem sistemas funcionais como o visual, o auditivo, o motor etc. Quando apresenta uma abordagem mais morfológica é chamada Neurohistologia ou Neuroanatomia, e quando lida com aspectos funcionais é chamada Neurofisiologia;
- d) **Neurociência comportamental:** dedica-se a estudar as estruturas neurais que produzem comportamentos e outros fenômenos psicológicos como o sono, os comportamentos sexuais, emocionais, e muitos outros. É às vezes conhecida também como Psicofisiologia ou Psicobiologia;
- e) **Neurociência cognitiva** trata das capacidades mentais mais complexas, geralmente típicas do homem, como a linguagem, a autoconsciência, a memória etc. Pode ser também chamada de **Neuropsicologia**.

Essa divisão, segundo Lent (2010), foi objeto de disputas entre cientistas durante muito tempo, em que cada nível de estudo poderia ser reduzido em função de outro, como a Neurociência sistêmica ser explicada pela Neurociência celular que, por sua vez, poderia ser reduzida à Neurociência molecular. O autor reforça que essa visão reducionista e a disputa pela prevalência de uma área sobre a outra é infrutífera e que hoje sabe-se que todos os níveis existem e coexistem simultaneamente, não sendo um nível consequência do outro (Lent, 2010).

¹⁰ NEUROCIÊNCIA. In: **Michaelis**: Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos, 2024. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=neuroci%C3%A2ncia>. Acesso em: 06 set. 2024.

Utilizando o termo no plural, Kandel *et al.* (2014, p. xv) vão além em sua definição afirmando que “o objetivo das Neurociências é a compreensão de como o fluxo de sinais elétricos através de circuitos neurais origina a mente – como percebemos, agimos, pensamos, aprendemos e lembramos”. Então, seria essa a definição das Neurociências?

Existem, de fato, diferentes níveis de análise do sistema nervoso, diferentes formas de acessarmos nosso objeto, mas parar nessa divisão oculta alguns elementos importantes para pensarmos o fazer científico. Independente de qual seja o objeto de estudo, não existe uma neutralidade científica. A forma que organizamos uma pesquisa, pensamos a questão problema, organizamos os métodos e analisamos os resultados, tudo isso carrega inevitavelmente uma determinada concepção de mundo, ser humano, sociedade, política, gênero etc.

Concordamos com Gould (2014) que o fazer científico está longe de ser um empreendimento em que cientistas analisam seus objetos completamente livres de concepções prévias e de seus condicionantes históricos e culturais. O fazer científico é uma atividade social, historicamente situada, feita por pessoas num dado contexto. E nas Neurociências isso não é diferente. Gould (2014) demonstrou ao longo de sua obra que o estudo do cérebro nos séculos passados, mascarado por uma falsa objetividade, refletia muito mais as crenças e preferências sociais de pessoas que investigavam esse objeto do que efetivamente uma certa cientificidade.

A craniometria (medição do crânio) foi considerada ciência por muito tempo e utilizada como dado objetivo para a propagação de racismo, misoginia e classificação entre povos. Gould (2014) afirma que a sua elaboração serviu de base científica para justificar práticas de escravidão e genocídio. Sabemos hoje que a craniometria é uma expressão ideológica considerada pseudociência. Do mesmo modo, o autor trata dos testes de inteligência mais modernos informando que, “no século XX, [os testes] têm a mesma função que a craniometria desempenhou no século XIX, ao pressupor que a inteligência (ou, pelo menos, uma parte dominante dela) é uma coisa única, inata, hereditária e mensurável” (Gould, 2014, p. 25).

Ademais, como exposto por Gould (2014) em sua obra, existiram perspectivas que por séculos advogaram serem parte das Neurociências ou uma das suas disciplinas, mas que no cerne representavam apenas uma variedade de instrumentos ideológicos de dominação baseados em aspectos falsos e dados inventados por conveniência para conferir a suposta objetividade que os números e as medidas poderiam oferecer.

Sob tais considerações, entendemos que o termo “Neurociências” possui outra conotação para além da subdivisão feita por Lent (2010). O termo no plural se refere às diferentes correntes filosóficas e epistemológicas que têm se apropriado do mesmo objeto (sistema nervoso e seu funcionamento) por modos teóricos e práticos distintos. Tais correntes

estão em disputa sobre quais conceitos devem prevalecer ou não, sobre os métodos de estudo do objeto, e tudo isso carregando diversos valores e concepções de ser humano e sociedade, ainda que estejam mais ou menos implícitos.

Concordamos, a partir das análises de Vigotski (2022; 2023) sobre a crise histórica da Psicologia, que tal diversidade de correntes teóricas representa muito mais um problema do que uma qualidade do campo. Vigotski buscou entender o campo da Psicologia e os diferentes constructos teóricos para demonstrar as potencialidades e limitações das perspectivas que, ora focavam apenas nos aspectos biológicos (as correntes naturalistas), ora demarcavam os indivíduos a partir de aspectos subjetivistas (as correntes fenomenológicas). Segundo Luria:

Examinando essa situação, Vygotsky observou que a divisão de trabalho entre os psicólogos de ciências naturais e os psicólogos fenomenológicos havia levado a um acordo tácito em torno da ideia de que as funções psicológicas complexas, as mesmas que distinguem o ser humano dos outros animais, não podiam ser estudadas cientificamente. Os naturalistas e os mentalistas haviam desmembrado artificialmente a psicologia (Luria, 1992, p. 46).

De tal modo, a resolução dessa crise não estaria apenas na soma dos achados de cada corrente psicológica na construção de uma psicologia unificada, mas na revisão crítica e integral dos métodos de pesquisa e investigação e da reelaboração dos conceitos e dos princípios explicativos dos fenômenos estudados. Por essa razão, na construção de uma Psicologia Geral que logre o status de verdadeira ciência, Vigotski afirma:

O avanço ulterior em linha reta, a mera continuação do mesmo trabalho, a acumulação gradual de material, já se mostram infrutíferos ou, ainda mais, impossíveis. Para seguir em frente, é preciso traçar um caminho. Dessa crise metodológica, da evidente necessidade de direcionamento das diferentes disciplinas, da necessidade — em um determinado nível de conhecimento — de conciliar criticamente dados heterogêneos, sistematizar leis dispersas, interpretar e verificar resultados, depurar métodos e conceitos básicos, estabelecer princípios fundamentais, em uma palavra, dar coerência ao conhecimento, de tudo isso é de onde surge a ciência geral (Vigotski, 2022, p. 39, tradução nossa).

Vigotski não foi o primeiro a pontuar a necessidade da construção de uma psicologia geral, mas trouxe grandes contribuições ao propor um caminho materialista na resolução dessa questão. Para Vigotski (2022; 2023), a dialética cumpre um papel central na superação da lógica formal enquanto via para a elaboração de uma ciência psicológica geral e análise pormenorizada dos fatos psicológicos:

A dialética abrange a natureza, o pensamento, a história; é a ciência mais geral, universal ao extremo; a teoria do materialismo psicológico ou a dialética da psicologia é precisamente o que eu chamo de psicologia geral. Para criar tais teorias intermediárias – metodologias, ciências gerais – é preciso revelar a essência de um determinado campo de fenômenos, as leis que regem suas mudanças, suas características qualitativas e quantitativas, sua causalidade; criar categorias e

conceitos próprios a eles; em uma palavra, criar o seu próprio O capital (Vigotski, 2022, p. 193, tradução nossa).

Como apontamos acima, a crítica de Vigotski (2022; 2023) se estende aos estudos em fisiologia do cérebro, apontando duas tendências que ganharam caráter científico na explicação das funções psicológicas: as tendências espirituais e as tendências biologizantes. Na primeira tendência, situam-se as teorias que buscaram na fisiologia a explicação para a consciência e as funções psicológicas superiores. Com respeito aos métodos investigativos, essa perspectiva, como nos trabalhos de Köhler¹¹ e Pavlov, partiu da análise do comportamento animal para estabelecer as leis da psicologia humana.

Na segunda tendência, encontramos teorias que apontaram a impossibilidade de estudar o psiquismo com base na fisiologia, numa perspectiva que padece de idealismo. Os estudos espirituais do psiquismo reforçam a ideia de que as funções psicológicas superiores partem de um desenvolvimento desvinculado de leis explicativas e sem possíveis correlações com o cérebro. De acordo com Luria (1992), essas visões diametralmente opostas produziram muito mais fraturas no entendimento do sistema nervoso do que unidades explicativas dos fenômenos investigados.

Sob esses pressupostos, Luria (1981; 1992) afirmou que a Psicologia deveria possibilitar um estudo objetivo do comportamento humano a partir de uma base factual sólida, encontrando leis gerais e explicativas que conectassem as observações de laboratório e o mundo fora dele dentro desse núcleo teórico, e de tal modo procedeu com os estudos sobre o cérebro. Por essa razão, não buscou a elaboração de mais uma corrente para compor as diversas Neurociências, mas, sim, a construção coletiva de uma Neurociência geral que considerasse a relação dialética entre a formação social do ser humano e a base biológica que sustenta os processos psicológicos.

As pesquisas sobre o funcionamento do sistema nervoso elaboradas por Luria não surgiram de modo imediato a partir de dados clínicos e experimentais, elas são o resultado de décadas de estudos. Foi um longo processo de avanços, recuos e reelaborações com relação aos dados coletados e métodos empregados sob a perspectiva da Psicologia Histórico-Cultural e a partir de uma ampla revisão das perspectivas antecessoras em Neurociência. Luria afirma que:

Muitas gerações de pesquisadores têm se dedicado ao problema do cérebro como sede da atividade mental complexa e ao problema associado da localização de funções no córtex cerebral. No entanto, a solução desses problemas dependeu não apenas do desenvolvimento de métodos técnicos para o estudo do cérebro, mas também das

¹¹ Nascido na Estônia, Wolfgang Köhler (1887 – 1967) foi psicólogo e um dos fundadores da Psicologia Gestalt. Dedicou boa parte de seus estudos ao campo do comportamento animal, com destaque para os primatas.

teorias sobre os processos mentais predominantes em um determinado período (Luria, 1966, p. 5, tradução nossa).

A visão materialista do sistema nervoso feita por Luria e colaboradoras(es) trouxe respostas bastante concretas e factuais sobre o funcionamento do cérebro. Longe de uma renúncia, a compreensão do objeto de estudo foi potencializada pelas condições sociais nas quais Luria se encontrava e nos pressupostos do Materialismo Histórico-Dialético.

A psicologia materialista moderna considera que as formas superiores de atividade mental humana têm origem sócio-histórica. Em contraste com o animal, o homem nasce e vive em um mundo de objetos criados pelo trabalho da sociedade e em um mundo de pessoas com quem ele forma certas relações (Luria, 1966, p. 32, tradução nossa).

Eis aqui um fator que, segundo Shuare (2017), distinguiu a Psicologia soviética de muitas outras desenvolvidas pelo mundo, assim como a Neuropsicologia elaborada por Luria. Buscou-se, *a priori*, quais os vínculos entre a Ciência Psicológica e a Filosofia. A partir do Materialismo Histórico-Dialético, os pesquisadores visaram a compreensão dos aspectos metodológicos dessa concepção para desenvolverem as investigações nos diversos campos do conhecimento. Shuare (2017, p. 22-23, grifo nosso) afirma:

Qualquer teoria científica, em especial nas chamadas Ciências Humanas, responde a uma concepção geral sobre a essência do homem, sua origem, a natureza do conhecimento etc. Por isto, os resultados concretos e os princípios básicos de qualquer teoria científica não podem deixar de expressar uma determinada concepção de mundo e certo enfoque filosófico. O problema não consiste em como evitar esta situação, como remover da Ciência esse conteúdo inevitável. Ao contrário **trata-se de explicitar, ao máximo, esta dependência e esclarecer as funções da filosofia e da concepção de mundo no conhecimento científico**; este é o melhor meio para prevenir conteúdos ideológicos “inesperados” que “subitamente” aparecem no conhecimento científico. Tal explicitação **não constitui uma perda de objetividade, mas a garantia indispensável – ainda que não suficiente – da mesma.**

Não existe produção científica que não carregue em si uma determinada concepção de mundo, sociedade, política, desenvolvimento. O Materialismo Histórico-Dialético, elaborado por Marx e Engels, tem por pressuposto “a necessidade de compreender e de explicar os objetos e fenômenos investigados, tais quais eles verdadeiramente são na prática” (Martins; Lavoura, 2018, p. 225). Decorre desse pressuposto duas concepções.

A primeira, de ordem epistemológica, considera que a realidade – natural e social – é cognoscível e a construção do conhecimento científico é um empreendimento humano na tentativa de sistematizar um conjunto de teorias, postulados e proposições sobre como é possível conhecê-la (Martins; Lavoura, 2018). Na dimensão ontológica, consideramos que o ser humano, enquanto ser histórico e social, age nessa realidade ativa e intencionalmente,

modificando-a e a si mesmo num processo situado e historicamente contínuo (Moradillo, 2010; Martins; Lavoura, 2018).

Sob a perspectiva do Materialismo Histórico-Dialético, e considerando a primazia ontológica do real, ou seja, que a realidade existe em si ante a consciência, conhecê-la é o processo de reconstrução no pensamento do “movimento da realidade, um esforço de captar, desvelar, decodificar como é que a realidade concretamente se faz” (Pasqualini, 2020, p. 2). Kosik (2002) nos diz que a essência dos fenômenos está contida na aparência, porém ela não é acessada de imediato pela sensibilidade dos seres humanos. É entendendo o fenômeno em sua historicidade, nas contradições e em suas múltiplas determinações que podemos acessá-los em sua totalidade concreta, em sua essência (Pasqualini, 2020).

Esse processo de captação da realidade, por meio da atividade científica, é a base da formação interna de um reflexo do real (Martins; Lavoura, 2018). Teorizar sobre a realidade consiste, então, em reproduzir o movimento do objeto ou dos fenômenos no pensamento. O reflexo do real no pensamento não é uma cópia exata do real, um mero espelhamento, como se fosse uma fotografia (Martins; Lavoura, 2018). Ademais, a formação e a qualidade do reflexo da realidade dependem dos elementos socioculturais que dispomos para conhecê-la, da atividade científica e dos métodos, num dado momento histórico, das ideologias e a luta de classes. Todos estes fundamentos orientaram a pesquisa de Luria e estão explicitamente expressas em suas obras.

Luria reforça que as análises clínicas preliminares dos casos de lesões cerebrais foram complexas, porque percebia que os métodos utilizados até aquele momento eram incipientes no tratamento dos pacientes e isso decorria também das próprias concepções que orientavam a prática clínica de reabilitação. Ou seja, ele precisou rever não somente as técnicas de análise, mas os conceitos vigentes de afasia, localização, função e das noções gerais de organização da atividade cerebral (Luria, 1992). Afirma que:

Um grande número de fatos foi obtido pela neurologia clínica e pela neurocirurgia modernas. Avanços nesses campos permitiram o estudo pormenorizado das maneiras pelas quais formas altamente complexas de comportamento são perturbadas em casos de lesões locais do cérebro. Uma contribuição substancial para o sucesso na solução desses problemas foi dada pela criação da neuropsicologia, um ramo novo da ciência cujo **objetivo específico e peculiar é a investigação do papel de sistemas cerebrais individuais em formas complexas de atividade mental** (Luria, 1981, p. 4, grifo nosso).

Desse trabalho, uma das obras produzidas para sistematizar os conhecimentos em Neuropsicologia foi *The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology*, originalmente publicado por Luria em 1973, cuja tradução no Brasil é conhecida como *Fundamentos da*

Neuropsicologia (Luria, 1981). O próprio título reflete a concepção do autor, porque o estudo dos processos psicológicos e dos mecanismos cerebrais requer o cérebro operando vivo, desperto e em atividade! E aqui não é somente o cérebro funcionando, mas o ser humano em atividade (não há cérebro que opere sem conteúdo humano).

Essa obra é elaborada em três partes, pensando a organização funcional da atividade mental, os sistemas cerebrais localizados e a análise funcional e as atividades mentais sintéticas e sua organização. O propósito nesse livro, segundo Luria (1981, p. 4) foi “generalizar ideias modernas concernentes à base cerebral do funcionamento complexo da mente humana e discutir os sistemas do cérebro que participam na construção de percepção e ação, de fala e inteligência, de movimento e atividade consciente dirigida a metas”.

Por esses motivos, não podemos concordar que a Neuropsicologia elaborada sob o pressuposto do materialismo, a partir dos textos de Luria, tenha como um equivalente moderno ou extensão a Neurociência Cognitiva, conforme a definição de Lent (2010) apresentada no início desta seção.

Apesar da definição apresentada na obra de Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019) ser bastante genérica, isso não significa que os autores estejam isentos de determinadas concepções de ser humano e desenvolvimento. Os autores afirmam que a Neurociência Cognitiva é um campo interdisciplinar que surgiu a partir da junção dos conhecimentos produzidos na Psicologia Cognitiva, na Ciência Computacional e nas Neurociências.

Nos termos dos autores, a “marca registrada da Neurociência é que ela é composta de uma salada mista de diferentes disciplinas”, de teorias e conceitos de vários campos distintos (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019, p. 14, tradução nossa). Além disso, os autores definem o termo “Psicologia Cognitiva” como:

O ramo da psicologia que estuda como a mente representa internamente o mundo externo e realiza os cálculos mentais necessários para todos os aspectos do pensamento. Os psicólogos cognitivos estudam o vasto conjunto de operações mentais associadas a processos como percepção, atenção, memória, linguagem e resolução de problemas (Gazzaniga, Ivry, Mangun, 2019, p. G-3, tradução nossa).

Na obra, apontam que o surgimento da Psicologia Cognitiva é uma derivação dos estudos em conjunto do psicólogo estadunidense George R. Miller (1920-2012) e do linguista e filósofo também estadunidense Noam Chomsky (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019). Ainda afirmam que a Neurociência Cognitiva se sobrepõe às áreas que fazem parte da sua estrutura:

O desafio fundamental que enfrentamos ao estabelecer as bases para nossas primeiras edições foi determinar os princípios básicos que tornam a neurociência cognitiva distinta da psicologia fisiológica, neurociência, psicologia cognitiva e neuropsicologia. Agora é óbvio que a neurociência cognitiva se sobrepõe e sintetiza

essas abordagens disciplinares, na medida que os pesquisadores visam entender as bases neurais da cognição (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019, p. vi, tradução nossa).

Fizemos aqui este breve destaque porque, mais adiante nas análises desta dissertação, veremos que as pesquisas coletadas para análise tratam da Neurociência Cognitiva como uma forma de estudo do cérebro a partir da divisão de Lent (2010), desconsiderando suas bases epistemológicas. Logo, no **tópico 1.1**, discutiremos brevemente sobre o problema da consciência para as Neurociências a partir dos textos de Luria, a fim de evidenciar mais elementos do método do Materialismo Histórico-Dialético que permeiam suas produções. No **tópico 1.2**, trataremos de alguns fundamentos teóricos gerais da Neuropsicologia elaborada por Luria e seu grupo de pesquisa na Psicologia Histórico-Cultural.

O **tópico 1.3** visa discutir os conceitos de função, localização, sintoma e análise sindrômica na obra de Luria, uma vez que tais conhecimentos evidenciam como o sistema nervoso funciona, e, por isso, complementamos também com o **subtópico 1.3.1**, descrevendo sobre as três unidades funcionais do cérebro sistematizadas por Luria. Para o **tópico 1.4** e o **subtópico 1.4.1**, buscamos fazer uma breve síntese sobre as funções psicológicas elementares e superiores, discutindo sua gênese, estrutura psicológica e as bases neurais que subjazem a atividade humana. Tentamos, ao longo do capítulo, discutir brevemente sobre o cérebro e a atividade consciente humana a partir dos pressupostos da Psicologia Histórico-Cultural e da Neuropsicologia, na perspectiva do Materialismo Histórico-Dialético.

1.1 TENTANDO RESPONDER ÀS “GRANDES PERGUNTAS”: APONTAMENTOS GERAIS SOBRE O ESTUDO OBJETIVO DA CONSCIÊNCIA A PARTIR DE CONTRIBUIÇÕES DE A. R. LURIA

*Todo mundo, hora ou outra, esbarra numa grande pergunta. Dessas existenciais. Essas perguntas podem ser uma coisa meio cósmica, meio universal, tipo: “Por que existe vida na Terra?” ...
... ou podem ser íntimas, como “Onde será que eu taria agora se eu tivesse tomado uma decisão diferente lá atrás?”.
Na verdade, eu acho que toda grande pergunta é, ao mesmo tempo, íntima e universal.
Faz a gente olhar pra dentro e pra fora ao mesmo tempo.
E, geralmente, não tem meio termo com uma grande pergunta. É 8 ou 80.
Cê nunca tinha parado pra pensar naquilo.
Mas, aí a pergunta te encontra, e você fica completamente envolvida por ela.
Mesmo sabendo que nunca vai ter uma resposta. Muitas vezes as perguntas continuam ali, pairando, imutáveis.
Nós é que não somos mais os mesmos depois de trombar com elas.*
(Trecho do episódio “Grandes Perguntas” do podcast Radio Novo Apresenta¹²)

¹² RADIO NOVELO APRESENTA: Grandes Perguntas. Locução de: Branca Vianna. [S.l.]: Radio Novo Apresenta, 25 jan. 2024. Podcast. Disponível em: <https://radionovelo.com.br/originais/apresenta/grandes-perguntas/>. Acesso em: 07 jul. 2024.

Se pensarmos no desenvolvimento da humanidade ao longo do tempo histórico, muitas foram as perguntas (existenciais ou não) que impulsionaram as atividades filosóficas, científicas e artísticas na busca pela compreensão do mundo e na construção das formas de expressão ou representação das possíveis respostas. São perguntas que surgem na medida que modificamos a realidade ou refletimos sobre algum de seus aspectos.

“Quem sou eu?”, “Ser ou não ser?”, “Por que chove?”, “O que é função de onda?”, ainda que sejam perguntas muito díspares em termos de conteúdo, apresentam um aspecto em comum: a tentativa de compreender um fenômeno ou conjunto de fenômenos dados na realidade; procuram desvelar aquilo que, a princípio, não salta aos olhos. Ainda que as eventuais respostas não sejam uníssonas, consensuais, sabemos que um simples “porque sim” ou “porque não” não satisfazem as necessidades que emergem desses questionamentos.

“Do que são feitas as coisas?”, por exemplo, pode parecer uma pergunta boba e você pode pensar agora numa resposta como: “átomos, é claro!”. No entanto, se situarmos essa pergunta na História da Química, podemos notar que ela teve um papel crucial na tentativa de entender a matéria e suas transformações e várias foram as respostas dadas, como as proposições mais filosóficas que emergiram na Grécia Antiga ou as elaborações a partir de modelos probabilísticos da Mecânica Quântica. As relações que estabelecemos com os materiais, com desenvolvimento e aprimoramento dos métodos de separação, com as transformações físicas e químicas para produzir novas coisas, mudaram radicalmente com a incorporação de novos elementos que os estudos a partir dessa pergunta possibilitaram.

E, realmente, nos faz olhar para dentro e para fora. O encontro com uma determinada pergunta – e as possíveis respostas – podem mudar nosso sistema de crenças, a forma como organizamos nossas atividades e como enxergamos o mundo. Quando ingressei na licenciatura, por exemplo, eu já dava aulas particulares de Matemática e Química para estudantes do Ensino Médio. As aulas eram expositivas e os conteúdos eram apresentados por meio de definições simplificadas e exemplares que estavam nos livros didáticos.

Ao longo do curso, compreendendo que o processo de ensino e aprendizagem requeria muito mais do que apenas uma valorização do conteúdo, a minha prática foi mudando pouco a pouco. Meus estudos foram orientados para entender concretamente: Por que ensinamos? Como ensinamos? Para quem ensinamos? Em quais condições e qual a visão de mundo que atravessa a atividade docente? De fato, nem sempre tudo isso aconteceu do melhor modo possível e a minha prática profissional nem de longe se tornou perfeita, mas um fato inegável é que, ao final desse processo de elaboração/reelaboração de sínteses, eu já havia me tornado outro professor, com novas proposições teórico-metodológicas e mais preocupações.

Dito isto, apesar das perguntas poderem emergir de crenças, experiências pessoais, práticas científicas ou de reflexões a partir de conceitos previamente apreendidos, estas são situadas e limitadas historicamente pela prática humana! Luria demonstra isso com um exemplo claro no campo das Neurociências. Durante muito tempo, fisiologistas como Gall¹³, Wernicke¹⁴, Broca¹⁵ e tantos outros estiveram tão convencidos da possibilidade de localizar processos psicológicos complexos em regiões específicas do cérebro que entender esse órgão da atividade humana como um sistema funcional em que as partes atuam em conjunto não era cogitado (Luria, 1981). Discutimos no capítulo anterior como essa perspectiva localizacionista enfrentou duras críticas da comunidade científica com base em descobertas ulteriores.

O episódio “Grandes Perguntas”, do *Rádio Novelo Apresenta*, tratou de algumas questões que, durante décadas, direcionaram os estudos mais localizacionistas do cérebro: *O que é a consciência? Onde ela “reside” no cérebro? É realmente uma experiência puramente subjetiva?*

¹³ Franz Joseph Gall (1758-1828), médico e anatomista alemão reconhecido como o “pai da frenologia” (a ciência da medição de crânios associada às capacidades mentais). Os estudos de Gall apontavam que a depender do quão desenvolvidas eram essas regiões no cérebro, elas reverberariam nas porções exteriores do crânio, sendo passíveis, então, de serem mensuradas e utilizadas como critério de diferenciação de indivíduos (Luria, 1981). Gall e seus contemporâneos que pactuavam com a frenologia não faziam pesquisas desconectados da realidade na qual estavam inseridos e das ideias sociais vigentes do período. Os estudos de diferença de indivíduos e suas “faculdades mentais” foram abordados como verdades objetivas para análise das origens étnicas de povos, assim como a diferenciação entre estes. Decorre disso que essa pseudociência não foi pensada somente para estabelecer relações puras entre capacidades e cérebro (o que já é problemático por si só), mas justificar as mais variadas formas de racismo e barbárie nos séculos XIX e XX (Gould, 2014). Do ponto de vista prático, a teoria de Gall foi um prato cheio para que os financiadores da escravidão e da exploração de povos pudessem explicar biologicamente a superioridade das raças (a europeia sempre referenciada como a mais desenvolvida) e as suas práticas escravagistas, assim como também servia para a manutenção das classes sociais e pressuposto para a elaboração de políticas públicas educacionais precárias/elitistas (Gould, 2014).

¹⁴ Carl Wernicke (1848-1905), psiquiatra alemão, responsável por identificar o “centro de imagem sensorial das palavras” (nomeado por centro de Wernicke) a partir de lesões situadas no giro temporal superior esquerdo (Luria, 1981; 1992).

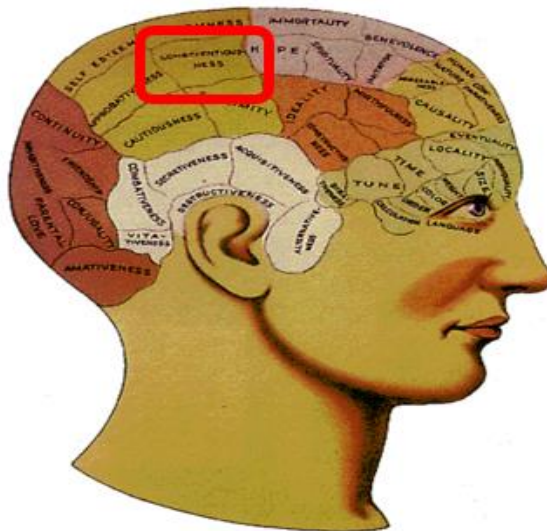
¹⁵ Pierre Paul Broca (1824-1880), anatomista e médico francês cujo sobrenome foi dado a uma região do cérebro – a área de Broca – nomenclatura utilizada até hoje para as áreas 44 e 45 de Brodmann ou terço posterior do giro frontal inferior esquerdo do cérebro, devido a sua descoberta da correlação entre uma lesão nessa região e a fala motora. Sobre este cientista, vale dizer que Broca tentou estabelecer uma base factual para sua frenologia (localização das funções cerebrais), a partir de dados clínicos (Luria, 1981), o que gerou muita notoriedade aos seus trabalhos. Porém, o acúmulo de informações e a sistematização de dados não apagaram o cunho ideológico dos seus estudos sobre correlação entre inteligência e volume craniano, mascarados pelo seu discurso da verdade objetiva e de que fatos são fatos (Gould, 2014). Nem mesmo o próprio Broca fazia questão de esconder as bases de seu pensamento, pois nos seus dizeres “em geral o cérebro é maior nos adultos que nos anciões, no homem que na mulher, nos homens eminentes que nos homens medíocres, nas raças superiores que nas inferiores... Em igualdade de condições, existe uma notável relação entre o desenvolvimento da inteligência e o volume do cérebro” (Broca, 1861 *apud* Gould, 2014, p. 76).

Observando a Figura 1 e a Figura 2 a seguir, com o mapa frenológico de Gall e o mapa funcional de Karl Kleist¹⁶, encontramos regiões marcadas como o centro da consciência e o centro da experiência pessoal subjetiva em locais distintos, respectivamente (marcamos estes “centros” em vermelho nas imagens).

Luria (2010, p. 192, grifo nosso) já havia destacado que “a razão das dificuldades que têm atrasado a solução deste problema decorre principalmente do **modo teórico de estudo da consciência**, o que determina o rumo das principais tentativas de encontrar os ‘mecanismos cerebrais’”.

Os problemas do mapa de Gall, Kleist e da construção das perguntas sobre a consciência decorrem de uma concepção equivocada sobre a atividade consciente humana, em que médicos, psicólogos e fisiologistas “persistiam em compreender a consciência como uma qualidade subjetiva primária, incapaz de uma subdivisão ulterior, que a pessoa experimenta diretamente, e em relação à qual o mundo exterior é secundário, uma realidade derivada da consciência” (Luria, 2010, p. 192).

Figura 1 - Mapa Frenológico de Gall

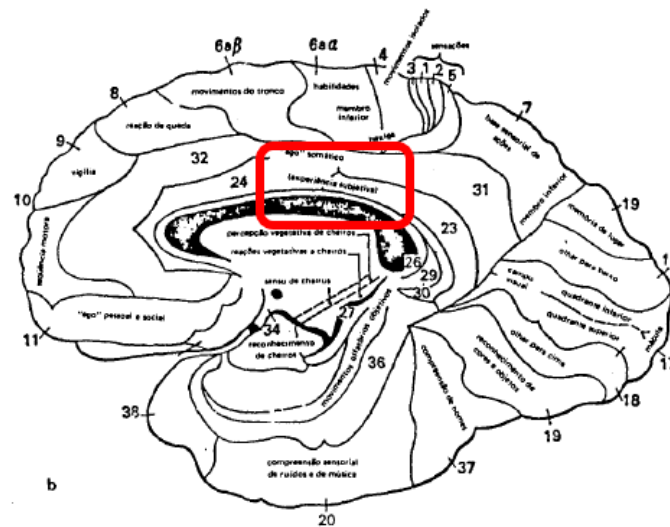


Fonte: Recursos sobre Frenologia na Internet - Brain & Mind¹⁷

¹⁶ Karl Kleist (1879-1960) foi um psiquiatra com estudos em patologia cerebral e psicopatologia. Para mais informações: SILVEIRA, Aníbal. In Memoriam - Prof. Karl Kleist 1879-1960. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v. 19, n. 2, p. 159-161, 1961. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/T9ytPOXOgWB4J7vRdWzVypF/?lang=pt>. Acesso em: 07 jul. 2024.

¹⁷ Disponível em: https://cerebromente.org.br/n01/frenolog/frenmap_port.htm. Acesso em: 07 jul. 2024.

Figura 2 - Mapa funcional de Karl Kleist (vista da superfície medial)



Fonte: Luria (1981, p. 9).

Esse entendimento da consciência como uma realidade primária experienciada por seres humanos levou pesquisadores às mais diversas tentativas de responder:

O que corresponde, no sistema nervoso, a esta experiência subjetiva primária? Onde, em que parte do cérebro, aparece primeiramente a qualidade subjetiva que constitui a base da consciência? Quais as células nervosas ou estruturas que podem ser encaradas como seus veículos? (Luria, 2010, p. 192).

Interessante notar que essas perguntas apontadas por Luria décadas atrás, e que constituem a narrativa do episódio do podcast, ainda se fazem tão presentes no campo das pesquisas em Neurociências. No entanto, seria inadequado dizer que a concepção sobre o cérebro e sua dinâmica de funcionamento apontados no episódio mencionado do podcast sobre a pesquisa de Trujillo *et al.* (2019) ainda corresponderiam diretamente às proposições teóricas de Gall e Kleist.

Nem todos os estudos sobre a consciência e os diversos processos psicológicos foram elaborados na perspectiva do localizacionismo direto. Teóricos da Psicologia e Neurofisiologia, como H. Jackson (1835-1911), K. Lashley (1890-1958), C. Monakow (1853-1930), H. Head (1861-1940) e K. Goldstein (1878-1965), demonstraram experimentalmente que o funcionamento do cérebro e o comportamento orientado não podiam restringir-se a pequenas regiões específicas do córtex, sugerindo, sem uma elaboração teórica concisa, que as regiões operam em conjunto para a execução de atividades (Luria, 1981).

É nesse caminho que os trabalhos de P. K. Anokhin e Norbert Wiener¹⁸ sobre fisiologia cerebral e atividade consciente propuseram as bases das concepções cibernéticas do cérebro, a partir de modelos matemáticos e fisiológicos, considerando também os avanços nas áreas da Biônica e Mecânica Quântica. Assim, os estudos com organoides cerebrais¹⁹, descritos no episódio, pautaram um debate sobre a atividade consciente, considerando que o cérebro funciona como uma rede neural interligada capaz de organizar a atividade humana.

O inédito na pesquisa de Trujillo *et al.* (2019) foi a observação da capacidade dos organoides cerebrais produzidos *in vitro* apresentarem atividade elétrica coordenada e funcional a partir de um processo de auto-organização. Os resultados dessa pesquisa sugeriram “a presença dos componentes básicos para a geração de uma rede neural em um modelo cortical humano em desenvolvimento *in vitro*” (Trujillo *et al.*, 2019, p. 560, tradução nossa). Até então, os organoides produzidos *in vitro* não tinham uma durabilidade superior a poucas semanas.

Os autores do trabalho concluíram que os organoides cerebrais e os avanços observados em seu preparo apresentaram um grande potencial no entendimento funcional no campo da eletrofisiologia, além de oferecerem um vínculo entre a fisiologia dos organoides em microescala e sistemas neuronais (Trujillo *et al.*, 2019). Ademais:

[...] a presença de características estruturais de neurônios amadurecidos e a possibilidade de usar a experiência sensorial para modular a atividade neuronal, organoides corticais talvez possam ser usados para modelar interações celulares e disfunções de circuitos neurais relacionadas a neurodesenvolvimento e patologias neuropsiquiátricas. Importante, este modelo de organoide é pequeno, aproximadamente um milhão de vezes menor que o cérebro humano, mas as implicações éticas não podem ser ignoradas quanto à futura possibilidade de organoides maiores e mais complexos (Trujillo *et al.*, 2019, p. 586, tradução nossa).

O debate ético suscitado pela pesquisa refere-se à qualidade do fenômeno inédito observado nos organoides. A capacidade desses pequenos aglomerados de estruturas neuronais em se auto-organizarem e estabelecerem comunicação por meio de impulsos elétricos poderia indicar o princípio de atividade consciente? Seriam os organoides, em si, uma representação adequada em microescala para compreendermos a consciência?

Os autores da pesquisa, pensando sobre o funcionamento do cérebro humano quando submetido à anestesia geral, fizeram o mesmo experimento com os organoides e observaram

¹⁸ Norbert Wiener (1894-1964), estadunidense conhecido como o “pai da Cibernética” e responsável pelos conceitos análogos ao estudo de Anokhin, utilizando a terminologia “feedback” ou “comunicação de retorno” ao descrever o funcionamento de organismos vivos e mecanismos nervosos.

¹⁹ Segundo Souza *et al.* (2023, p. 3), “Os organoides cerebrais são tecidos gerados *in vitro*, derivados de células-tronco do sistema nervoso central e simulam o neurodesenvolvimento fetal humano. Esse tecido tridimensional – rico em células progenitoras neurais, neurônios e, em menor quantidade, células da glia (as quais modulam o microambiente celular) – possibilita a realização de testes e experimentos sobre o desenvolvimento cerebral e o estudo de processos fisiopatológicos, como, por exemplo, as doenças neurodegenerativas”.

que a atividade neuronal era interrompida na presença de um anestésico e retomada após um tempo. Esse experimento levou os pesquisadores a se questionarem sobre a possibilidade de haver ou não consciência *in vitro*.

Trujillo *et al.* (2019) reconheceram, em diálogo com a comunidade científica, que a ausência de aspectos sensoriais (tato, visão, olfato...), ou seja, mecanismos para que os organoides pudessem perceber o mundo e compreendê-lo, limitavam o “grau de desenvolvimento” da consciência dos organoides. Se houvesse algum traço de consciência ali, seria muito mais primitivo que no ser humano.

O grupo de pesquisa de Trujillo *et al.* (2019) têm investigado atualmente como os organoides atuam quando inseridos em robôs que dispõem de sensores de infravermelho, tentando ensinar ao organoide como mover-se e ter uma noção de orientação espacial (Parece uma coisa bem ficção científica, não é? Eu acho incrível!). O que o futuro nos reserva permanece uma incógnita, mas podemos afirmar que encontramos na produção soviética muitas pistas sobre a consciência e os processos psicológicos complexos que elucidam alguns dos problemas basilares das Neurociências.

Em sua época, Luria (2010, p. 191) descreveu que os interesses na fisiologia da consciência derivaram dos estudos avançados em neurocirurgia e psicofarmacologia, uma vez que “tornaram possível a realização de observações das flutuações do sono e da vigília durante operações no cérebro e a interferência ativa no comportamento humano consciente”. Além disso:

[...] a renovação do interesse por este problema está intimamente relacionada com o estímulo dado à investigação dos níveis de vigília pela descoberta da formação reticular do tronco cerebral e pela ação do que é possível aumentar ou diminuir o estado de vigília de um animal. Também influiu o desenvolvimento de técnicas de microeletrodos, pelas quais potenciais ativos podem ser registrados a partir de grupos discretos de neurônios, pelos quais é possível estudar como estes grupos de neurônios (ou mesmo um único neurônio) respondem à informação que entra em contato com o animal e quais as sensações ou emoções artificialmente evocadas que surgem durante sua estimulação (Luria, 2010, p. 191-192).

Sem dúvidas, o entendimento sobre os mecanismos fisiológicos da atividade consciente pode ser a chave para uma série de dilemas do campo da Neurociência, como a descrição mais acurada de processos neuropatológicos e a proposição de novas práticas de reabilitação em casos de lesões. No entanto, a descrição da consciência como um fenômeno que desponta de dentro do ser humano para fora tem produzido concepções equivocadas sobre os mecanismos cerebrais e as formas de estudá-los:

Fica assim perfeitamente claro por que todos os esforços daqueles investigadores [...] **estão voltados não para a análise da qualidade histórica da consciência, o exame das formas básicas do reflexo consciente do mundo e a descrição de sua estrutura complexa e mutável**, mas para a descoberta dos mecanismos da consciência no interior do cérebro, distinguindo as formações cerebrais ou as estruturas neuronais, por cuja estimulação as manifestações mais simples das experiências conscientes poderiam ser obtidas, ou por cuja destruição a qualidade da "experiência subjetiva" poderia ser removida do comportamento humano (Luria, 2010, p. 192-193, grifo nosso).

Luria identificou que a análise da consciência a partir de modelos neuronais passou a vigorar no campo em duas frentes: 1) O estudo de grupos ou sistemas de neurônios que determinavam a atividade cerebral consciente e sua degradação levava a perda dessa experiência consciente; 2) Elaboração de modelos cibernéticos ou biônicos que postulavam sistemas “metaorganizados” que direcionam o rumo de todos os processos cerebrais, a autorregulação e autoapreciação que formavam o estado de consciência humano (Luria, 2010).

Seja de um modo ou outro, Luria (1981; 2010) afirmou categoricamente que, sem uma base histórico-social que compreenda a gênese da consciência em paralelo aos estudos sobre lesões cerebrais, os modelos matemáticos e biônicos permanecem no campo das conjecturas para problemas extremamente complexos. Pribram (1981, p. XI), em seu otimismo na década de 1980 sobre os avanços na Neurociência, disse: “a minha predição é que os corpos de evidência resultantes logo ficarão noivos e se casarão no quadro de uma requintada ciência de neuropsicologia humana”. No entanto, a Neurociência Moderna ainda precisa reconhecer a necessidade de uma base teórica e filosófica que situe o ser humano no seu movimento histórico real. Na atual conjuntura, e num contexto de aprofundamento do capitalismo, os passos no campo têm sido dados para trás em muitos aspectos.

Os estudos com organoides trouxeram inúmeros avanços no campo, especialmente quanto aos conhecimentos sobre doenças neurodegenerativas e estruturas neuronais complexas, porém o ser humano não pode ser visto unicamente do ponto de vista celular, fisiológico:

Não há base para supor-se que os esforços dos neurologistas e dos fisiologistas, tão diversos em suas características, não produzirão, como subproduto, descobertas da maior importância: a teoria da formação reticular, fatos revelando a alta especialização das funções de neurônios isolados, novos dados sobre a estrutura das sinapses, descrições das respostas do sujeito à estimulação das várias partes do cérebro, experimentos envolvendo a separação dos dois hemisférios pela completa divisão das fibras do corpo caloso – todos estes dados estão entre as conquistas extremamente importantes da neurologia e da neurofisiologia. Todavia, precisamos reconhecer que todas essas pesquisas deixam completamente sem solução o problema da base cerebral da atividade consciente e também que – como tem sido freqüentemente apontado – **conhecemos, hoje, tão pouco as relações entre consciência e cérebro como no passado** (Luria, 2010, p. 193-194, grifo nosso).

Luria (2010, p. 194) diz que, apesar dos esforços e do grande volume de material coletado pelas pesquisas do cérebro ao longo das décadas, a resposta que se busca fica cada vez mais distante e “o malogro pode certamente ser atribuído a uma aproximação equivocada do problema teórico subjacente e a uma má orientação da pesquisa básica”.

Se a concepção de consciência é inadequada, é possível que as respostas e os mecanismos de investigação também estejam comprometidos. Complementa alegando que “como observou Vigotski, a tentativa de focar o psiquismo como função imediata do cérebro e procurar a sua fonte no recôndito do cérebro é tão inútil quanto a tentativa de considerar o psiquismo como forma de existência do espírito” (Luria, 1979a, p. 6).

É bem verdade que o desenvolvimento tecnológico nos trará resultados inimagináveis e não previstos pelos teóricos do cérebro no século passado, mas não podemos perder de vista a base factual elaborada por Vigotski, Luria, Leontiev e colaboradores sobre o desenvolvimento da consciência com base nos aspectos fisiológicos e sócio-históricos. As produções de Luria e seu grupo de pesquisa evidenciaram a complexidade da gênese sócio-histórica da atividade consciente, como esse processo é mediado pelas relações sociais e culturais e como os processos psicológicos complexos não estão alocados em “caixinhas” na cabeça ou espalhados entre conjuntos de neurônios específicos organizados.

Luria (2010, p. 195) reforça que a “psicologia científica moderna, apoiando-se na base filosófica do materialismo científico e na teoria do reflexo, introduziu mudanças radicais em nossos pontos de vista acerca da consciência”. Destaco que essa afirmação distingue Luria de muitos pesquisadores modernos do cérebro que, conscientemente ou não, esquivam-se da responsabilidade de assumir uma posição teórica, filosófica e epistemológica que orientem suas práticas científicas, como os textos de Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019) em *Neurociência Cognitiva*.

Ignorando a necessidade de uma base filosófica concisa para o estudo do comportamento humano, as pesquisas modernas ainda tateiam respostas rasas sobre a atividade consciente humana. Notamos que o termo “consciência”, na literatura moderna, não é consensual e vem sendo tratado como uma experiência subjetiva ou, muitas vezes, em nível de estado desperto ou não. E, ao não conseguirem responder, a partir dos estudos da base psicofísica e ao nível neuronal, o que é a consciência e onde fica o seu lugar no cérebro, há um abandono gradual (ou secundarização) da própria pergunta no campo da Neuropsicologia moderna.

Kandel (2014, p. 341) demonstra essa posição ao discorrer que “a pesquisa neurobiológica acerca dos processos cognitivos não depende de uma teoria específica da

consciência”. Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019, p. 620) partem do princípio de que uma análise materialista da questão da consciência supervaloriza a experiência subjetiva e um ângulo novo em contraposição à análise materialista da consciência emerge, então, da engenharia de sistemas e da física. Fica claro, a nosso ver, que a fisiologia mecanicista, instituída historicamente como perspectiva hegemônica, tornou-se o seu próprio algoz na questão da consciência.

A obtenção de bons resultados ao estudarem separadamente as funções psicológicas elementares, encontrando seus correlatos neurais e criando mecanismos experimentais para avaliação de como esses processos em condições controladas se expressam na atividade humana, produziu uma falsa ilusão de que a soma mecânica do que foi obtido em diferentes frentes construiria um panorama geral da consciência. Aqui, fizeram o movimento de separar as partes do todo, mas não se preocuparam em entender quais são os elos que unem os processos. Kandel (2014) sustenta nosso argumento ao tratar da percepção:

De fato, as neurociências fizeram progressos consideráveis na compreensão da neurobiologia da percepção sensorial sem precisar considerar a experiência individual. A compreensão das bases neurais da percepção da cor e da forma, por exemplo, não requer a resolução prévia da questão de cada indivíduo ver ou não o mesmo azul. A despeito do fato de que a percepção de um objeto é construída pelo encéfalo a partir de informações sensoriais fragmentadas, e apesar das diferenças individuais determinadas pela experiência, a percepção de um objeto não é arbitrária e parece corresponder às propriedades físicas objetivas do objeto. **O que não se entende é a fase entre os potenciais de ação e a percepção consciente do objeto** (Kandel, 2014, p. 341, grifo nosso).

Dessa forma, tomando os conhecimentos sobre os mecanismos do cérebro e o processo ontogenético de formação do ser humano, Luria foi capaz de levantar algumas perguntas que extrapolaram os limites das perspectivas puramente localizacionistas ou puramente espirituais da sua época:

[...] como é ele construído (o cérebro) e qual a natureza da sua organização funcional? Que estruturas ou sistemas do cérebro geram aqueles complexos planejamentos e necessidades que distinguem o homem dos animais? Como são organizados os processos nervosos que capacitam as informações derivadas do mundo exterior a serem recebidas, analisadas e armazenadas, e como são construídos os sistemas que programam, regulam e posteriormente verificam as formas complexas de atividade consciente que são dirigidas para a realização de metas, a execução de desígnios e a concretização de planos? (Luria, 1981, p. 1).

Essas são algumas das perguntas que guiaram os estudos em Neuropsicologia elaborados por Luria ao longo de sua trajetória científica, elaborando uma visão dialética do cérebro que concatena os aspectos fisiológicos e sociais como interdependentes.

Neste capítulo, buscamos organizar alguns dos conceitos fundantes da teoria desenvolvida por Luria e que podem nos revelar princípios mais gerais sobre o funcionamento

do cérebro e o desenvolvimento humano. Assim como alguns aspectos da Mecânica Quântica não são pacíficos entre Químicos(as) e Físicos(as) nos dias de hoje, trataremos neste capítulo de aspectos das Neurociências que, por razões históricas e científicas, ainda não são um ponto comum entre toda a comunidade (Mograbi *et al.*, 2014).

Antes de tratarmos desses conceitos, gostaria de elencar um último aspecto sobre as perguntas, retomando a ideia inicial deste texto. A pergunta, ou melhor, a possibilidade de perguntar sobre algo, também é um caminho para a nossa inserção social, tentando entender como o mundo se organiza, o que significam as coisas ao nosso redor e o que a humanidade já possui de conhecimento acumulado. A música Oito anos²⁰ descreve bem a importância desse processo de questionamento da criança, ao tentar inserir-se na cultura visando compreender as coisas que acontecem no seu cotidiano: *Por que o fogo queima? / Por que a lua é branca? / Por que a terra roda? / Por que deitar agora? / Por que as cobras matam? / Por que o vidro embaça? / Por que a gente morre?* Faz parte do processo de desenvolvimento do pensamento a apropriação do legado humano.

A nossa questão de pesquisa vai nesse caminho. Quando enunciamos “**O que as pesquisas do Ensino de Ciências compreendem por Neurociência e de que modo mobilizam conhecimentos ditos neurocientíficos para tratar do planejamento e execução das atividades pedagógicas?**”, temos por objetivo mergulhar na cultura, compreendendo como, dentro de nosso contexto societário, os conceitos da Neurociência têm se relacionado com o Ensino de Química; como pesquisadores do campo pensaram seu uso para a atividade pedagógica.

Até o momento da finalização da escrita desta dissertação, não encontramos pesquisas que tratassem dos conceitos lurianos numa visão mais ampla dentro do Ensino de Química, o que acreditamos ser um aspecto importante desse trabalho para aqueles e aquelas que se interessem pela temática abordada.

Quando trabalhamos com obras soviéticas, esse processo de explicitar o contexto da produção e evidenciar as bases teórico-metodológicas são cruciais. As obras de Luria e de muitos outros pesquisadores soviéticos, ao serem traduzidas no Ocidente, mais especificamente nos Estados Unidos, apagaram as bases marxistas da pesquisa, fazendo parecer que a teoria elaborada por Luria poderia restringir-se às concepções mais biológicas. Isso é evidenciado nos trabalhos de Tuleski (2007) e Coelho, Hernández e Hazin (2024), que demonstraram como os

²⁰ A música faz parte do álbum infantil “Adriana Partimpim”, da cantora Adriana Calcanhotto. OITO anos. Intérprete: Adriana Calcanhotto. Compositores: Paula Toller e Dunga (Valdemar de Abreu). *In*: Adriana Partimpim. São Paulo: BMG Records, 2004.

textos de Luria e suas pesquisas em Neuropsicologia, descolados da base marxista, foram convertidos em testes de avaliação neuropsicológicas similares aos testes padronizados.

A gravidade da negação do Materialismo Histórico-Dialético enquanto método intrínseco à pesquisa de Luria aponta para concepções de mundo, ser humano, cérebro e desenvolvimento que nada dizem respeito às produções na Psicologia Histórico-Cultural. Por essa razão, concordamos plenamente com Tuleski (2007, p. 296) quando diz que:

No entender deste trabalho, o esvaziamento dos estudos deste autor de seu conteúdo marxista vem servindo não só para dar um novo status às antigas concepções organicistas, como para neutralizar a potencialidade da compreensão materialista-histórica e dialética de Luria, que remeteria diretamente à discussão das relações sociais de produção na atualidade e ao processo de desumanização dos indivíduos em seu interior.

Nossa proposta neste capítulo é adensar as discussões sobre os principais conceitos elaborados por Luria e colaboradoras(es) na construção da Neuropsicologia e, a partir desse constructo, respondermos nossa questão de pesquisa. Para algumas partes deste capítulo (em especial o subtópico 1.3.1), optamos por uma escrita que siga os princípios do que Luria chamou de *Ciência Romântica*.

Luria (1992, p. 179) afirma que, no início do século XX, o fisiologista alemão Max Verworn havia sugerido que cientistas poderiam ser separados em dois grupos, a depender da sua orientação metodológica e a forma de escrita, com base no seu “pendor científico”. O primeiro grupo refere-se aos “eruditos clássicos” que descrevem os eventos a partir de seus componentes, buscam encontrar os elementos principais do fenômeno e, daí, abstraem leis gerais e explicativas. Luria diz que a característica principal desse primeiro grupo é a redução da realidade em sua riqueza de detalhes aos esquemas simplistas.

Os “eruditos românticos”, por sua vez, não buscam fragmentar a realidade, ou reduzi-la a esquemas e leis gerais que “perdem as propriedades dos fenômenos em si mesmos” (Luria, 1992, p. 179). No extremo oposto:

É de maior importância, para os românticos, a preservação da riqueza da realidade viva, e eles aspiram a uma ciência que retenha esta riqueza. Os eruditos românticos e a ciência romântica, é claro, têm suas limitações. À ciência romântica faltam a lógica e o raciocínio cuidadoso, consecutivo, passo-a-passo, que caracterizam a ciência clássica; tampouco atingem os românticos aquelas formulações sólidas e leis universalmente aplicáveis. Por vezes, a análise lógica escapa aos românticos e, dependendo da ocasião, eles deixam que suas preferências artísticas e intuições tomem o comando da situação. Com frequência, suas descrições não só precedem as explicações como tomam seu lugar. Por muito tempo tenho pensado sobre qual destas duas abordagens, em princípio, leva a um melhor entendimento da realidade viva (Luria, 1992, p. 179-180).

Não se trata de uma cópia estilística do autor, mas, sim, de uma posição teórico-metodológica ao tratarmos dos conceitos voltados para o desenvolvimento humano. Luria explicita que:

Sempre admirei a observação de Lenin de que um copo, enquanto objeto científico, só pode ser entendido quando é visto a partir de várias perspectivas. No que diz respeito ao material de que é feito, torna-se um objeto da física; quanto ao seu valor, um objeto da economia; quanto a sua forma, um objeto de estética. Quanto mais isolarmos relações importantes, mais perto chegamos da essência do objeto, de um entendimento de suas qualidades e das regras de sua existência. E quanto mais preservamos toda a riqueza de suas qualidades, mais perto chegaremos das leis internas que determinam sua existência. Esta perspectiva levou Karl Marx a descrever o processo de descrição científica pela estranha expressão “ascendendo ao concreto” (Luria, 1992, p. 182).

O estudo e entendimento do cérebro, nas suas relações particulares, não pode perder de vista o conteúdo humano. **Não existe cérebro que aprende sem uma pessoa em atividade aprendendo!** Essa é a defesa feita por Luria, considerando que uma análise pormenorizada dos fatos psicológicos não deve excluir as relações histórico-sociais e culturais, as bases do psiquismo.

Por isso, a *Ciência Romântica* como orientadora da pesquisa, “quando bem-feita, a observação cumpre o objetivo clássico de explicar os fatos, sem perder de vista o objetivo romântico de preservar a multiplicidade de riquezas do objeto” (Luria, 1992, p. 183). Silva (2018a, p. 2) complementa que, sob essa visão:

Luria defende a necessidade de integração rumo a uma síntese que expresse a realidade em sua riqueza e multiplicidade de determinações, dessa maneira os estudos do cérebro deveriam se complementar com o acompanhamento das vivências dos sujeitos estudados de modo a englobar aspectos de sua identidade em permanente luta por afirmação.

Optamos por trabalhar os conceitos não apenas pelos resultados obtidos por Luria e suas definições, mas na sua relação com a atividade humana. Portanto, não se trata de uma simples ilustração, mas o delinear do objeto de pesquisa em suas amplas relações dentro daquilo que nos foi possível alcançar.

1.2 UMA BREVE EXPOSIÇÃO DOS PRINCÍPIOS GERAIS DA NEUROPSICOLOGIA ELABORADA POR A. R. LURIA E SEU GRUPO DE PESQUISA

Em uma carta para o psiquiatra americano Douglas M. Bowden, de 20 de fevereiro de 1971, Luria descreveu seis metaprincípios da Neuropsicologia que, nos dizeres de Bowden (1971, p. 407, tradução nossa), “são um breve resumo da abordagem de A. R. Luria nos campos

básicos da psicologia nos quais ele está envolvido há décadas”. E, a partir da tradução de Coelho, Hernández e Hazin (2024), vamos discuti-los ao longo deste capítulo.²¹

O primeiro e o segundo metaprincípios dizem que:

1. Existem processos psicológicos especificamente humanos. Essas funções corticais (ou psicológicas) superiores, inexistentes nos animais, derivam de fontes sociais, ou seja, do comportamento instrumental do ser humano;
2. Diferentemente do comportamento animal que é imediato e natural, o comportamento humano é mediatizado, ou seja, utiliza meios (instrumentos e signos). Portanto, as funções psicológicas superiores são sócio-históricas por sua origem, mediatizadas por sua estrutura, conscientes e voluntárias por seu modo de funcionamento (Coelho; Hernández; Hazin, 2024, p. 263).

Luria parte do princípio de que o ser humano surge do biológico, da matéria viva, e cria as condições para ultrapassar o que está apenas circunscrito nos seus genes (Luria, 1979a). Ao discutir as raízes sócio-históricas da atividade consciente humana, Luria (1979a) apresenta três traços fundamentais que evidenciam as diferenças basilares entre o ser social e o animal. O primeiro traço nos revela que a atividade consciente do ser humano não está estritamente orientada por motivos biológicos.

As necessidades humanas, no decurso da História, foram enriquecidas com aspectos mais complexos, como a necessidade de comunicação, aquisição de conhecimentos, ser socialmente útil etc. (Luria, 1979a). Luria apresenta-nos um exemplo sobre como o comportamento consciente pode, inclusive, extrapolar os limites do instinto para preservação da própria vida:

Encontramos, freqüentemente situações nas quais a atividade consciente do homem, além de não se sujeitar às influências e necessidades biológicas, ainda entra em conflito com elas e chega inclusive a reprimi-las. São amplamente conhecidos casos de heroísmo em que o homem, movido por elevados motivos de patriotismo, cobre com seu corpo bocas de fogo ou se lança à morte sob tanques; esses casos são apenas exemplos da independência do comportamento do homem em relação aos motivos biológicos. Entre os animais, não há semelhantes formas de comportamento “desinteressado”, que se baseiam em motivos não-biológicos (Luria, 1979a, p. 72).

Outro aspecto característico da atividade consciente humana é que as ações executadas estão vinculadas a um processo reflexivo e aos conhecimentos acumulados pela humanidade, diferentemente do animal que baseia seu comportamento na impressão imediata das coisas, nos estímulos mais imediatos ou na experiência individual (Luria, 1979a).

²¹ O texto original em inglês, presente na edição de 1971 da revista dinamarquesa SKOLEPSYCOLOGI (Psicologia Escolar), está disponível em: <https://www.marxists.org/archive/luria/works/1971/metaprinciples.pdf>. A versão em português aparece em Coelho, Hernández e Hazin (2024), no capítulo 7 da obra *Novas Perspectivas em Vigotski: História, Filosofia, Arte, Ciência*, organizado pelas Dra. Gisele Toassa e Dra. Priscila Nascimento Marques, por meio da editora Mireveja e lançado em 2024.

O ser humano é capaz de analisar a situação imediata, estabelecer nexos causais, interpretar os fenômenos e elaborar uma síntese que oriente sua atividade a partir dos seus conhecimentos adquiridos na cultura. Assim, o comportamento humano é regulado não somente pelo que está posto no exterior, mas também pela síntese previamente tecida. A satisfação da sede, por exemplo, não será satisfeita se a pessoa souber que a água está contaminada, subjungando um aspecto biológico ao conhecimento da situação concreta (Luria, 1979a).

O terceiro fator, por sua vez, aponta que o comportamento do animal está diretamente “subordinado aos dados objetivos, à iluminação, à posição dos objetos etc., em relação à força do estímulo que faz parte de tal situação” (Vigotski, 2023, p. 269), mas, no caso do ser humano, os conhecimentos e habilidades partem do acúmulo de experiências da humanidade, em seu processo histórico e social, há um forte vínculo aqui com o processo de aprendizagem (Luria, 1979a).

Luria (1979a) afirma que muitos dos conhecimentos, habilidades e técnicas que podem orientar o comportamento humano não partem da experiência pessoal, individualizada, mas são adquiridas pela aprendizagem, ou seja, a apreensão da experiência de gerações passadas. A aprendizagem enquanto apreensão da cultura é condição para o desenvolvimento, o surgimento de novas possibilidades de relacionar-se com o mundo para o indivíduo. A relação mediada entre ser humano e natureza viabiliza novas formas de comportamento e atividade que não estavam dadas anteriormente. Assim:

As peculiaridades da forma superior de vida, inerente apenas aos homens, devem ser procuradas na *forma histórico-social de atividade*, que está relacionada com o trabalho social, com o emprego de instrumentos de trabalho e com o surgimento da linguagem. Essas formas de vida não existem nos animais, e a transição da história natural do animal à história social da humanidade deve ser considerada um importante passo assim como a transição da matéria inanimada à animada ou da vida vegetal à animal. *Por isso, as raízes do surgimento da atividade consciente do homem não devem ser procuradas nas peculiaridades da “alma” nem no íntimo do organismo humano mas nas condições sociais de vida historicamente formadas* (Luria, 1979a, p. 74-75)

Nesse trecho, Luria menciona dois aspectos importantes para pensarmos a relação entre o ser humano e a realidade: o trabalho e a criação e uso de instrumentos. Na concepção do Materialismo Histórico-Dialético, o trabalho é concebido como uma ação teleologicamente orientada, ou seja, dirigida para um fim, que tem por produto algo que foi previamente idealizado, planejado.

É por meio do trabalho que o ser humano modifica e conhece a natureza, acumula experiências e produz materiais e novas necessidades que não estavam postas anteriormente (Luria, 1979a). São os produtos do trabalho humano que formam o mundo da cultura, a

realidade social. Da práxis, a unidade dialética entre teoria e prática exercida pelo ser humano, resulta: o mundo material e sensível; as relações sociais e instituições sociais; as qualidades e sentidos humanos (Kosik, 2002).

É reconhecendo essa dupla função do trabalho que Luria, Vigotski, Leontiev e o grupo de pesquisa buscaram entender o comportamento consciente humano, assim como a gênese e a complexificação dos processos psicológicos, a partir da relação dialética entre o biológico e o social. Para Vygotsky (1996, p. 89), “o processo do trabalho exige que o homem tenha certo grau de controle sobre seu próprio comportamento” e o “controle sobre si mesmo baseia-se, essencialmente, no mesmo princípio em que se baseia nosso controle sobre a natureza”.

A criação e o uso de instrumentos, nesse sentido, adquirem um caráter importante na formação social do psiquismo; são processos que alteram radicalmente e modificam a estrutura da atividade consciente humana (Luria, 1979a). Se pensarmos no humano primitivo, a elaboração de uma lança, utilizando madeira, cipó e pedra, em si, já é um processo complexo que apresenta uma série de determinações que distinguem a ação humana e animal. Esse instrumento elaborado adquire sentido posterior ao seu uso e pode, inclusive, ganhar outras funções sociais. A lança elaborada para a caça pode ser usada, por exemplo, na pesca ou para a colheita de alimentos (Luria, 1979a).

E, na medida que há um domínio mais elaborado da matéria e suas transformações, podemos utilizar outros materiais para produzir a lança, a partir do preparo de metais. A criação de novas técnicas e procedimentos para o preparo de instrumentos com um maior domínio da natureza constitui-se como um rico processo alcançado pela humanidade. O ser humano, por meio do trabalho, objetiva na realidade algo que não estava posto e naquele objeto fixam-se ideias, conhecimentos e operações, formando o mundo objetual e da cultura (Luria, 1979a). Esse processo, como um todo, reelabora a realidade social e, potencialmente, modifica em cada ser humano a estrutura de sua atividade:

A preparação dos instrumentos de trabalho requer uma série de procedimentos e modos (desbastar uma pedra com outra, friccionar dois pedaços de madeira na obtenção do fogo), por outras palavras, exige a separação de várias *operações* auxiliares. A separação dessas “operações” é o que constitui a sucessiva complicação da estrutura da atividade. Desse modo, a separação entre a atividade biológica geral, e as “ações” especiais não é determinada imediatamente por motivo biológico, mas é dirigida *pelo objetivo consciente*, que adquire sentido apenas na comparação dessas ações com o resultado final. O surgimento de várias “operações” auxiliares por meio das quais se executa essa atividade é o que constitui a mudança radical do comportamento, o que é o que representa uma *nova estrutura de atividade consciente do homem* (Luria, 1979a, p. 77).

Muitas correntes psicológicas buscaram compreender o comportamento humano estabelecendo paralelos entre as ações humanas e as ações dos animais, como os estudos com o macaco antropoide, já que as observações experimentais feitas por Köhler²² demonstraram que este animal também utilizava instrumentos para executar algumas tarefas, como coletar alimentos. Köhler, de modo geral, propôs que o desenvolvimento da percepção e da ação dirigida nos animais e nos seres humanos seguiriam as mesmas leis gerais, os mesmos princípios.

Porém, o caráter que os instrumentos adquirem para o ser humano com relação ao animal diferem substancialmente se, para além de uma análise imediata do seu uso, o foco da análise voltar-se para a estrutura da atividade e a qualidade das operações em cada caso (Luria, 1979a; Vigotski, 2023); fenômeno negligenciado por Köhler quando traçou paralelos e semelhanças entre o macaco e o ser humano. Segundo Vigotski (2023), o instrumento utilizado pelo animal deixa de existir ao final de determinada operação, não adquire sentido fora da relação imediata.

Para o ser humano, ainda que a lança quebre ou desapareça da vista, ela pode permanecer como uma ideia, um conhecimento preservado na memória e pode ser novamente elaborada! Decorre dessa concepção que o surgimento de um novo instinto no animal, tipo o macaco, não altera as suas funções psicológicas que já existiam, o que, como descrevemos até aqui, não é verdade no caso do ser humano (Leontiev, 2004; Luria, 1979a; Vigotski, 2023).

O salto ontológico do ser movido por aspectos puramente biológicos ao ser social, cujos motivos que orientam sua atividade foram criados e/ou reelaborados ao longo da História e dentro da cultura, possibilitaram ao ser humano o desenvolvimento de diferentes e mais elaboradas formas do que Luria (1979d) denominou por estrutura do ato intelectual.

Luria (1979d), então, descreve três tipos básicos de comportamento que orientam a atividade e que se desenvolveram ao longo da história da humanidade: motor-sensorial; perceptivo e intelectual. O primeiro tipo, motor-sensorial, representa a forma mais elementar do comportamento e surge a partir dos aspectos herdados na genética. É evocado a partir de necessidades mais básicas, como fome ou necessidade sexual no animal, ou respondendo por meio de reflexos às interferências externas (Luria, 1979d).

²² Considerado um dos fundadores da teoria Gestalt, Wolfgang Köhler (1887-1967) foi um psicólogo estoniano que dedicou seus estudos ao comportamento animal, em específico, aos macacos antropoides. Para Köhler, um dos nomes da teoria estruturalista do comportamento, há uma relação mecânica entre o desenvolvimento do psiquismo e o meio ambiente, justificando o comportamento por associações entre estímulos e respostas (Vigotsky, 2023).

Ao complexificar-se por meio da experiência com o mundo externo, o comportamento motor-sensorial adquire caráter de instinto, em que as situações podem evocar uma série de reações biológicas ou estruturas mais elaboradas de reação. No ser humano, o comportamento motor-sensorial não desaparece, mas deixa de ser orientador imediato da atividade e das reações na medida que a atividade psíquica é enriquecida pela cultura, vivência e trabalho, passando, então, para o último plano (Luria, 1979d).

O comportamento perceptivo, por sua vez, surge no desenvolvimento dos órgãos dos sentidos, por meio das dificuldades que o ser encontra na realização de tarefas e a partir do surgimento dos níveis superiores do cérebro, a região do córtex cerebral (Luria, 1979d). É organizado a partir de uma análise e discriminação da situação direta no animal e dos elementos dispostos no ambiente, para elaborar uma síntese que gere uma adaptação requerida do comportamento. Por meio de repetições e testes, as formas de comportamento adaptativo baseados na percepção vão se cristalizando e formando um amplo sistema de habilidades. Luria, então, distingue o papel desse comportamento na estrutura da atividade animal e do ser humano:

Essas formas de comportamento direto ou adaptativo, que se afirma com base na atividade orientadora de pesquisa, começam a ocupar papel determinante entre os vertebrados superiores; sem perder a ligação com as formas instintivas de comportamento, elas se tornam forma básica de comportamento dos mamíferos superiores e conservam posição considerável na atividade consciente do homem (Luria, 1979d, p. 3).

O comportamento intelectual, o qual Luria (1979d) destaca que existe nos animais de forma mais rudimentar, tem por característica uma combinação de experiências e ideias prévias que antecedem a organização do comportamento. No caso dos macacos, por exemplo, há uma prévia organização das formas mais complexas de ação motora a partir de um modo de agir que surge das impressões imediatas do ambiente e dos objetos ao seu redor. No que concerne à distinção entre macaco e ser humano, enquanto a atividade “intelectual” do animal permanece presa à percepção imediata, no ser humano ainda há um papel assegurado à percepção na tarefa intelectual, esta não deixa de existir, mas a função adquire novas estruturas mais elevadas.

É no processo de organização da atividade, tanto de pesquisa quanto orientação, que se formam tarefas concretas a partir de uma estratégia de execução de atividade visando a solução de um problema, a satisfação de uma necessidade. Cria-se modos de solução do problema por meio de táticas e operações (como no processo de criação da lança para a caça) que podem resultar ou não no êxito. No entanto, para o ser humano, quando a intenção inicial não coincide com o seu resultado, a tarefa não se encerra de imediato e há possibilidade de refletir sobre novos elementos que podem levar à solução, possibilitando o surgimento de novos mecanismos

organizatórios do comportamento consciente e da orientação da atividade (Luria, 1979a; 1979d).

A forma complexa de comportamento intelectual para satisfação de necessidades e solução de problemas parte da idealização da atividade, dos meios para resolvê-la e do resultado desejado, convertendo-se, em seguida, em ação externa. Há uma mudança na correlação dos processos psíquicos e a atividade deixa de estar vinculada diretamente ao comportamento sensório-motor e à percepção direta, uma vez que a apropriação da experiência humana e o domínio da linguagem reorganizam tais funções. Assim, Luria (1979d, p. 4) diz que:

[...] produz-se um salto do sensorial ao racional, modificando de tal modo as leis básicas da atividade psíquica, que os clássicos da filosofia materialista tiveram fundamento para considerá-lo um acontecimento tão importante quanto o salto que ocorre na transição do inanimado para o animado.

Segundo Leontiev (2004, p. 164), Vygotski²³ compreendia que a reorganização do comportamento humano e dos processos psicológicos que subjazem a consciência humana estava diretamente vinculado com a comunicação entre seres humanos e a apropriação da cultura. Partindo dessa premissa, Leontiev (2004) afirma que os estudos vigotskianos da formação psíquica do ser humano partiram de duas hipóteses iniciais em que as funções psicológicas têm um caráter mediatizado e os processos intelectuais internos derivam da atividade que é, inicialmente, exterior ao ser humano (Leontiev, 2004). E segue:

Segundo a primeira destas duas hipóteses, as particularidades especificamente humanas do psiquismo nascem da transformação dos processos, anteriormente diretos, “naturais”, em processos mediatizados, graças à introdução, no comportamento, de um nó intermediário (“estímulo-médio”) (Leontiev, 2004, p. 164).

O meio pelo qual o ser humano se apropria da cultura, internaliza os objetos e a realidade ocorre com o auxílio do signo, esse “estímulo-médio” mencionado por Leontiev (2004). A construção de uma imagem da realidade perpassa pela apropriação dos signos e seus significados correspondentes socialmente estabelecidos.

O signo tem caráter mediador entre o sujeito e o objeto de sua ação e, conforme Martins (2015, p. 46) afirma, o signo atua como um “estímulo de segunda ordem” que age sobre as funções psíquicas, possibilitando a conversão de ações espontâneas e imediatas em ações imbuídas de reflexão. Os signos, enquanto instrumentos do psiquismo, ajudam na realização de atividades psicológicas e carregam a bagagem cultural produzida pela humanidade; na relação com a atividade, criam-se caminhos para superar uma reação imediata ao mundo pautada no

²³ Apesar de utilizarmos majoritariamente a grafia “Vigotski”, mantivemos ao longo do texto as variações originais das citações e dos textos utilizados nesta pesquisa.

esquema estímulo-resposta, passando para uma reação mediada (Vigotski, 2007; Martins, 2015).

De acordo com Vigotski (2007, p. 38), “ele confere à operação psicológica formas qualitativamente novas e superiores, permitindo aos seres humanos, com o auxílio de estímulos extrínsecos, controlar o seu próprio comportamento”. O signo não é apenas uma ponte que liga mecanicamente o ser humano ao objeto, ele tem caráter transformador (Martins, 2015; Messeder Neto, 2015).

Segundo Martins (2015, p. 47), “a mediação é interposição que provoca transformações, encerra a intencionalidade socialmente construída e promove desenvolvimento”. Vigotski (2007, p. 38) afirma que o uso desses signos vai conduzindo os seres humanos a uma determinada estrutura de comportamento que supera o que está circunscrito biologicamente, criando “formas de processos psicológicos enraizados na cultura”. Ao se colocar entre o sujeito e o objeto, o signo amplia as possibilidades de ser e existir, contribuindo para o desenvolvimento de processos de controle de conduta, mnemônicos, de atenção, generalização e abstração (Luria, 1979a).

A partir dessas considerações, vejamos os metaprincípios três e quatro que estão diretamente vinculados às discussões apresentadas até aqui:

3. O comportamento humano é mediatizado pela linguagem – o mais importante sistema de instrumentos ou signos da história. A linguagem não tem somente uma função semântica e gramatical (de categorizar e generalizar as impressões do mundo), mas também funções pragmáticas e reguladoras (ou de controle). Por meio da linguagem, ultrapassam-se as influências diretas do ambiente. As ações humanas deixam de estar vinculadas ao campo dos estímulos externos e passam a estar ligadas a objetivos ou planos internos;
4. Esse comportamento mediado pelo instrumento (signo) inicia uma nova forma de trabalho cortical: o córtex humano torna-se um sistema funcional plástico, historicamente organizado, para o qual a linguagem desempenha decisivo papel de organização (Coelho; Hernández; Hazin, 2024, p. 264).

Assim, “se com o uso de ferramentas o homem pôde tornar suas atividades mais elaboradas, com o uso de signos foi o psiquismo que sofreu uma drástica revolução” nos termos da elaboração e regulação do comportamento (Messeder Neto, 2015, p. 38). E, no tempo histórico, os signos também foram adquirindo novas formas e significados, como o uso de gestos, representações pictóricas e palavras.

Não existe signo fora da atividade, ele está pautado na relação do ser humano com o objeto e com a própria cultura humana. Martins (2015, p. 48) sintetiza essa ideia apontando que “o desenvolvimento psicológico, assim concebido, só pode ser compreendido em seu

movimento, [...] isto é, como um processo não linear, no qual ocorrem rupturas, transformações profundas e saltos bruscos em direção a rumos qualitativamente mais evoluídos”.

Na concepção da Psicologia Histórico-Cultural, para além do trabalho e do uso de instrumentos – materiais e psíquicos –, o desenvolvimento do psiquismo humano, como Luria (1979a; 1979d; 1981; 1987a; 1987b; 1992) diz, também está diretamente vinculado ao surgimento da linguagem. Esta também apresenta um papel essencial na formação dos processos psíquicos humanos e da atividade consciente, por isso, “não pode ser vista apenas como capítulo especial da Psicologia [...], deve ser considerada também como fatos de construção de todo o conjunto da vida consciente do homem” (Luria, 1979a, p. 82).

A linguagem possibilita a transmissão dos conhecimentos adquiridos na experiência sócio-histórica humana e, segundo Vigotski (2010, p. 63), possui função primária de “comunicar, relacionar socialmente, influenciar os circundantes tanto do lado dos adultos quanto do lado da criança” e no decurso do desenvolvimento humano ela complexifica-se, adquire novas roupagens.

Luria (1979a, p. 78) define linguagem como “um sistema de códigos por meio dos quais são designados os objetos do mundo exterior, suas ações, qualidades, relações entre eles, etc.” formados na história social da humanidade. No caso da linguagem falada, as palavras assumem papéis de designar objetos, qualificá-los, representar ações, estabelecer nexos, e, assim, ela “codifica a nossa experiência” (Luria, 1987b, p. 27). A combinação de palavras em frases e orações possibilita a comunicação entre pessoas, a transmissão e assimilação de informações e conceitos elaborados pela humanidade (Luria 1979a; 1987b).

No animal, não existe linguagem nesses termos. Os sons emitidos por animais representam apenas um “sinal externo que expressa estados afetivos” (Luria, 1987b, p. 26). Quando uma cegonha grita para seu bando, pode emitir um estado de alerta, provocando uma reação de fuga; ou quando macacos emitem sons distintos, podem estar expressando medo ou satisfação (Luria, 1979a), mas não há linguagem nos animais com a mesma função para os seres humanos (Luria, 1979a; 1987b).

Aqui reside outra diferença crucial entre os animais e o ser humano, porque a comunicação, no primeiro caso, expressa uma variabilidade de estados afetivos que influenciam no comportamento, mas, para o ser humano, adquire outras características. Ademais, os estudos da origem da linguagem que buscaram suas raízes na genética falharam em identificar esse processo olhando apenas para a dimensão evolutiva, uma vez que ignoraram o vínculo direto entre a linguagem e o desenvolvimento do trabalho social:

A forma conjunta de atividade prática faz surgir forçosamente no homem a necessidade de transmitir a outros certa informação; esta não pode ficar restrita à expressão de estados subjetivos (vivências), devendo, ao contrário, designar os objetos (coisas ou instrumento) que fazem parte da atividade do trabalho conjunto. Segundo as teorias originárias da segunda metade do século XIX, os primeiros sons que designam objetos surgiram no processo do trabalho conjunto (Luria, 1979a, p. 79).

As palavras, como conhecemos hoje, não surgiram do nada. A comunicação, em sua gênese, era feita por meio de sons que indicavam objetos e situações, sem uma existência autônoma como as palavras possuem. O som com função comunicativa, incluído aqui os gestos e a entonação que o acompanhava, estava diretamente relacionado à atividade prática e fora dessa situação não havia significado, porque a interpretação dependia do conjunto de elementos dados no momento da emissão (Luria 1979a; 1987b).

A passagem do som, dos atos e gestos para a palavra com significado foi um processo demorado ao longo da história até o desenvolvimento das línguas que conhecemos hoje. Portanto, a possibilidade de nomear coisas e objetos foi uma grande conquista da humanidade, e, por meio do desenvolvimento da linguagem, das palavras, cada vez mais ricas em termos de conteúdos, há um amplo desenvolvimento não somente da língua em si, mas também na dinâmica da atividade consciente.

A palavra, então, tem por função possibilitar a análise e a classificação dos objetos e dos fenômenos, ultrapassando a dimensão comunicativa e permitindo a transição do pensamento sensorial ao racional na representação mental da realidade. O domínio da palavra oportunizou para a humanidade a apropriação de um “complexo sistema de associações e relações em que um dado objeto se encontra e que se formam na história multissecular da humanidade” (Luria, 1979d, p. 20), ou seja, entender o significado. Desse modo:

A linguagem é o veículo fundamental de transmissão de informação que se formou na história social da humanidade, ou seja, ela cria uma terceira fonte de evolução dos processos psíquicos que, no estágio do homem, aproximam-se duas fontes (os programas de comportamento transmissíveis por hereditariedade e as formas de comportamento resultantes da experiência de dado indivíduo) que se verificavam nos animais. Ao transmitir a informação mais complexa, produzida ao longo de muitos séculos de prática histórico-social, a linguagem permite ao homem assimilar essa experiência e por meio dela dominar um ciclo imensurável de conhecimentos, habilidades e modos de comportamento, que em hipótese alguma poderiam ser resultado da atividade independente de um indivíduo isolado (Luria, 1979a, p. 81).

A forma de conhecer a realidade, discriminar os objetos e suas relações, a princípio, tem uma característica motor-sensorial mais evidente, ou seja, o pensamento, um dos processos psicológicos, opera por meio da prática objetual. A função do pensamento é construir um reflexo da realidade por meio das generalizações e abstrações e a incorporação da linguagem assegura a transição já mencionada do sensorial ao racional (Luria, 1979a).

A linguagem complexifica o pensamento porque as palavras passam a ser instrumentos do pensamento para a generalização, tornando a construção e captação de significados das coisas, dos fenômenos e da própria realidade uma tarefa mental mais desvinculada da experiência prática imediata (Luria, 1979a; 1987b). Vigotski (2010) já havia dito que o pensamento não é a fala sem som e que, do ponto de vista ontogenético, linguagem e pensamento possuem raízes distintas, mas que podem estar correlacionados em determinadas atividades.

Vigotski aponta a palavra como o signo mediador desse processo de elaboração das representações mentais do real, sendo a unidade entre o pensamento e a linguagem; capaz de requalificar as funções psicológicas, sendo a palavra o “signo dos signos” (Martins, 2015, p. 45). Segundo Luria (1987b, p. 44), a análise de Vigotski sobre o **desenvolvimento semântico do significado da palavra**, quando observado do ponto de vista do desenvolvimento da criança, revela que “tanto a referência da palavra ao objeto como a separação de suas [...] características, a codificação dos traços dados” e a análise categorial não são imutáveis, mudam ao longo do desenvolvimento infantil.

No estudo sobre o **desenvolvimento sistêmico da palavra**, concluiu-se que, por detrás do significado de cada palavra em diferentes etapas do desenvolvimento, “encontram-se diferentes processos psíquicos; sendo assim, com o desenvolvimento do significado da palavra, muda não só sua estrutura semântica, mas também sua estrutura sistêmica psicológica” (Luria, 1987a, p. 44). Por toda essa riqueza de possibilidades através das palavras e seus significados em movimento:

[...] dominamos a experiência social, refletindo o mundo com plenitude e profundidade diferentes. O “significado” é um sistema estável de generalizações, que se pode encontrar em cada palavra, igualmente para todas as pessoas. Esse sistema pode ter diferente profundidade, diferente grau de generalização, diferente amplitude de alcance dos objetos por ele designados, mas sempre conserva um “núcleo” permanente, um determinado conjunto de enlacs (Luria, 1987b, p. 45).

Apesar dos diferentes tipos de pensamento descritos por Luria (1979a; 1979d; 1981; 1987b) e suas etapas ao longo do desenvolvimento humano, enfatizamos até aqui o pensamento por conceitos, o tipo de pensamento humano mais elaborado. Pensar por conceitos significa alçar, por meio das generalizações e abstrações, os traços essenciais dos objetos e estabelecer relações entre eles, diferenciando-os, classificando-os, a partir de um sistema lógico. O processo de desvelar a realidade para o ser humano não ocorre apenas no campo da contemplação ou da relação pragmática com o objeto, mas através da separação entre fenômeno e essência por meio de uma atividade consciente e intencional (Luria, 1979d; 1987b).

E, para fecharmos os seis metaprincípios, Coelho, Hernández e Hazin (2023) expõem que:

5. A desorganização das funções corticais superiores – após uma lesão cerebral focal – não resulta de déficit parcial (destruição de função local circunscrita) ou da diminuição total da atividade cerebral. Trata-se de desorganização dos sistemas cerebrais complexos, resultante da debilidade de determinado fator básico (de acordo com o lócus da lesão);

6. O objetivo básico da neuropsicologia não é a descrição pura dos sintomas nem a redução direta a uma questão fisiológica, mas a qualificação psicológica cuidadosa dos sintomas observados, que possibilite identificar o elo do sistema funcional (fator) que foi debilitado pela lesão e seus efeitos sistêmicos; esse é o caminho verdadeiro para o diagnóstico neuropsicológico (Coelho; Hernández; Hazin, 2024, p. 264).

Estes tópicos serão destrinchados nas seções seguintes, ao discorrermos sobre os conceitos de função, localização, sintoma, análise sindrômica, as unidades funcionais do cérebro e as funções psicológicas.

1.3 OS CONCEITOS DE FUNÇÃO, LOCALIZAÇÃO, SINTOMA E ANÁLISE SINDRÔMICA NA OBRA DE LURIA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA ENTENDERMOS O CÉREBRO

“Demorou um certo tempo até que eu começassem a prestar atenção naqueles pequenos eventos que podem se tornar um ponto decisivo de tal tipo de investigação” (Luria, 1992, p. 137-138). É assim que Luria descreve os primeiros momentos quando começou a se dedicar quase que exclusivamente aos estudos do cérebro no final dos anos 1930. Antes de propor a Neuropsicologia enquanto disciplina científica, Luria precisou revisar toda a forma pela qual os métodos anteriores estavam sendo empregados e quais os seus fundamentos teóricos.

Em seu trabalho de detetive do cérebro e seus mecanismos, Luria (1981; 1992) descreveu como a crise da Psicologia era também uma crise nas Neurociências, em que as visões naturalistas e espirituais influenciavam diretamente nos estudos dos mecanismos cerebrais. Além de fazer um amplo debate quanto a este aspecto, buscou entender como a ideia de localizar funções psicológicas em regiões particulares do cérebro influenciou diretamente na criação dos métodos de avaliação neuropsicológica e no estudo e compreensão das afasias. Por conta disso, precisou rever alguns conceitos basilares para estudar o cérebro em atividade e a organização funcional dos processos psicológicos superiores.

Essa tarefa, por sua vez, não partiu do nada. Luria (1978; 1981; 1992) fez questão de explicitar o tanto que os escritos de Vigotski sobre os sistemas psicológicos e a questão da formação e degradação das funções psicológicas superiores, entre as décadas de 1920 e 1930, ajudaram a fundar as bases da Neuropsicologia. Os trabalhos de Vigotski forjaram de modo

inédito e particular um programa sólido para a compreensão e investigação da organização funcional do cérebro enquanto órgão da consciência (Luria, 1978). Assim, Luria (1981) partiu para a resolução do problema da localização das funções psicológicas revendo os conceitos de **função, localização e sintoma e perda de função** no caso das lesões cerebrais.

Na década de 1920, segundo Luria (1978, p. 274, tradução nossa), a Psicologia baseava-se na perspectiva de que a vida mental humana era formada a partir de um conjunto de “funções” e “propriedades” comuns entre humanos e animais. O estudo das funções psicológicas (sensação, percepção, emoção, ações voluntárias) as entendeu ou como manifestações naturais do sistema nervoso ou, como no sistema pavloviano, enquanto processos com estruturas reflexas cujas bases se encontram nos estudos dos reflexos condicionados em animais (Luria, 1978; 1981).

Essas perspectivas naturalistas foram o ponto de partida da Gestalt e do Behaviorismo, sendo “endossada pela ala mais progressista na psicologia” dentro da União Soviética (Luria, 1978, p. 274, tradução nossa). Trabalhos como dos anatomistas Broca e Wernicke, discutidos ao longo da dissertação, também contribuíram para o desenvolvimento da concepção de que era possível situar no cérebro onde ficam as “funções”.

Segundo Luria (1978; 1981), essas perspectivas tiveram sucesso em descrever os mecanismos dos processos mentais elementares – sensação, formas básicas de percepção e atenção etc. –, mas não conseguiram sequer chegar perto de entenderem as funções mentais superiores humanas. Os problemas da consciência, dos movimentos voluntários e da memória ativa ainda permaneciam uma grande incógnita. Luria (1978) diz que essas questões foram deixadas a cargo da psicologia descritiva idealista, já que estes processos deveriam ser explicados pelo espírito e não pelo cérebro.

Rejeitando essas perspectivas, o ponto inicial de Vigotski sobre os processos psicológicos consistia em assumir a sua gênese sócio-histórica e as mudanças que advém do desenvolvimento humano, a partir das mediações com o trabalho e na apropriação da linguagem, conforme discutimos anteriormente. E o que isso muda no estudo do cérebro?

As funções psicológicas superiores deixaram de ser consideradas apenas como funções puramente naturais dos tecidos nervosos ou propriedades do espírito. Luria (1978) discorre que a atividade da fala, por exemplo, deixou de ser considerada enquanto um processo puramente isolado das outras funções, com conexões simples com memória e pensamento. As características particulares dos tipos de pensamento, da ação voluntária e da consciência como um todo puderam ser explicadas cientificamente.

O que efetivamente mudou nesse caso? O conceito de **função**. Para Luria (1978, p. 276, tradução nossa), “o que era [...] considerado ‘funções’ isoladas ou até mesmo propriedades irresolúveis agora emergiam como sistemas funcionais altamente complexos formados no passado e mudando no curso do desenvolvimento ao longo da vida”. Ao rever o conceito de função, Luria (1981) diz que o termo, no campo da Psicologia e Fisiologia, por muito tempo se referia a função particular de um tecido específico. E com uma certa lógica:

É perfeitamente natural considerar que a secreção de bile é uma função do fígado, e que a secreção de insulina é uma função do pâncreas. É igualmente lógico encarar a percepção de luz como uma função, dos elementos fotossensíveis da retina e dos neurônios altamente especializados do córtex visual a eles conectados, e a gênese de impulsos motores como uma função das células piramidais gigantes de Betz (Luria, 1981, p. 12).

Porém, como veremos a seguir, essa definição não se aplica a todos os casos em que o termo “função” é utilizado. Luria (1981) ilustra essa situação a partir da “função de digestão” e “função de respiração”, como funções que não podem estar vinculadas unicamente à função de um tecido particular.

No primeiro caso, a digestão requer o reflexo da deglutição e os movimentos de propulsão da boca até a orofaringe, enquanto o palato mole eleva-se para impedir a passagem do alimento para a via nasal e o abaixamento da epiglote para que o alimento não chegue até a laringe, levando-o até o esôfago, onde é transportado para o estômago.

No estômago, o alimento é processado pelo suco gástrico com participação das secreções do fígado e pâncreas; há movimento peristáltico envolvido nas contrações do estômago e do intestino com a propulsão da parte a ser absorvida, processo este que é finalizado nas paredes do intestino delgado (Luria, 1981).

E na função da respiração:

Exatamente o mesmo [...]. O objetivo último da respiração é o suprimento de oxigênio aos alvéolos dos pulmões e sua difusão através das paredes dos alvéolos para o sangue. Entretanto, para que esse propósito último seja alcançado, é necessário um aparelho muscular complexo, que engloba o diafragma e os músculos intercostais, capaz de expandir e de contrair o tórax e que é controlado por um complexo sistema de estruturas nervosas no tronco cerebral e em centros superiores (Luria, 1981, p. 12-13).

Assim, Luria (1978; 1981) afirma que o termo “função”, enquanto função específica de um tecido particular, não é apropriado, pensando, então, no termo **sistema funcional**, que visa abarcar todos os componentes que participam dos processos citados acima, incluindo em diferentes níveis os componentes dos aparelhos humanos secretores, motores e nervosos. Esse termo foi proposto, como vimos anteriormente, por Anokhin, a partir do estudo das estruturas nervosas e o funcionamento dos organismos.

Enquanto característica central das operações de um sistema funcional, Luria (1981) descreve que há sempre “a presença de uma tarefa constante (invariável), desempenhada por mecanismos diversos (variáveis), que levam o processo a um resultado constante (invariável)” (Luria, 1981, p. 13). Mas o que isso significa?

Se pensarmos na função de respiração enquanto um sistema funcional, a princípio, tem-se a necessidade de oxigênio (aspecto invariável), que deve ser captado (aspecto variável) e transportado aos alvéolos para que seja encaminhado para a corrente sanguínea (aspecto invariável). O aspecto variável nos diz que uma das características do sistema funcional é a ampla mobilidade das suas partes constituintes, ou seja, a captação do oxigênio pode ocorrer por vários caminhos em diferentes situações. Assim:

[...] se o grupo principal de músculos em ação durante a respiração (o diafragma) pára de agir, os músculos intercostais são recrutados; se, entretanto, por qualquer razão, estes últimos estão prejudicados, os músculos da laringe são mobilizados e o animal, ou ser humano, passa a deglutir ar, que alcança, assim, os alvéolos pulmonares por uma via completamente diversa (Luria, 1981, p. 13).

Outro aspecto é que o sistema funcional também é composto por impulsos eferentes e aferentes, ou seja, há impulsos que contribuem para a efetuação da ação e impulsos que analisam os resultados da ação, a forma como foi realizada, e contribui para seus ajustes (Luria, 1978; 1981). Assim, o termo sistema funcional ajuda não somente a elucidar muitos mecanismos autonômicos e somáticos complexos do organismo humano, mas também auxilia os estudos do cérebro na compreensão do comportamento complexo humano, das funções psicológicas superiores. Luria (1981) passou a entender os mecanismos cerebrais dos processos superiores, como memória, atenção, percepção, fala, pensamento, escrita etc., enquanto sistemas funcionais que, por sua origem, desenvolvimento e organização, não estão de modo algum circunscritos em áreas isoladas do cérebro.

Tomemos como exemplo o ato da escrita numa atividade nada simples de ditado para pessoas ouvintes. Por vezes, na Educação Infantil, o processo de escrita é tido como uma simples reprodução gráfica do som pela criança, mas isso não é trivial no começo da apropriação da língua e da sua representação gráfica por meio da escrita, e não deixa ser menos complexa em estágios ulteriores do desenvolvimento humano. Concordamos com Messeder Neto (2015, p. 71) que:

A escrita é outra conquista social no desenvolvimento do psiquismo. Se na linguagem externa ou interna muita coisa é suprimida ou deixada implícita pelos gestos ou pelas expressões, na linguagem escrita, em que o leitor é ausente, isso não é permitido. É necessário explicar tudo de maneira mais detalhada, e isso exige uma síntese de pensamento mais elaborada que precisa se enunciar em linguagem escrita.

Veremos que os mecanismos subjacentes a esta tarefa (reprodução do ditado num ato de escrita) são diversos e não puramente ouvir – decodificar na cabeça por meio do pensamento – e escrever no papel na ação motora. Escrever o que se ouve requer a discriminação dos sons numa análise acústica, “decompondo o fluxo permanente de sons em fonemas” da língua específica em uso (Coelho; Hernández; Hazin, 2024, p. 270).

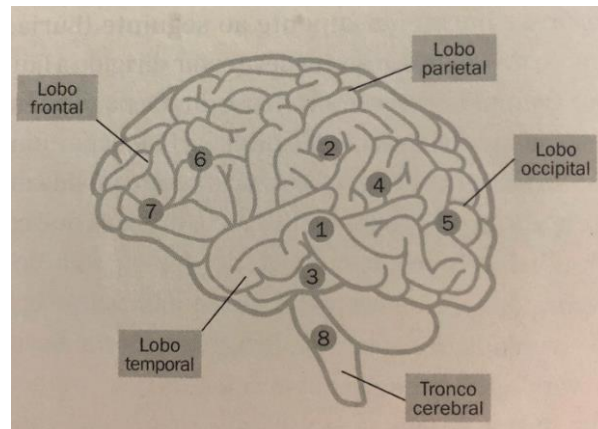
Esse processo de discriminar os sons não se dá por somente ouvir, mas entender os sons produzidos por diferentes articulemas, ou seja, como os lábios e a língua se movem para gerá-los, inclusive, diferenciando sons que são parecidos. Em seguida, tem-se a conversão dos fonemas em grafemas, ou seja, na representação a partir dos elementos motores e visuais da escrita (Coelho; Hernández; Hazin, 2024). Além disso, é preciso conhecer os grafemas e saber reproduzi-los mantendo uma ordem correta dos elementos no papel. No português, por exemplo, escrevemos da esquerda para a direita; se for num papel pautado, entre as linhas do papel, e isso não vem como função inata, aprende-se.

E a escrita acaba aqui? Nem pensar. Uma vez que é preciso utilizar as normas da língua e ter fluidez, **nãopodeescrevertudojunto, n ~ao pó de sér deszor ga nizaod**. E, ainda assim, o processo da escrita deve estar vinculado ao objetivo principal de reproduzir adequadamente o conjunto de palavras ou frases que foram passadas, preservando o conteúdo (Coelho; Hernández; Hazin, 2024). A parte incrível desse processo é que o sistema funcional que atua na escrita pode mobilizar diferentes mecanismos motores que preservem o conteúdo do que se escreve a depender das condições de sua realização, como escrever com as mãos, com os pés ou com a boca!

Se analisarmos a Figura 3, Coelho, Hernández e Hazin (2024), baseadas em Luria, sistematizaram um esquema para mostrar quais “partes” do cérebro operam conjuntamente na realização de uma atividade do ditado. As autoras pontuam que todos esses elos atuam em conjunto na escrita e, logo, não podemos achar no cérebro uma parte específica ou grupo de neurônios que atuem isoladamente.

No entanto, isso não significa dizer que o problema da localização seria completamente resolvido encontrando quais partes do cérebro atuam nos sistemas funcionais subjacentes à escrita, fala, pensamento, memória, atenção, sentimentos e emoções etc. Isso porque, esses sistemas funcionais e seus elos são completamente modificados e transformados no decurso do desenvolvimento humano (Luria, 1981; Coelho; Hernández; Hazin, 2024).

Figura 3 - Vista lateral do hemisfério esquerdo



Fonte: Coelho, Hernández e Hazin (2024, p. 272).

Quadro 1 - Legenda da imagem da vista lateral do hemisfério esquerdo

- | |
|---|
| <p>1 Discriminação fonológica (decomposição das unidades sonoras correspondentes da língua, os fonemas);</p> <p>2 Discriminação cinestésica (separação dos fonemas, que não se faz “só de ouvido”, mas inclui a participação imediata da articulação);</p> <p>3 Reconhecimento de lexemas (memória áudio-verbal);</p> <p>4 Recodificação dos elementos sonoros – fonemas – em elementos gráficos – grafemas (orientação dos elementos no espaço, coordenação visual-motora);</p> <p>5 Reconhecimento visual (atualização de imagens visuais de letras e sílabas);</p> <p>6 Organização eferente (serial) de movimentos gráficos (escrita harmoniosa);</p> <p>7 Programação e controle de ações voluntárias (do ato de escrever);</p> <p>8 Manutenção do tono ativo do córtex.</p> |
|---|

Fonte: Coelho, Hernández e Hazin (2024, p. 272).

Luria (1981, p. 15) nos diz que “o fato de terem sido todas elas [funções superiores] formadas no curso de um longo desenvolvimento histórico, de serem sociais em sua origem e complexas e hierárquicas em sua estrutura, e de serem todas elas baseadas em um sistema complexo de métodos e meios” (baseado em Vigotski, Leontiev, Zaporozhets, Galperin, Elkonin), significa que a atividade consciente e seus mecanismos devam ser vistos enquanto sistemas funcionais complexos. Dessa forma, podemos entender o que Luria descreveu enquanto **localização** e como o conceito que sistematizou difere substancialmente das perspectivas citadas anteriormente.

Para pensarmos no conceito de localização nos termos da Neuropsicologia Histórico-Cultural, precisamos retomar uma ideia elaborada por Vigotski. No desenvolvimento infantil, por meio da comunicação com adultos, a criança reorganiza seu comportamento “com base na atividade objetiva e na fala” (Luria, 1978, p. 276, tradução nossa). Ao longo desse processo, a criança adquire conhecimento e outras formas de se relacionar com a realidade e, do ponto de vista interno, são estabelecidos novos sistemas funcionais que vão permitindo dominar formas

cada vez mais complexas de memória, percepção, pensamento e atividade volitiva (Luria, 1978).

Nos termos da localização, isso significa que é possível descrever funções específicas de regiões do cérebro voltadas para processos mais elementares, mas não integralmente às funções psicológicas superiores numa região única, porque a criação desses novos sistemas na criança modifica os elos que conectam as suas partes constituintes.

Assim, Luria (1981) propõe o conceito de **localização dinâmica** dos sistemas funcionais, considerando que não são imutáveis ou estáticas (Coelho; Hernández; Hazin, 2024), sendo “organizadas em sistemas de zonas funcionando em concerto”, em que cada zona do cérebro desempenha um papel na estrutura do sistema funcional complexo e “podendo cada um desses territórios estar localizados em áreas do cérebro completamente diferentes e frequentemente bastante distantes uma da outra”, como vimos no exemplo da escrita (Luria, 1981, p. 16).

Segundo Vigotski (2023, p. 271), no ser humano, o desenvolvimento das funções psicológicas superiores não há “apenas o surgimento do novo, mas também a mudança da estrutura de todo sistema psicológico animal existente anteriormente”. Nesse caminho, afirma, então, que:

Um papel central na organização das funções psíquicas superiores, como mostram as pesquisas, é desempenhado pela linguagem e pelo pensamento verbal, funções que são especificamente humanas, as quais, ao que parece, devem estar relacionadas aos produtos do desenvolvimento histórico do ser humano (Vigotski, 2023, p. 275).

Fica explícito no texto de Vigotski o papel que os signos – enquanto instrumentos materiais, gestuais e simbólicos – possuem tanto no estabelecimento dos vínculos entre as zonas do cérebro quanto na reorganização dos sistemas funcionais complexos humanos, à medida que o ser humano vai dominando e entendendo seus significados.

Segundo Luria (1978), Vigotski já tinha demonstrado que o desenvolvimento psíquico infantil não é um produto a partir da maturação do cérebro ou do surgimento de “novos instintos”, mas decorre da sua atividade objetiva e comunicação com adultos. Ademais, a criança “domina as ferramentas desenvolvidas na história da humanidade e aprende a fazer o uso dos meios externos ou signos para organizar seu próprio comportamento” (Luria, 1978, p. 278, tradução nossa).

Esse processo de formação dos sistemas, mediados pelos signos, é um avanço importante na demonstração do porquê não se pode comparar diretamente o comportamento humano do comportamento animal. Coube a Luria e sua equipe, então, demonstrar esses

processos nos seus experimentos em Neuropsicologia após a morte de Vigotski. Sobre os signos, Luria ainda complementa:

Enquanto as formas superiores da atividade consciente são sempre baseadas em certos mecanismos externos (bons exemplos são o nó que damos no nosso lenço para nos lembrarmos de alguma coisa essencial, uma combinação de letras que escrevemos para não esquecermos de uma idéia, ou uma tabuada de multiplicação que usamos para operações aritméticas) — torna-se perfeitamente claro que esses apoios externos ou artifícios historicamente gerados são *elementos essenciais no estabelecimento de conexões funcionais entre partes individuais do cérebro*, e que por meio de sua ajuda áreas do cérebro que eram previamente independentes tornam-se os componentes de um sistema funcional único (Luria, 1981, p. 16).

De modo até poético, Leontiev (2004) utiliza o termo “órgãos funcionais” para referir-se aos processos externos que são apreendidos pelo indivíduo, convertendo uma ação, como tocar piano, em uma operação, após aprender as técnicas do instrumento musical. Luria (1981, p. 16) sintetiza esse processo dizendo que “medidas historicamente geradas para a organização do comportamento humano determinam novos vínculos na atividade do cérebro humano”. Baseado em Vigotski, Luria traz um outro exemplo quanto ao uso de signos e sua implicação no desenvolvimento infantil:

A direção da atenção da criança por meio de sua própria fala e sua organização da atividade através da regulação, primeiro, da fala externa e, posteriormente, da fala interna, servem como exemplos de organização mediada de seus processos mentais. Gradualmente essa atividade “de fora”, que depende do ambiente externo, se contrai e adquire um caráter interno, transformando-se nos processos mentais internos que podem parecer como funções mentais simples e irresolutas, mas na verdade são o produto de um desenvolvimento histórico altamente complexo (Luria, 1978, p. 278, tradução nossa).

Como essa localização é dinâmica e não é estática, alterada em sua organização sistêmica, por meio dos signos, eis aqui uma implicação fundamental para os estudos do ser humano nos diferentes estágios da vida: **a localização dinâmica “se desloca importantemente durante o desenvolvimento da criança e em estágios subsequentes de treinamento”** (Luria, 1978, p. 16, grifo nosso).

A formação e reestruturação dos sistemas funcionais é um fenômeno que ocorre ao longo da vida e o desenvolvimento da atividade consciente é, em princípio, “de natureza expandida e requer inúmeros auxílios externos para o seu desempenho, e não é senão mais tarde que ele gradualmente se torna condensado e convertido em uma habilidade motora automática” (Luria, 1981, p. 17).

Retomando o ato da escrita, Luria diz que os seus estágios iniciais têm maior vínculo com processos de memorização da forma das letras e isso acontece mediante impulsos motores isolados que correspondem à realização de elementos individuais da estrutura gráfica (Luria,

1981). No desenvolvimento da escrita, com a aprendizagem e a prática, o processo é completamente modificado e cria-se o que Luria chamou de “melodia cinética” da escrita, que não requer o grande esforço de juntar diferentes impulsos motores para formação dos traços e das letras. Mudam-se os vínculos das zonas cerebrais, por meio da aprendizagem, que compõem todo o sistema funcional da escrita.

Outro aspecto da localização dinâmica a partir do trecho grifado acima é que, em diferentes estágios da vida, os vínculos funcionais que atuam nas atividades práticas do ser humano são distintos. É difícil, por exemplo, o estudo comparado da memória de crianças em torno de 1 a 3 anos com relação à adolescentes, ou pensamento, atenção etc.

Isso porque, no primeiro caso, “nos deparamos com um sistema especial de correlações funcionais, um sistema de consciência especial, no qual a função dominante é a percepção e as demais atuam apenas como resultado da percepção e por meio dela” (Vigotski, 2023, p. 273). Entre crianças e adolescentes, Luria (1981) diz que, no processo de formação das funções superiores, nos estágios mais iniciais da infância, há uma dependência muito maior dos processos elementares que formam as bases psicofísicas.

No caso das crianças nessa faixa etária (1-3 anos), a sua memória opera enquanto a possibilidade de reconhecer o que está dado no seu entorno, vai lembrar do que percebe na sua atividade (Vigotski, 2023). O que muda ao longo do desenvolvimento é a formação de novos sistemas funcionais, na modificação de toda estrutura interna da consciência, integrando o que a princípio eram funções “dependentes”, “indiferenciadas” e subordinadas à percepção imediata (Luria, 1978; 1981; Vigotski, 2023). Nos estágios subsequentes, as operações de memória se desprendem da percepção imediata e da relação objetual imediata, pois são tecidos novos vínculos com a linguagem e com o pensamento que permitem a recordação por meio de reflexão (Luria, 1981, p. 17). Assim:

[...] durante a ontogênese não é apenas a estrutura dos processos mentais superiores que muda, mas também a sua inter-relação, ou, em outras palavras, a sua “organização interfuncional”. Enquanto nos estágios iniciais de desenvolvimento uma atividade mental complexa repousa sobre uma base mais elementar e depende de uma função “basal”, em estágios subsequentes ela não apenas adquire uma estrutura mais complexa, mas também começa a ser desempenhada com a participação estreita de formas de atividade estruturalmente superiores (Luria, 1981, p. 17).

Do mesmo modo, também não podemos dizer que a criança é resultado da operação matemática “adulto menos pensamento” ou “adulto menos memória voluntária” ou “adulto menos vocábulos”! O cérebro infantil difere do cérebro adulto em termos fisiológicos e funcionais! Além do que apontamos anteriormente sobre o curso do desenvolvimento e

refazimento dos sistemas psicológicos, outro caminho, mais vinculado às análises clínicas, trouxe novos fatos para essa questão.

Vigotski, anos antes da elaboração e consolidação da Neuropsicologia enquanto uma área da Ciência, com os dados clínicos que dispunha, demonstrou que lesões cerebrais em crianças e adultos têm implicações completamente distintas no desenvolvimento ulterior. Ele conseguiu, numa tacada só, mirar em duas questões.

A primeira delas é mostrar, com um certo grau de originalidade, que as funções psicológicas superiores não estão circunscritas em regiões específicas do cérebro. Se houvesse efetivamente uma coincidência entre região do cérebro e processo psicológico, a lesão na criança e no adulto deveriam acarretar a perda da mesma função. Afirmou que:

Quando se estudam a criança e o adulto com determinados distúrbios cerebrais, salta aos olhos o fato de que tal comprometimento na idade infantil produz um quadro totalmente distinto, consequências diferentes, daquilo que se forma em caso de lesão na mesma área em um cérebro maduro, desenvolvido (Vigotski, 2023, p. 282).

Tomando como exemplo alguns casos descritos na literatura da época, Vigotski avaliou o fenômeno da agnosia ótica em adultos, cuja definição está relacionada à incapacidade de reconhecimento do objeto. O paciente adulto não consegue olhar para o objeto e distinguir se é uma moeda ou um relógio e “às vezes ele diz que é um relógio, outras vezes que é uma moeda; 40% das vezes ele está correto, 60% incorreto” (Vigotski, 2023, p. 283). Na criança diagnosticada com agnosia congênita, há um enorme prejuízo na capacidade de definir os objetos e, conforme aponta Vigotski (2023), não reconhece certos objetos nas mais variadas situações.

Luria (1981, p. 18) verificou posteriormente nas análises clínicas “que uma lesão das áreas secundárias do córtex visual na criança” leva a um comprometimento severo no desenvolvimento sistêmico dos processos superiores que fazem parte do pensamento visual e, num adulto, a mesma lesão “pode causar apenas defeitos parciais de análise e síntese visuais”, mantendo quase que inalteradas as formas mais complexas do pensamento. Em síntese:

Esta é uma das proposições fundamentais introduzidas na teoria da “localização dinâmica” das funções mentais superiores pela ciência psicológica soviética. Ela foi formulada por Vygotsky como uma regra segundo a qual uma lesão de uma porção particular do cérebro em etapas iniciais da infância tem um efeito sistêmico sobre as áreas corticais *superiores* sobrepostas à referida porção, enquanto que uma lesão da mesma região na vida adulta afeta zonas *inferiores* do córtex, que agora começam a depender dela (Luria, 1981, p. 18).

A segunda questão é que, devido ao maior grau de complexidade dos sistemas psicológicos superiores no adulto, a lesão na criança apresentará caráter muito mais severo,

tendo uma implicação importante quanto ao papel da Neuropsicologia na criação dos métodos de reabilitação. Como no adulto a lesão cerebral afeta as áreas inferiores, desintegrando as funções elementares, é possível construir um sistema (a depender do grau da lesão) de compensação ou atenuação daquilo que foi perdido a partir das funções superiores preservadas.

No caso da agnosia ótica mencionada por Vigotski (2023, p. 283), era de comum acordo entre os pesquisadores que “há um comprometimento imediato e severo da função de percepção dos objetos, portanto há também um comprometimento da função visual”. O que Vigotski (2023) fez foi estudar os mecanismos de raciocínio e a preservação dos conceitos previamente elaborados sobre os objetos de pacientes com esse tipo de agnosia. Investigou nos pacientes os conceitos dos objetos que não conseguiam reconhecer, percebendo que havia uma modificação nos conceitos, mas a alteração mais latente era no mecanismo da percepção. O que decorre disso?

Quando o paciente de agnosia não reconhece que é um relógio, ele recorre a mecanismos mais complexos. Ele age como um investigador: tenta deduzir por meio de sinais conhecidos e, mediante um trabalho complexo do pensamento, chega à conclusão de que se trata de um relógio. Basta mencionar o trabalho de Godstein para mostrar que o paciente tem tanto domínio de sua percepção que reconhece um quadrado depois de dirigir o olhar para todos os quatro cantos da imagem; esse paciente se deslocou por Berlim e trabalhou por 15 anos, preservando todas as possibilidades da vida prática e de deslocamento em meio de transporte e a pé, apenas graças ao fato de que sua interpretação correta dos sinais lhe permitia reconhecer o número do bonde e saber como fazer a pergunta para chegar aonde queria (Vigotski, 2023, p. 283-284).

Na criança a situação é bem mais dramática. Vigotski (2023) afirma que não é simples reconhecer uma criança com agnosia congênita, porque a expressão da lesão na criança está vinculada a um quadro de deficiência intelectual. Há um comprometimento da visão e quase sempre da linguagem, “apesar do fato de que as possibilidades sensório-motoras para o desenvolvimento da linguagem estejam preservadas” (Vigotski, 2023, p. 284).

Vigotski (2023, p. 285) conclui afirmando que uma criança com desenvolvimento afetado da percepção terá dificuldades de aquisição da linguagem, uma vez que reside na percepção o “pré-requisito” para o desenvolvimento dos sistemas psicológicos superiores. Desse modo, Luria apontou que os processos de reabilitação pensados para crianças e adultos não podem ser os mesmos.

Para Luria (1978), a modificação percebida por Vigotski na mudança da correlação entre as partes do cérebro no desenvolvimento e na desagregação das funções possibilitou novos horizontes para a Neurociência soviética. Assim, Vigotski propõe uma **localização cronogênica** das funções psicológicas no córtex cerebral. No campo das Neurociências,

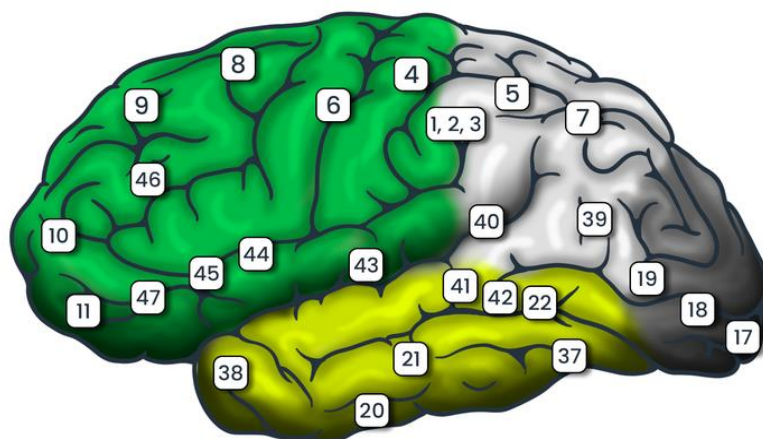
segundo Luria (1978), a possibilidade de entender como as mesmas funções poderiam ser executadas por diferentes partes do cérebro e na interação de diferentes zonas corticais que mudam em diferentes estágios da vida não era algo trivial ou previamente considerado. Nos termos do próprio Vigotski:

A própria ideia de que a localização das funções psíquicas superiores não pode ser compreendida de outro modo senão como sendo cronogênica, como resultado do desenvolvimento histórico, de que as relações que são características para cada parte do cérebro são formadas no decorrer do desenvolvimento e, ao serem formadas de determinada forma, elas agem no tempo, e de que isso não exclui a possibilidade de deduzir um processo complexo de apenas uma região: essa ideia permanece correta (Vigotski, 2023, p. 287).

Por fim, os conceitos de **sintoma** e de **análise sindrômica** estão diretamente imbricados na pesquisa de Luria e vinculados aos conceitos de sistema funcional e localização dinâmica. Os estudos sobre lesões cerebrais, em princípio – como os trabalhos de Wernicke e Broca –, consideraram que o sintoma que deriva de uma lesão cerebral apontava sobre a localização estreita da função no cérebro. Entendia-se que “um distúrbio de uma função mental particular [...] como resultado da destruição de uma certa parte do cérebro” parecia ser a prova cabal de que “esta ‘função’ é ‘localizada’ nesta parte (agora destruída) do cérebro” (Luria, 1981, p. 19).

Para processos mais elementares como a sensibilidade geral, em casos de distúrbio dessa função, há uma correlação direta com uma lesão no giro pós-central do cérebro (região somestésica que corresponde às áreas 1, 2 e 3 de Brodmann), conforme Figura 4 a seguir:

Figura 4: Áreas 1, 2 e 3 de Brodmann, situando o giro pós-central



Fonte: Research Gate²⁴

²⁴ RESEARCH GATE. Mapa citoarquitetônico cortical de Brodmann destacado em cores. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-11-Mapa-citoarquitetono-cortical-de-Brodmann-adaptado-para-destacar-em-cores_fig1_381915196. Acesso em: 18 jul. 2024.

Nesse caso, Luria (1981) diz que a identificação do sintoma corresponde diretamente à identificação mais definida da lesão numa determinada região. Essa lógica, por sua vez, não pode ser transposta quando a lesão afeta os sistemas funcionais superiores. O autor complementa essa ideia:

Se a atividade mental é um sistema funcional complexo, envolvendo a participação de um grupo de áreas do córtex operando em concerto (trata-se, às vezes, de áreas cerebrais bastante distantes umas das outras), *uma lesão de cada uma dessas zonas ou áreas pode acarretar desintegração de todo o sistema funcional, e dessa maneira o sintoma ou “perda” de uma função particular não nos diz nada sobre a sua “localização”* (Luria, 1981, p. 19).

Para entender o sintoma e seus efeitos no sistema funcional como um todo, não se pode olhar apenas para o que ele revela de imediato e estabelecer correlações com áreas do cérebro (Luria, 1981). Luria diz que entre o sintoma e o diagnóstico existe um longo caminho, cuja parte mais importante é, na verdade, *“a análise psicológica pormenorizada da estrutura do distúrbio e a elucidação das causas imediatas de colapso do sistema funcional, ou, em outras palavras, uma qualificação detalhada do sintoma observado”* (Luria, 1981, p. 20).

O sintoma, enquanto aparência imediata do fenômeno, pouco revela sobre o processo patológico investigado e é por meio da análise sindrômica que se torna possível revelar a sua essência (Coelho; Hernández; Hazin, 2024). A análise sindrômica consiste em conectar um conjunto de aspectos que, inicialmente, aparentam nenhuma relação. Ou seja:

Para isso, é necessário analisar a estrutura psicológica das tarefas realizadas durante a avaliação e verificar quais componentes estão afetados em cada caso. Com esse conhecimento, é possível estabelecer um programa individual e personalizado de intervenção neuropsicológica, coerente com o diagnóstico realizado (Coelho; Hernández; Hazin, 2024, p. 279).

Se pensarmos na febre, por exemplo, este é um sintoma que se expressa pelo aumento da temperatura corporal. Uma análise somente deste sintoma nada revela sobre o processo patológico que está acometendo a pessoa, considerando que diferentes doenças ocasionam na febre, como dengue, gripe, amigdalite etc. Do mesmo modo, deve-se pensar o estudo sobre os sintomas decorrentes das lesões no cérebro:

[...] um mesmo sintoma pode se manifestar em quadros clínicos heterogêneos; sendo assim, ele nada diz sobre a localização de uma função afetada. Por um lado, um mesmo sintoma pode ser produzido por lesões localizadas em diferentes setores cerebrais, por outro, uma lesão focal não afeta somente uma função particular, mas várias funções psicológicas, já que desorganiza todos os sistemas funcionais de base que incluem a área cerebral lesionada (Coelho; Hernández; Hazin, 2024, p. 274).

Durante muito tempo, o termo “apraxia” referiu-se à incapacidade da manipulação objetal de modos específicos e, por esse motivo, consideravam que este sintoma decorria diretamente de uma lesão no centro da praxia complexa, na região parietal inferior do cérebro (Luria, 1981). Se a dificuldade de manipulação objetal consistisse em não conseguir reproduzir uma série de movimentos a partir de comandos, a lesão estaria situada em áreas dos córtex anteriores à região parietal inferior (Luria, 1981; 1992). Na perspectiva da Neuropsicologia Histórico-Cultural, essa leitura apresenta equívocos ao tentar circunscrever numa só região uma função complexa como a “praxia”.

Baseado nos estudos de Bernshtein e Anokhin, Luria (1981) diz que era evidente como todo movimento voluntário consiste num sistema funcional complexo, com estruturas variáveis, que levam em conta as condições de execução da ação. Nesse sentido, Luria (1981; 1992) descreveu na literatura dois tipos de apraxia que resultam em dificuldades na ação motora e ilustram nosso argumento: **apraxia cinestésica e apraxia espacial**.

Para que um movimento seja executado, é necessário que haja impulsos que partem do cérebro dando os comandos para o membro em movimento organizando o tono e as articulações, estas são as aferências cinestésicas. Uma lesão na região pós-central do córtex sensório-motor pode gerar distúrbios de movimentos diferenciados, ocasionando na perda da seletividade do movimento, o que Luria (1981) nomeou por apraxia cinestésica. Há dificuldades na mímica, utilização de objetos, porque torna-se mais difícil ajustar as mãos na posição manipulatória adequada.

A execução do movimento também depende de um processo de análise e síntese visuoespacial, ou seja, as aferências visuoespaciais cujos vínculos no cérebro estão nas “zonas terciárias da região parieto-occipital do córtex, a qual recebe impulsos dos sistemas visual e vestibular e do sistema da sensibilidade cinestésica cutânea” (Luria, 1981, p. 21). Uma lesão nessa região pode comprometer as sínteses espaciais que a pessoa executa para organizar o movimento voluntário, produzindo uma:

[...] incapacidade para conferir à mão em ação a necessária posição no espaço; o paciente começa a ter dificuldade em arrumar a cama, e freqüentemente coloca o cobertor atravessado, em vez de estendê-lo corretamente no leito; não consegue manter na direção correta o garfo que está segurando, movendo-o freqüentemente na vertical em vez de fazê-lo na horizontal; é incapaz de atingir um alvo corretamente, e assim por diante (Luria, 1981, p. 21).

Nos casos ilustrados, isso mostra que uma dificuldade relacionada à ação motora voluntária não expressa, *a priori*, suas origens. A apraxia cinestésica e a apraxia espacial

diferem não somente nos sintomas particulares, mas também na estrutura psicofísica que forma o sistema funcional. Lúria complementa:

O movimento voluntário (praxia) constitui um sistema funcional complexo que incorpora inúmeras condições ou fatores dependentes do funcionamento em concerto de todo um grupo de zonas corticais e estruturas subcorticais, cada uma das quais dá a sua contribuição peculiar para a realização do movimento e contribui com o seu fator peculiar para a estrutura do referido movimento. A manipulação complexa de objetos pode, assim, ser perturbada por lesões de diferentes áreas corticais (ou estruturas subcorticais); entretanto, em cada caso ela é perturbada de forma diferente e a estrutura desse distúrbio difere em cada ocasião (Lúria, 1981, p. 22).

Na análise sindrômica pormenorizada, Lúria (1981) faz questão de destacar que “localização de um foco” não equivale à ideia de “localização de uma função”. É a partir do conjunto de sintomas e da análise do elo funcional rompido que as explicações podem ser aduzidas. E isso, nem de longe, significa buscar no cérebro as partes onde estão a consciência, a memória voluntária, o pensamento por generalização etc.

O conceito de fator também é essencial. Por fazerem “parte das formas complexas de atividade psíquica e estão relacionados com determinadas áreas do cérebro [...] são os elos do sistema funcional complexo” que permitem desvelar toda a estrutura da atividade do ser humano (Coelho; Hernández; Hazin, 2024, p. 276).

Lúria (1981, p. 24), baseado nos estudos do neuropsicólogo alemão Hans-Lukas Teuber (1916-1977) e do “*princípio da dupla dissociação funcional*”, afirmou que todo foco patológico no córtex não perturba uma única função, mas um conjunto de sistemas funcionais, enquanto outros ficam inalterados. Um foco na região parietal inferior do hemisfério esquerdo pode acabar afetando a “organização espacial da percepção e do movimento”, o que ocasiona na dificuldade de entender os ponteiros de um relógio, encontrar a posição num mapa, interfere em operações aritméticas, mas não só isso.

Pode levar a dificuldade de entender estruturas gramaticais com relações lógicas como “o primo do tio” ou “primavera depois do verão”, enquanto as estruturas mais simples não são afetadas (Lúria, 1981, p. 24). Esse tipo de lesão “não acarreta distúrbios de processos tais como fala fluente, compreensão ou execução de melodias musicais, sucessão suave dos elementos do movimento, e assim por diante” (Lúria, 1981, p. 24).

Mas o que isso significa para a compreensão dos sistemas funcionais complexos? Isso nos mostra que os sintomas acima descritos incluem um fator espacial e os processos que permanecem intactos não! Ou seja, uma lesão que afeta a percepção e organização visuoespacial pode comprometer outros sistemas funcionais que dependem direta ou indiretamente das sínteses produzidas por este primeiro fator.

O estudo das lesões cerebrais e da degradação dos sistemas funcionais não teve uma relevância apenas para a clínica e as práticas de reabilitação, pois nos mostra caminhos para superar a localização direta das funções e, mais do que isso, cria a possibilidade de entendermos como os sistemas funcionais se organizam no substrato cerebral:

[...] este é um grande auxílio para a solução do problema da composição interna dos processos psicológicos, que não pode ser resolvido por investigações psicológicas comuns, já que dessa maneira processos psicológicos aparentemente idênticos podem ser diferenciados e formas aparentemente diversas de atividade mental podem ser reconciliadas (Luria, 1981, p. 25).

Concordamos com Coelho, Hernández e Hazin (2024, p. 280) que o legado de Vigotski e as produções de Luria auxiliaram imensuravelmente na “identificação dos mecanismos psicofisiológicos que são suporte às funções psicológicas superiores do ser humano”, a partir da ontogênese e da degradação, mantendo uma coerência interna com relação aos pressupostos do Materialismo Histórico-Dialético, sem incorrer nos erros das perspectivas que eram hegemônicas nas suas épocas.

A partir desse conjunto de achados, e diferente da literatura moderna que tem tratado o conceito de **plasticidade** enquanto uma adaptação passiva/responsiva do cérebro às interferências externas, Luria vai propor uma outra visão.

O conceito de plasticidade não é somente vinculado à ideia de adaptação ao meio nos termos puramente biológicos, mas também a capacidade que o cérebro dispõe de (re)organizar os processos funcionais e da criação de novas conexões entre suas partes preservadas que possam, a depender do tipo de lesão e do grau de severidade, compensar ou minimizar os efeitos da função que foi fragilizada ou perdida.

Luria construiu um complexo percurso, enquanto detetive do cérebro, para pensar a sua organização a partir dos conceitos estruturais do campo. Sua teoria teve ampla aceitação na Neuropsicologia Moderna, a despeito dos equívocos já mencionados anteriormente, uma vez que explicou de modo objetivo questões que antes eram impossíveis de serem analisadas no viés científico, como a estrutura da consciência e os tipos de processos psicológicos superiores humanos. Hoje encontramos alguns trabalhos como o de Damasceno (2020) que, por meio de neuroimagem obtidas por ressonância magnética ou PET, mostram como o cérebro funciona de modo interligado. Vejamos na seção seguinte como o autor “dissecou” o cérebro para pensar no seu funcionamento geral.

1.3.1 Compreendendo o cérebro a partir das Unidades Funcionais

Como vimos a partir dos escritos de Luria, a descrição do cérebro e seu funcionamento não implicam no abandono da lógica dialética. Não se trata, de modo algum, da junção mecânica das partes para entender o todo, uma vez que o funcionamento do cérebro se dá na relação complexa entre seus constituintes e nas influências que exercem entre si. O conjunto de informações adquiridas sobre a fisiologia e estrutura do cérebro, contemplando estudos variados sobre o funcionamento das duas partes isoladas, constituíram o ponto de partida para propor uma organização funcional do cérebro enquanto órgão da atividade consciente.

E, uma vez que o cérebro não funciona sob o princípio da localização direta, em que cada parte atua desempenhando uma função, mas em concerto, Luria (1979a; 1981) propôs o conceito de **Unidades Funcionais**. Esse conceito está relacionado ao esforço inicial em desvendar as unidades funcionais básicas do cérebro que contribuem para seu funcionamento e como essas unidades atuam em conjunto nas distintas formas de atividade psíquica:

Como já indicamos, o cérebro humano, que assegura o recebimento e a elaboração da informação e a criação de programas de suas próprias ações bem como o controle da execução destes, trabalha sempre como um todo único. Contudo o cérebro é um aparelho complexo e altamente diferenciado, composto de várias partes; a perturbação do funcionamento normal de cada parte se reflete fatalmente no seu trabalho. No cérebro humano podemos distinguir ao menos três “blocos” principais, cada um desempenhando papel especial na atividade psíquica (Luria, 1979a, p. 94-95).

As três unidades funcionais presentes em qualquer tipo de ação psíquica são: 1) A unidade de regulação do tono, a vigília e os estados mentais; 2) A unidade para receber, analisar e armazenar informações; 3) A unidade para programar, regular e verificar a atividade (Luria, 1979a; 1981). Saliento que, apesar dos termos usados por Luria (1981) como “receber”, “analisar” e “verificar” serem partilhados por outras perspectivas do cérebro que fazem os estudos comparando o seu funcionamento como se fosse um computador, não há nenhuma relação entre o autor aqui estudado, sua pesquisa e essa visão da informática.

Luria (1981) afirma que toda atividade mental consciente ocorre pela mobilização dessas unidades funcionais e que cada unidade contribui para um desempenho adequado do que se pretende fazer. Segundo Luria (1979a, p. 95), as três unidades estão situadas em órgãos específicos do cérebro e “só o trabalho bem-organizado leva a uma acertada organização da atividade consciente do homem”. Antes de explicarmos cada uma dessas unidades, Luria (1979a; 1981) nos apresenta uma característica comum às unidades funcionais básicas, estas apresentam uma estrutura hierárquica entre seus constituintes e são formadas por três zonas corticais organizadas umas sobre as outras:

[...] as **áreas primárias** (de projeção) que recebem impulsos da periferia ou os enviam para ela; as **secundárias** (de projeção — associação), onde informações que chegam

são processadas ou programas são preparados, e, finalmente, as **terciárias** (zonas de superposição), os últimos sistemas dos hemisférios cerebrais a se desenvolverem e responsáveis, no homem, pelas formas mais complexas de atividade mental que requerem a participação em concerto de muitas áreas corticais (Luria, 1981, p. 27-28, grifo nosso).

A primeira unidade funcional é responsável pela regulação do tono, a vigília e os estados mentais, uma vez que para o bom funcionamento dos processos psicológicos é necessário um ótimo estado de vigília e tono cortical. Luria (1981) afirma que Pavlov propôs anos antes que a atividade organizada e dirigida a metas tem por condição de sua realização tais princípios. Dessa forma:

É apenas em condições ótimas de vigília que o homem pode receber e analisar informações, que os necessários sistemas seletivos de conexões podem ser trazidos à mente, sua atividade programada e o curso de seus processos mentais verificado, seus erros corrigidos e sua atividade mantida em um curso apropriado (Luria, 1981, p. 28).

Nota-se que o estado de vigília, desperto, é uma condição necessária para a execução da atividade consciente; atividade esta que engloba uma série de sistemas funcionais operando em conjunto. Digo isso porque, em alguns casos, os estudos sobre a consciência têm sido levados a cabo, considerando que o termo tem equivalência direta com estar acordado, desperto. Seria um erro, a partir dos pressupostos da Psicologia Histórico-Cultural, fazer esta afirmação.

A **primeira unidade funcional** é composta por estruturas abaixo do córtex, no tronco encefálico, englobando as estruturas do “tálamo, ponte, bulbo, diencéfalo e regiões mediais do córtex” (Tuleski, 2007, p. 178). Luria (1981) destaca, a partir dos estudos da obra *The Waking Brain*, de H. M. Magoun, e das contribuições do neurofisiologista italiano Giuseppe Moruzzi (1910-1986), o papel desempenhado pela formação reticular, “uma agregação mais ou menos difusa de neurônios de tamanhos e tipos diferentes, separados por uma rede de fibras nervosas que ocupa a parte central do tronco encefálico” (Machado, 2005, p. 195).

A formação reticular conecta-se com o cérebro, cerebelo, medula e núcleo dos nervos cranianos, e, ao passo que envia impulsos (ativadores ou inibidores) para o córtex no intuito de regular seu tono, também é regulado pelo córtex (Luria, 1981; Machado, 2005). Luria (1981) afirma que o córtex pode modular o funcionamento da formação reticular para elaboração de formas complexas de atividade consciente, fato que era, até então, desvendado 30 anos antes da publicação da primeira versão de *The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology* (Luria, 1973).

A partir das conexões estabelecidas com outras regiões, a formação reticular contribui para: a) Controle da atividade elétrica cortical. Sono e vigília; b) Controle eferente da

sensibilidade; c) Controle da motricidade somática; d) Controle do sistema nervoso autônomo; e) Controle neuroendócrino; f) Integração de reflexos (Machado, 2005, p. 196).

Ainda de acordo com Machado (2005), a formação reticular não possui uma citoarquitetura homogênea e, na literatura moderna, pode-se limitar algumas estruturas mais relevantes que formam os núcleos da formação reticular, como: os núcleos da rafe (contém neurônios ricos em serotonina), *locus ceruleus* (contém células ricas em noradrenalina), substância cinzenta periaquedutal (desempenha papel importante na regulação da dor) e área tegmentar ventral (contém neurônios ricos em dopamina). Estes dados nos ajudam a entender um pouco mais sobre os processos funcionais do cérebro, uma vez que a formação reticular desempenha vários papéis para o organismo humano.

Um dos fatos que sustenta a afirmação de Luria (1981) sobre o papel da formação reticular enquanto parte constitutiva da primeira unidade funcional é que uma lesão bilateral da formação reticular mesencefálica provoca um estado de sono e, por vezes, coma. Além disso, muitos estudos a partir de estímulos elétricos dessa região em animais e humanos demonstraram seu papel excitatório do comportamento, evocando estado de alerta, induzindo ao sono e, em alguns casos, desencadeando “respostas motoras, somáticas ou viscerais, características de fenômenos como vômito, deglutição, locomoção, mastigação, movimentos oculares, além de alterações respiratórias e vasomotoras” (Machado, 2005, p. 199).

Conforme Tuleski (2007), sabe-se que o sistema nervoso precisa de um tono adequado para a execução da atividade psicológica, porém há casos em que se faz necessário um reajuste do tono comum para que as atividades sejam desempenhadas. A autora sistematiza três situações elaboradas por Luria que evocam essa ativação:

[...] a primeira seria representada pelos processos metabólicos do organismo; a segunda vincula-se à chegada de estímulos do mundo exterior ao corpo e que produz o reflexo de orientação, importante para a atividade investigadora e vincula-se aos mecanismos de memória; e a terceira, e mais interessante, é evocada por intenções e planos, por previsões e programas, que se formaram durante a vida consciente do homem, são sociais em sua motivação e são efetuados com a participação da fala, inicialmente externa e depois interna (Tuleski, 2007, p. 178).

A partir da fala, o ser humano pode formular intenções e definir metas, desencadeando um conjunto de ações e operações para sua efetivação (Luria, 1981). Como resultado, se “a meta é alcançada, a atividade cessa, mas, cada vez que ela não é atingida, ocorre a mobilização adicional de esforços” (Luria, 1981, p. 40). No entanto, Luria (1981, p. 40) destaca que o surgimento de metas, planejamentos e execução de tarefas não podem ser vistos unicamente do ponto de vista intelectual, pela dependência direta com os níveis ótimos de vigília e tono

cortical, porque “a execução de um plano ou a consecução de uma meta requerem uma certa quantidade de energia, e são possíveis apenas se um certo nível de atividade pode ser mantido”.

A **segunda unidade funcional** tem por função receber, analisar e armazenar informações. As estruturas que compõem essa unidade localizam-se “nas regiões laterais do neocórtex sobre a superfície convexa dos hemisférios, cujas regiões posteriores ela ocupa, incluindo as regiões visual (ocipital), auditiva (temporal) e sensorial geral (parietal)” (Luria, 1981, p. 49). Os sistemas que compõem essa unidade, segundo Luria (1981), recebem estímulos dos receptores periféricos (nos olhos, na pele, no olfato, na língua etc.) que são dirigidos ao cérebro para que haja sua decomposição analítica, a interpretação dos estímulos, entre os seus componentes e posterior combinação nas estruturas funcionais dinâmicas.

Luria (1981, p. 55) apontou que existem “três leis básicas que governam a estrutura de funcionamento das regiões corticais individuais que compõem o segundo sistema cerebral e que também aplicam a próxima unidade funcional”. A primeira lei diz respeito à estrutura hierárquica das zonas corticais em que a segunda unidade funcional é subdividida em: **áreas primárias** (de projeção), que recebem os impulsos com as informações e analisam em seus componentes elementares; **áreas secundárias** (de projeção-associação), responsáveis pela codificação da informação e conversão de projeções somatotópicas em organização funcional; e as **áreas terciárias** (de superposição), responsáveis pelo funcionamento em concerto dos elementos analisadores e na produção de esquemas supramodais (simbólicos), vinculados a processos psíquicos complexos que compõem a base da atividade gnóstica (Luria, 1981, p. 60).

As zonas terciárias são zonas de superposição que asseguram o processo dos elementos cerebrais de análise em concerto, “se situam na fronteira entre os córtices occipital, temporal e pós-central; e a maior parte delas é formada pela região parietal inferior” (Luria, 1981, p. 54), o que, no processo de desenvolvimento do ser humano, foi muito importante e adquiriu tamanho considerável se considerado aos animais, representando quase que $\frac{1}{4}$ de todo volume do sistema nervoso. Além disso, são estruturas tipicamente humanas (Luria, 1979a; 1981). Em síntese:

Todas as zonas acima descritas são, na verdade, adaptadas para servir como um aparelho para a recepção, a análise e (como veremos) o armazenamento de informações que chegam do mundo exterior ou, em outras palavras, tais zonas estão relacionadas aos mecanismos cerebrais de formas modalmente específicas de processos gnósticos. **Como discutimos, a atividade gnóstica humana nunca ocorre vinculada a uma única modalidade isolada (visão, audição, tacto); a percepção – e, ainda mais, a representação – de qualquer objeto é um procedimento complexo, o resultado de atividade polimodal, originalmente de caráter expandido, posteriormente concentrado e condensado.** Naturalmente, por isso, tal procedimento deve depender do funcionamento combinado de um sistema completo de zonas corticais (Luria, 1981, p. 54, grifo nosso).

A segunda lei da especificidade decrescente das zonas corticais hierarquicamente organizadas aponta que as zonas primárias de regiões do córtex possuem alta especificidade. Nota-se que as áreas primárias de projeção do córtex visual, auditiva e relacionada à sensibilidade geral são compostas por neurônios altamente diferenciados e modalmente específicos (Luria, 1981).

Nas áreas secundárias, em que há predomínio das camadas superiores com neurônios associativos, há especificidade modal em menor grau, e menos ainda nas áreas terciárias. Essa lei tem uma implicação muito importante para o funcionamento do psiquismo, uma vez que toda essa estrutura é responsável pela transformação de uma reflexão individualizada de sinais modalmente específicos em reflexão integrada, em “esquemas mais gerais e abstratos do mundo percebido” (Luria, 1981, p. 57).

A terceira refere-se ao princípio da lateralização progressiva das funções nos hemisférios. Enquanto as áreas primárias dos hemisférios apresentam funções bem definidas e iguais, isso não ocorre com relação às zonas secundárias e terciárias. Luria (1966; 1981) afirma que, com o surgimento e desenvolvimento da mão direita, “que está associada ao trabalho que evidentemente se relaciona com um estágio bastante precoce da história do homem” (Luria, 1981, p. 58), e no surgimento da fala, começa a acontecer, em certa medida, uma especialização das funções nos hemisférios e da organização funcional do cérebro.

O hemisfério esquerdo passa ser dominante no caso de destros e torna-se responsável por funções vinculadas à fala, enquanto o hemisfério direito permaneceu subdominante em algumas das ações complexas humanas. De acordo com Luria, o hemisfério esquerdo desempenha um papel essencial na organização da fala, mas não somente, atuando também em processos cognitivos superiores vinculados a fala, como a percepção organizada por esquemas lógicos, processos de memória verbal e pensamento lógico; o hemisfério não-dominante direito “ou começa a desempenhar um papel subalterno na organização cerebral desses processos, ou não desempenha papel algum em seu curso” (Luria, 1981, p. 58-59). De acordo com o trabalho de Tuleski (2007), Luria:

[...] explicita que o princípio de lateralização das funções superiores no córtex começa a operar apenas com a passagem às zonas secundárias e, particularmente, nas zonas terciárias que estão vinculadas à codificação de informações que chegam ao córtex, processo realizado no homem com o auxílio da fala. Em decorrência disso, as funções das zonas secundárias e terciárias do hemisfério esquerdo (dominante) passam a diferir daquelas das zonas secundárias e terciárias do hemisfério direito (não-dominante). No entanto, ele alerta que a dominância absoluta de um hemisfério não é encontrada sempre e a **lei da lateralização é de natureza apenas relativa** (Tuleski, 2007, p. 180, grifo nosso).

Vale um breve retorno ao prefácio do livro *Fundamentos de Neurologia* para entender que o debate sobre a lateralização das funções nos hemisférios ainda carece de mais estudos, uma vez que Luria (1981, p. XVI) reforça que os estudos das funções dos hemisférios não-dominantes foram tratados superficialmente pela falta de mais materiais coletados em pesquisas.

O que não significa dizer, conforme grifo acima, que no hemisfério esquerdo esteja contido toda a fala e os processos que dependem desta função. Em *Higher Cortical Functions in Man*, Luria (1966) demarca seu posicionamento contra essa perspectiva que era hegemônica entre os localizacionistas, afirmando que a literatura neurocientífica de sua época já havia apontado que uma lateralização absoluta da função da fala no hemisfério esquerdo não era verdade.

Essa ideia foi confirmada por dados clínicos, considerando que a surdez verbal pode surgir enquanto resultado de lesões simétricas em ambos os lobos temporais; a lesão no hemisfério esquerdo poderia ser, em alguns casos, levemente compensada pelo hemisfério direito intacto; outras análises clínicas confirmaram o fato de que, em alguns casos, danos graves nas zonas da fala no hemisfério esquerdo em pessoas destras não leva a distúrbios afásicos (Luria, 1966). Luria afirma que esse conjunto de fatos sustentam a suposição de que, em muitos casos, a lateralização da função da fala e sua dependência com o hemisfério não é absoluta:

De acordo com investigações recentes (Zangwill, 1960; Subirana, 1969), apenas um quarto de todas as pessoas são completamente destras, e pouco mais de um terço mostram dominância pronunciada do hemisfério esquerdo, enquanto que o resto dos indivíduos se distingue por uma dominância relativamente ligeira do hemisfério esquerdo; em um décimo de todos os casos a dominância do hemisfério esquerdo é totalmente ausente (Luria, 1981, p. 59).

A **terceira unidade funcional** tem por função a recepção, codificação, programação e armazenamento de informações para compor os processos psíquicos e organizar a atividade consciente humana (Luria, 1981). O ser humano, conforme Luria (1966; 1979a; 1981; 1992), não atua passivamente frente às informações que chegam do mundo exterior, pois é capaz de criar intenções, planejar e programar as suas ações, além de analisar constantemente os processos durante a sua execução modificando o seu tono para ajustá-lo às condições nas quais a atividade se concretiza e “finalmente, o homem verifica sua atividade consciente, comparando os efeitos de suas ações com as intenções originais e corrigindo quaisquer erros que tenha cometido” (Luria, 1981, p. 60).

Os processos que compõem as atividades conscientes, para além do que já foi dito sobre as duas unidades funcionais anteriores, demanda estruturas neuronais especiais que são essenciais para seu funcionamento. Assim, as estruturas que compõem a terceira unidade funcional estão localizadas nas regiões anteriores dos hemisférios, anteriores ao giro pré-central (córtex pré-frontal).

A partir das pesquisas em neurofisiologia do grupo de Luria e outros pesquisadores internacionais, Luria (1981) diz que as evidências experimentais apontam como as regiões pré-frontais do córtex são estruturas complexas terciárias que possuem íntima comunicação com quase todas as outras zonas principais do córtex. E, em termos de distinção das outras zonas, menciona que as porções terciárias dos lobos frontais constituem uma superestrutura acima das outras partes do córtex, desempenhando funções mais gerais de regulação do comportamento consciente.

De tal modo, uma lesão que acabe por destruir os tecidos do córtex pré-frontal leva a profundos distúrbios de programas de comportamento voluntário e a acentuada desinibição de respostas imediatas a estímulos irrelevantes, impossibilitando a execução de comportamentos complexos (Luria, 1981). Assim, a função do córtex pré-frontal “na síntese de sistemas de estímulos e na criação de um plano de ação se manifesta não somente com relação a estímulos que estejam atuando no presente, mas também na formação de comportamento ativo orientado em direção ao futuro” (Luria, 1981, p. 71), além de levar em consideração o efeito das ações executadas e a verificação para adequar o seu curso. Luria enfatiza que:

Os lobos frontais humanos são muito mais altamente desenvolvidos até mesmo que os de macacos superiores; eis por que no homem, por meio da progressiva corticalização de funções, processos de programação, regulação e verificação de atividade consciente são dependentes em um grau muito maior das partes pré-frontais do cérebro que os processos de regulação de comportamento em animais. Por razões óbvias, as oportunidades para experimentação no homem não se comparam àquelas que temos em animais; entretanto, um extenso material já foi atualmente coligido, em função do que dispomos de informações muito mais completas do que no passado sobre o papel do córtex pré-frontal na regulação de processos mentais humanos (Luria, 1981, p. 73)

É central o papel desempenhado na fala enquanto função que diferencia a regulação consciente humana. Luria (1981) destaca que o desenvolvimento dos sistemas funcionais mais elementares pode ocorrer sem o auxílio da fala, isso não se aplica aos sistemas funcionais superiores que geram formas complexas de comportamento. Essa afirmação, com base nos estudos de Vigotski, Leontiev, Zaporozhets e Galperin, nos diz que os processos vinculados à fala começam fora do ser humano e depois são internalizados, compondo e conectando regiões do cérebro que operam nos sistemas funcionais. Em outras palavras, há uma participação íntima

da fala nas ações programadoras, reguladoras e verificadoras do cérebro na composição das diversas formas de atividade consciente (Luria, 1981).

Numa revisão moderna quanto à validade dos conceitos de unidades funcionais, Machado (2005) e Cosenza (2014) entendem que essa organização e divisão funcional do córtex são adequadas para pensarmos o funcionamento do cérebro. Tem-se, inclusive, o acréscimo de mais informações sobre os elementos do cérebro que compõem as unidades funcionais e a modificação de algumas nomenclaturas.

Segundo Machado (2005), a primeira unidade funcional de Luria refere-se ao que chamamos atualmente de áreas de projeção unimodais; as unidades secundárias e terciárias (áreas de associação), em que as unidades secundárias são áreas de associação unimodais e as terciárias são áreas de associações supramodais.

1.4 MATIZANDO O DEBATE SOBRE AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS QUE COMPÕEM O PSIQUISMO HUMANO

Retomando a pergunta que foi evocada a partir dos estudos sobre os organoides cerebrais no início – *Onde mora a consciência?* –, notamos que essa pergunta está errada em sua formulação, ao entendermos que a consciência não é algo inato ao ser humano e porque, do ponto de vista da Neuropsicologia, não podemos situar funções complexas em regiões específicas do cérebro. O funcionamento dinâmico do cérebro requer, conforme evidenciado pelos estudos de Luria (1966; 1979a; 1981; 1992; 2010), Vigotski (2010; 2023), Damasceno (2020) e muitos outros pesquisadores no campo, a mobilização de diferentes partes do cérebro na composição de uma ação ou atividade.

Luria (2010, p. 195) afirma que Vigotski, partindo da filosofia materialista, descreveu a consciência como a “vida tornada consciente”, enquanto um processo que demanda apreensão da cultura, adquire significado para o ser humano e possui uma dimensão subjetiva em suas características.

Os estudos de Luria e Vigotski buscaram situar a consciência enquanto parte constitutiva dos estudos psicológicos, rejeitando desde o princípio a ideia da consciência enquanto uma qualidade puramente subjetiva e invariável, “como a cena na qual os fatos significativos são representados, ou como epifenômeno que acompanha o comportamento humano” (Luria, 2010, p. 195).

Em síntese, podemos pensar a consciência enquanto um reflexo subjetivo da realidade objetiva – longe de ser um *print* do real; é um nível de reflexo psíquico aprimorado que se

constitui como forma especificamente humana de reflexo psíquico. A realidade existe fora do ser humano e, sendo cognoscível, pode ser compreendida, sentida, pensada, com auxílio dos processos funcionais que moldam a consciência e guiam nossas ações. De acordo com Leontiev:

O ponto de partida do marxismo sobre a consciência consiste em que ela é uma forma qualitativamente especial do psiquismo. Embora a consciência também tenha uma longa pré-história na evolução do mundo animal, ela surge pela primeira vez no ser humano no processo de formação do trabalho e das relações sociais. Desde o princípio a consciência é um produto social (Leontiev, 2021, p. 52).

A teoria do filósofo idealista Ernst Mach, segundo Luria (2010), supunha que as sensações evocadas pelos elementos da consciência eram apenas a percepção que a pessoa tinha da função exercida pelos seus órgãos sensoriais. A experiência consciente é entendida por Mach, e muitos de seus seguidores, enquanto uma característica que já está dada ao ser humano desde o nascimento.

Luria (2010) enfatiza que não são os processos internos e suas estruturas receptoras que são refletidas na consciência, mas, sim, o mundo exterior. Categoricamente, encontramos passagens de Luria em sua obra criticando essa visão, alegando, por exemplo, que “as tentativas de encontrar nas profundezas do cérebro um órgão gerador da consciência serão tão sem sentido quanto as tentativas, feitas na nossa época, de encontrar, na glândula pineal, a sede da alma, em apoio à ingênua hipótese de Descartes” (Luria, 2010, p. 198).

Assim, a consciência, enquanto reflexo psíquico da realidade, possui uma função biológica importante, contribuindo para que o ser humano encontre e elabore propósitos, analise as informações e memorize seus traços (Luria, 2010). Além disso, Luria (2010, p. 196) aponta que “a consciência é a habilidade em avaliar informações sensoriais, em responder a elas com pensamentos e ações críticas e em reter traços de memória de forma que traços ou ações passadas possam ser usados no futuro”. A partir da hipótese de Vigotski, em que a consciência é um sistema estrutural com função semântica, e a partir da ideia de desenvolvimento gradual e contínuo desse sistema, Luria afirma:

Mesmo que a consciência humana seja, em primeiro lugar, um reflexo do mundo exterior (e, em último recurso, consciência de nós mesmos e de nossas próprias ações, embora isto só tenha surgido em um estágio relativamente tardio), não se deve esquecer que, em diferentes estágios de desenvolvimento, ela difere em sua estrutura semântica e que diferentes sistemas de processos psicológicos estão envolvidos em suas operações (Luria, 2010, p. 196).

A consciência não é somente o resultado da maturação dos neurônios ou um fenômeno espontâneo que brota do curso do desenvolvimento humano. Pensemos em outro exemplo baseado na atividade de escrita, discutida anteriormente. Se pedirmos a uma criança em

processo de alfabetização que escreva o seu nome e para um adulto alfabetizado a mesma tarefa, podemos notar no processo da atividade que isso é mais dispendioso para a criança. Ela está aprendendo a segurar no lápis, movê-lo com fluidez, precisa lembrar da forma das letras, coisa que para o adulto alfabetizado é mais simples. Por isso, de modo algum, podemos dizer que em ambos os casos, apesar de estarem fazendo a mesma coisa, estão mobilizando processos com as mesmas estruturas psicofísicas que compõem a consciência.

No processo de desenvolvimento, com a aquisição da fala, da escrita e dos instrumentos culturais, há uma modificação e, ao mesmo tempo, criação de novas formas de comportamento, regulação, sentimento etc. As formas de construção do reflexo do real vão se complexificando e adquirindo novas características a partir das novas conquistas do ser humano! Com base nesses princípios, Luria e Vigotski mostraram que a consciência humana, em diferentes estágios de desenvolvimento, não difere apenas na estrutura semântica, mas também nos processos funcionais que orientam determinada ação, conforme o princípio da localização cronogênica das funções psicológicas.

Enquanto nos primeiros estágios de sua formação o papel principal na estrutura da consciência é desempenhado pelas impressões emocionais diretas, nos estágios posteriores o papel decisivo é assumido inicialmente pela percepção complexa e pela manipulação com objetos, e nos estágios finais, por um sistema de códigos abstratos, baseado na função abstrativa e generalizadora da linguagem. A consciência humana, formada com base na atividade manipuladora, adquire naturalmente um caráter novo, radicalmente diferente dos processos psicológicos dos animais. Vigotskii estava, pois, perfeitamente certo ao insistir em que as palavras, como elementos da fala, são correlativas da consciência, são as unidades básicas da consciência humana e não correlativas do pensamento (Luria, 2010, p. 197-198).

Quando Leontiev (2004) disse que é característica do ser humano a “aptidão para criar novas aptidões”, daqui podemos extrair que a base biológica assegura traços característicos e herdados geneticamente da espécie humana e, com o desenvolvimento, no surgimento do novo, podemos alcançar aquilo que não está dado no gene, mas está disposto na cultura. Assim, podemos pensar que, na construção da imagem subjetiva do real, há um psiquismo atuando ativamente nessa construção, composto por processos funcionais subjacentes que, por sua vez, são formados na interrelação entre as funções psicológicas elementares e superiores.

Podemos, então, pensar o psiquismo enquanto totalidade e as funções psicológicas enquanto expressões particulares do psiquismo que compõem o todo nas suas interrelações. Vigotski (2023) vai afirmar, por esta razão, que a consciência não se forma na soma mecânica do desenvolvimento dessas funções em separado, uma vez que o desenvolvimento em separado de cada função depende do desenvolvimento de todo o psiquismo!

E dessa relação, a modificação da consciência como um todo proveniente do desenvolvimento das funções consiste na mudança das correlações entre as partes que a compõem, muda a correlação entre o todo e as partes (Vigotski, 2023). Se estamos pensando nas funções psicológicas elementares e superiores na relação, considerando o funcionamento dinâmico do sistema nervoso, não há motivo para supor que no cérebro existam “regiões de funções elementares” e “regiões de funções superiores”.

E quais são essas funções psicológicas? Destacamos aqui aquelas estudadas por Luria em suas obras, em maior ou menor medida: Sensação; Percepção; Atenção; Memória; Pensamento; Linguagem; Imaginação; e Emoções/Sentimentos. Estas funções psicológicas atuam em concerto para a elaboração da imagem do real, da consciência. O esforço de Luria e da sua equipe em Neuropsicologia foi de entender, considerando o cérebro enquanto órgão da consciência humana, “que sistema cerebral é responsável por uma determinada forma de atividade mental concreta e de que maneira, no estado atual de desenvolvimento da ciência, poder-se-ia representar a sua organização cerebral” (Luria, 1981, p. 197).

Optamos por discutir cada uma das funções na última seção (1.4.1), uma vez que ainda precisamos aprofundar um pouco mais alguns elementos essenciais sobre o estudo das funções psicológicas elementares e superiores e como estes elementos influenciam na compreensão da formação histórico-social do cérebro e das distintas formas de organização psicofísica das atividades complexas.

Dando seguimento, as funções psicológicas elementares são inatas à espécie humana, o que surge da maturação do cérebro é garantido pela genética. Em todo debate que fizemos até aqui, tentamos elucidar para as leitoras/os leitores que este processo em si não é suficiente para entendermos as origens do psiquismo humano e as modificações no cérebro que decorrem do seu desenvolvimento sócio-histórico. A partir do debate sobre a ontogênese, mostramos que essas funções, a princípio, elementares, são as bases sob as quais as funções psicológicas superiores se formam, e tudo isso a partir de processos de diferenciação, transformação e (re)estruturação decorrentes da apropriação dos signos elaborados na cultura.

Para Vigotski (2023), os signos adquirem um caráter importantíssimo no processo ontogenético e surgem inicialmente enquanto “meios de ligação, meios de influenciar o outro” (Vigotski, 2023, p. 188). Mais que isso, os signos contribuem para conectar funções psíquicas que, por sua origem, têm caráter social. Assim, Vigotski (2023, p. 188) afirma que “transferido para a pessoa, ele passa a ser um meio de unificar funções em si mesmo”, demonstrando que, na ausência do signo, o cérebro e as suas conexões iniciais não podem ser transformadas em relações mais complexas que surgem a partir da apreensão da linguagem. Em adição, Vigotski

(2023) ressalta que o signo precisa estar imbuído de significados socialmente compartilhados, para que a comunicação se torne possível com o uso de palavras que expressem generalizações ligadas às vivências.

Tanto em Luria quanto em Vigotski encontramos um constructo teórico sólido para pensarmos que é a partir do processo de aprendizagem e da apropriação dos signos e seus significados socialmente construídos/partilhados que as novas conexões neuronais podem surgir e se estabelecerem enquanto funções psicológicas superiores.

É processo que vem de fora para dentro; aprender para desenvolver, para mudar o que há e possibilitar o surgimento de novas formas de comportamento, de atividade consciente. No desenvolvimento, ulterior à aprendizagem, “veremos que a ligação inicial que caracteriza a correlação entre as funções se desfaz e surge uma nova ligação” (Vigotski, 2023, p. 184). É importante destacar essa relação entre aprendizagem e desenvolvimento porque, ainda que haja uma relação de dependência entre estes processos, eles não são coincidentes.

Vigotski (2023) afirma que as funções se desenvolveram enquanto formas superiores de atividade que ultrapassaram a dimensão biológica na ontogênese, com base na aquisição dos signos. Assim, é possível falar de atenção comparada a atenção voluntária ou memória lógica em comparação a memória mecânica, mas isso não significa assumir que essas funções surgem naturalmente.

Para Vigotski (2023, P. 271), as funções psicológicas superiores não são extensões das funções elementares, que surgem lado a lado no cérebro, e, pensando no debate que já fizemos sobre localização e a ideia de sistema funcional, seria um erro propor que “na relação com as regiões do cérebro, as novas funções tenham a mesma estrutura, a mesma organização entre parte e todo”.

No desenvolvimento infantil, por exemplo, os processos funcionais são indiferenciados e, como vimos, subordinados às sensações e percepções (Luria, 1978). Com a apropriação da palavra dotada de sentido pela criança, há uma mudança radical no funcionamento da consciência, introduzindo um novo *modus operandi*, novas formas de agir no mundo (Vigotski, 2023). O que a palavra possibilita, do ponto de vista psicológico, é a elaboração do pensamento por generalização, uma vez que o significado da palavra não designa, nos termos de Vigotski (2023), um objeto isolado, mas uma classe de coisas.

O estudo das formas iniciais dessas generalizações ou de palavras infantis levou a uma conclusão que, pode-se dizer, está começando a entrar na teoria contemporânea sobre o pensamento e a linguagem. Essa conclusão diz que o significado das palavras infantis se desenvolve, que a criança, no começo do desenvolvimento da linguagem, generaliza a coisa em palavra de modo diferente do adulto. Nos estágios de

desenvolvimento dos significados das palavras infantis mostram tipos variados, modos variados de generalização (Vigotski, 2023, p. 275-276).

É por isso que, ao longo do desenvolvimento infantil, Vigotski (2023) afirma que não é a percepção que muda ou a sensação, mas a consciência como um todo e as correlações entre cada função e atividade. Com base nisso, “surgem novos sistemas dinâmicos que integram toda uma série de tipos e elementos isolados da atividade psíquica da criança” (Vigotski, 2023, p. 273-274). Os processos psicológicos tornam-se processos diferenciados, guardando relações entre si, que contribuem para que a pessoa conheça ao mundo, o outro e a si mesma a partir de um novo sistema gnosiológico.

Enquanto contributo essencial para pensarmos as funções psicológicas, Vigotski (2023) também afirma que no processo de modificação das relações interfuncionais há integração entre funções psicológicas elementares isoladas que levam à formação das funções psíquicas superiores, assumindo o primeiro plano na orientação da atividade consciente. Desse modo, vai nos dizer que:

Aqui estamos tratando de diferentes tipos de atividade. As pesquisas mostram que as funções psíquicas superiores (memória lógica, atenção voluntária, pensamento) têm uma base biológica comum, de modo que temos pleno direito de falar em memória voluntária como falamos de atenção voluntária: poderíamos chamar essa última de atenção lógica em vez de voluntária. As pesquisas mostram que existe uma forte correlação entre memória voluntária e atenção voluntária. Em outras palavras, **as funções psíquicas superiores estão mais correlacionadas entre si do que com as funções psíquicas inferiores correspondentes** (Vigotski, 2023, p. 274, grifo nosso).

Durante muito tempo na Psicologia buscou-se explicar a atenção voluntária a partir da atenção involuntária, como se fosse um processo de evolução do mesmo processo funcional. O que Vigotski (2023) relata é que, dados os estudos da época, as funções psicológicas superiores estão muito mais vinculadas entre si do que com seus correlatos elementares, funções que aparentemente não teriam vínculos. De todo modo, as funções elementares não desaparecem do cérebro, mas existem como partes da consciência, subordinadas às funções superiores.

Na formação das funções psicológicas superiores, Vigotski (2023) também destaca o fato de que não podemos ignorar o caráter social do signo porque as funções também carregam um sistema de valores e comportamentos socialmente requeridos e historicamente situados. Segundo o autor, é imprescindível entender o surgimento de novas formas de comportamento a partir do que a pessoa extrai do meio circundante, e observando ao mesmo tempo a “ligação de certos sistemas novos não apenas como signos sociais, mas também com a ideologia e com o significado que certa função psíquica adquire na consciência das pessoas” (Vigotski, 2023, p.

191). Vigotski faz essa afirmação a partir de estudos socioculturais analisando o papel do sonho em diferentes contextos:

Um dos exemplos mais vivos são as observações de Lévy-Bhrul sobre um [homem], a quem um missionário sugeriu que enviasse o filho a uma escola missionária. A situação era extremamente complexa para o [homem] e, por não desejar rejeitar essa proposta diretamente, ele disse: “Verei isso em sonho”. Lévy-Bhrul observa de forma absolutamente correta que temos diante de nós uma situação em que qualquer um responderia “Vou pensar”. Mas o [homem] diz: “Verei em sonho”. O sonho desempenha para ele a mesma função que o pensamento para nós (Vigotsky, 2023, p. 188-189).²⁵

Numa determinada cultura, como a do homem acima, podemos inferir que o sonho tinha função complexa de pensamento para resolução de problemas sociais diversos. Esse modo de operar no real produz, nos termos de Vigotski (2023), uma série de sistemas psicológicos distintos que não existem em outros contextos em que os sonhos não são lidos socialmente deste mesmo modo, não operam enquanto signos.

Ainda que a lei dos sonhos, nos termos de Vigotski (2023), seja um aspecto comum aos seres humanos, o seu significado social pode ser totalmente diferente para culturas distintas. Assim, as funções elementares e superiores são qualitativamente distintas e essa última, formada na cultura. Dito isso, sigamos na pesquisa!

1.4.1 Funções Psicológicas Elementares e Superiores: Um debate romântico sobre a estrutura psicológica e a organização mental do psiquismo

Antes de começar a debater o conteúdo desta seção, gostaria de pedir a licença e compartilhar um pouco sobre meu processo de elaboração desta dissertação.

Entre a escrita da seção anterior e dessa aqui já se passou mais de um mês. Todo este processo tem sido assim... uns períodos de alta produtividade, outros de menos. Nesse momento de pausa, eu me esforcei muito, passei horas olhando para a tela e não saía nem uma palavrinha! Toda essa situação foi produzindo uma grande bola de neve de sofrimento psíquico, com muita angústia, medo e a terrível sensação de incapacidade.

²⁵ Vigotski utiliza um termo racista. Como refere-se a um homem, optei pela troca das palavras em respeito à pessoa. O termo original “cafre” é polissêmico, tendo vários significados, e um destes era designar pessoas negras que viviam em África que não aceitavam um Deus, termo relacionado a pessoas bárbaras sem lei e religião; supressão de diversidade cultural pela generalização de povos. Essa análise é baseada no texto de: WAGNER, Ana Paula Wagner. “Vivendo cafrealmente pelos sertões”: imagens dos africanos na documentação administrativa da capitania de Moçambique e Rios de Sena, na segunda metade do século XVIII. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 26., São Paulo, 2011. *Anais...* São Paulo: ANPUH, 2011. Disponível em: http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300565707_ARQUIVO_texto_APWagner.pdf. Acesso em: 01 jul. 2024.

O que me faz retornar agora para esse texto (além da necessidade de concluir a dissertação) é a Arte. Eu tinha esquecido como, em muitos momentos da escrita, foram as referências artísticas que me trouxeram de volta, abriram as portas da inspiração, auxiliaram na elaboração de algumas sínteses e deram o pontapé inicial dos capítulos. Tenho encontrado muita força na Arte, na produção coletiva humana.

Portanto, compreendo que devo compartilhá-las aqui e agora. Agradeço imensamente à minha amiga Janis e ao meu amigo e orientador Hélio por terem sugerido, em momentos distintos, o filme *O doador de memórias* (2014) enquanto possibilidade de complementação à minha pesquisa. Eu já tinha assistido ao filme antes, mas com o olhar interessado de pesquisador foi a primeira vez, e que experiência!

Agradeço também à professora Angelina por ter introduzido a obra *Um antropólogo em Marte*, de Oliver Sacks (2006), no grupo de estudos em desenvolvimento humano. Através desse livro encontrei um texto intitulado “O caso do pintor daltônico” que muito me emocionou e optei por incluí-lo aqui também. Assim, eis aqui a dinâmica dessa seção final: farei um breve resumo de ambas as obras e, em seguida, discutiremos as funções psicológicas a partir desses contextos e da produção lúrida. Vamos lá?

*

História 1 – O filme

Das cinzas da ruína, as comunidades foram construídas. Protegidas pela Fronteira. Todas as memórias do passado foram apagadas. Depois da ruína, começamos do zero... criando uma nova sociedade, uma com igualdade de verdade. As regras foram os pilares dessa igualdade. Aprendemos elas quando somos crianças novas, regras tipo: Usar a precisão de linguagem; usar as roupas designadas; tomar sua medicação da manhã; obedecer ao toque de recolher; nunca mentir. [...] Vivíamos num mundo onde diferenças não eram permitidas. Não existiam o popular, a fama, perdedores ou ganhadores. Nossos anciãos eliminaram tudo isso para não haver conflitos entre nós. Medo, dor, inveja, ódio... não existiam como palavras assim como os sons, seus ecos foram enviados para o outro lado da História.²⁶

A história em *O doador de memórias* (2014) se passa num contexto futurístico em que comunidades perfeitas foram erguidas após uma série de desastres econômicos, bélicos e ecológicos que eclodiram em nível global. Nessas comunidades, as pessoas usam roupas idênticas, comem as mesmas refeições e, desde o nascimento, vivenciam experiências

²⁶ Texto narrado pelo protagonista Jonas (interpretado pelo ator Brenton Thwaites) nos minutos iniciais do filme *O doador de memórias* (2014). Dirigido por Phillip Noyce e lançado no Brasil em 11 de setembro de 2014, o filme é baseado no romance distópico *The Giver*, da autora estadunidense Lois Lowry.

previamente determinadas pelo código social vigente. É um mundo onde não há possibilidade de escolhas para absolutamente nada. As pessoas que atingem a fase adulta são avaliadas e designadas para funções laborais com base em escalas de aptidão. A noção de igualdade dessa sociedade foi construída sob a aniquilação de todas as possíveis diferenças.

É um mundo em preto e branco, literalmente. Os moradores das comunidades precisam tomar uma medicação diária que inibe determinadas sensações e percepções do mundo, incluindo as cores, além de ser inibidora das emoções, sentimentos e da capacidade de sonhar. E, para auxiliar no efeito da medicação, a organização social da linguagem e dos conceitos adquire um papel central, enquanto formas eficazes de regulação do comportamento e dos desejos. Não se pode dizer “estou aterrorizado”, deve-se usar a precisão de linguagem e descrever algo do tipo “tenho sensações inquietantes que geram desconforto”. A palavra “amor”, no filme, é classificada como uma palavra da antiguidade e em desuso, que devia ser repreendida quando pronunciada por alguém. O conceito de amor é inexistente, assim como o de cores, música, raiva etc.

– Pai? Mãe? – Jonas perguntou, relutante, depois da refeição da noite. – Queria fazer uma pergunta a vocês.

– O que é, Jonas? – perguntou seu pai.

Jonas se forçou a pronunciar as palavras, embora sentisse que enrubescia e constrangimento. Ensaíara a frase em sua cabeça durante todo o percurso de volta do Anexo.

– Vocês me amam?

Seguiu-se um silêncio embaraçoso por um momento. Então o Pai deu uma risadinha.

– Jonas, logo você! Precisão de linguagem, por favor!

– Como assim? – perguntou Jonas. Risadas não eram absolutamente o que havia esperado.

– Seu pai está querendo dizer que você se expressou de forma muito generalizada, com uma palavra tão sem sentido que já se tornou quase obsoleta – explicou-lhe sua mãe em tom cuidadoso.

Jonas os fitou. Sem sentido? Ele nunca havia vivenciado nada mais significativo e tão cheio de sentido do que aquela lembrança.

– E é claro que nossa comunidade não pode funcionar direito se as pessoas não usarem uma linguagem precisa. Você poderia perguntar: “Vocês gostam de mim?”

A resposta é “Sim” – disse sua mãe.

– Ou, então – sugeriu o seu pai –, “Vocês se orgulham dos meus talentos?”. E a resposta é, com toda a convicção, “Sim”.

– Compreende por que é inconveniente usar uma palavra como “amor”? – perguntou a Mãe.

Jonas balançou a cabeça.

– Sim, obrigado, compreendo – respondeu lentamente.²⁷

Jonas é o protagonista dessa história. No seu processo de designação laboral, recebeu a tarefa de virar o novo recebedor de memórias da sociedade, a pessoa responsável por aconselhar

²⁷ Lowry, 2014. p. 100. Trecho retirado do livro *The Giver*, de Lois Lowry, publicado no Brasil pela editora Arqueiro, em 2014, com o título de *O doador de memórias*.

os anciãos que governavam aquelas comunidades com base em conhecimentos e experiências antigas acumuladas historicamente. O receptor de memórias era a única pessoa que tinha pleno acesso às experiências humanas pregressas, aos conceitos proibidos, ao que ninguém poderia ver, saber, sentir ou perceber. Para se tornar o receptor, Jonas precisou receber do senhor que ainda ocupava a função as memórias e experiências que ele guardava (no filme, essa transmissão acontece pelo toque de mãos entre os personagens).

Assim, a narrativa explora a aventura de Jonas ao receber e experienciar memórias de uma sociedade que já não existia mais. Na medida que o protagonista recebe as memórias e deixa de tomar suas medicações em segredo da família, novas palavras começam a surgir, ele começa a enxergar as cores, experiencia sensações e sentimentos sendo capaz de nomeá-los, algo que não era possível antes do seu treinamento.

Numa dessas memórias, Jonas vivencia a celebração de um casamento, descobrindo a música, a dança, uma representação do amor e a ideia de festividade em coletivo, coisas que não existiam em seu cotidiano. Assim, no processo de aquisição de novas palavras e conceitos, Jonas começa a se questionar sobre a estrutura e a organização da comunidade que vive. Na história, Jonas luta pela democratização e compartilhamento dessas memórias e experiências com toda a sua comunidade.

Pensando no papel desempenhado pela linguagem para o ser humano, Vigotski (2023) descreve que, à sua época, duas tendências na Psicologia tentaram compreender o papel da palavra no desenvolvimento humano. No caso da Psicologia Associativa, a palavra estava diretamente conectada a um dado significado (casa = remete a um espaço com teto, janelas, parede). No caso da Psicologia Estrutural, as palavras estão conectadas entre si como coisas, formando uma estrutura. Nesse caso, as palavras se unem para formar estruturas que descrevem coisas, mas que não desempenham nenhum papel relevante para a consciência humana (Vigotski, 2023).

A metáfora (e a beleza) do filme está justamente em demonstrar que a ampliação do vocabulário, dos conceitos e a dimensão afetiva desses conhecimentos, a partir das experiências acumuladas pela humanidade, não tem um impacto unicamente voltado para a cognição. Diferente do que as teorias associacionistas e estruturalistas defendiam, os conceitos ampliam o mundo (interno e externo ao ser humano), formam e enriquecem a consciência. Criam-se outras possibilidades de se relacionar com a realidade, com as pessoas, de ter autonomia sobre as escolhas, torna possível, inclusive, falar por si, sobre o que se sente, como se sente, falar sobre o que gera dor, medo, sofrimento, tristeza ou alegria.

No filme, é um mundo preto e branco que, ao longo do processo, ganha cores... Ou melhor, ganha vida!

*

História 2 – O conto

Sou um artista consideravelmente bem-sucedido que acaba de passar dos 65 anos. No dia 2 de janeiro deste ano eu ia dirigindo meu carro quando levei uma trombada de um pequeno caminhão, do lado do passageiro. Durante a consulta no ambulatório de um hospital local, me disseram que eu tinha sofrido uma concussão. Durante o exame de vista, descobriram que eu não conseguia distinguir letras ou cores. As letras pareciam caracteres gregos. Minha visão era tal que tudo me parecia visto através da tela de um televisor em preto-e-branco. Depois de alguns dias, passei a distinguir as letras e fiquei com uma visão de águia – consigo ver uma minhoca se contorcendo a uma quadra de distância. A precisão do foco é inacreditável. MAS ESTOU COMPLETAMENTE DALTÔNICO. Procurei oftalmologistas que nada sabem sobre esse daltonismo. Procurei neurologistas inutilmente. Mesmo sob hipnose, continuo sem conseguir distinguir as cores. Passei por todo tipo de exame. Todos os que você conseguir imaginar. Meu cachorro marrom é cinza-escuro. Suco de tomate é preto. TV em cores é uma mixórdia...²⁸

O sr. Jonathan I., um pintor estadunidense, foi diagnosticado com acromatopsia cerebral, ou, em outros termos, daltonismo total. Passou a enxergar tudo em tons estranhos, o mais próximo seriam tons de branco, preto e cinza. Jonathan nasceu com o sistema completo de cones em sua retina, possibilitando enxergar as cores durante 65 anos, e o diagnóstico que recebera não era compatível com doenças degenerativas que poderiam acometer as células cônicas da retina (Sacks, 2006). No seu caso, houve um acidente que comprometeu uma das partes do cérebro especializada na percepção da cor.

Em entrevista com Oliver Sacks, o pintor descreveu com muita animosidade, enquanto fumava sem parar, sobre a vida produtiva como artista, os feitos na juventude, trabalhos com pintura de cenários em Hollywood, direção de arte e publicidade. Ao relatar sobre o acidente, descreveu uma amnésia passageira. Logo após o acidente, passou no trabalho, voltou para casa como se nada tivesse acontecido, dormiu e, apenas no dia seguinte, com queixas de dor de cabeça para a esposa e notando a lateral amassada do carro, viu que algo de estranho ocorrera.

Dirigiu para o ateliê onde trabalhava e encontrou sob a mesa uma cópia do boletim de ocorrência; talvez fosse ajudá-lo a compreender o que havia acontecido. A surpresa? Jonathan não conseguia ler, nem utilizando lentes de aumento. Nas suas palavras, parecia que tudo estava

²⁸ Sacks, 2006, p. 8. Trecho da carta recebida pelo neurocientista Oliver Sacks do Sr. Jonathan I., o pintor daltônico.

em “grego” ou “hebraico”. Em nota, o neurocientista Oliver Sacks questionou ao pintor se ele sabia grego/hebraico e “ele disse que não, tinha apenas o sentimento de uma língua estrangeira ininteligível; talvez, ele acrescentou, “cuneiforme” fosse mais exato (Sacks, 2006).

“Via formas, sabia que tinham que ter um sentido, mas não podia imaginar que sentido seria esse” (Sacks, 2006, p. 8). Esse quadro de alexia, ou seja, a perda da capacidade de compreensão das palavras escritas, durou aproximadamente cinco dias. Entrou em contato com seu médico, foi num hospital local e fez alguns exames que detectaram a dificuldade em distinguir cores e a alexia, mas a “percepção subjetiva de alteração das cores” seria percebida apenas no dia seguinte (Sacks, 2006, p. 9).

No terceiro dia, saiu de casa e teve a sensação de estar dirigindo num nevoeiro, mesmo sabendo que o dia estava ensolarado. Foi parado pela polícia após ultrapassar dois semáforos que estavam vermelhos, fez teste do bafômetro (que deu negativo), recebeu uma multa e seguiu para o ateliê. Percebeu, de modo chocante, que todo o seu ateliê e as pinturas coloridas espalhadas na parede estavam completamente cinza. Parecia uma sala vazia. Não reconhecia seus trabalhos; e suas pinturas, que eram pensadas para associar cores, sentimentos e significados, estavam ausentes de sentido (Sacks, 2006). Entrou num estado completo de sofrimento diante do que havia perdido e, como pintor, não sabia como seguiria em frente com seu ofício (Sacks, 2006).

*“Você pode achar”, disse o sr. I., “que perder a visão das cores não é nenhuma coisa do outro mundo. Foi o que me disseram alguns amigos; às vezes minha mulher também pensava assim, mas para mim, pelo menos, era terrível, repugnante”.*²⁹

Para muitos de nós, que enxergamos as cores, tudo parece tão “natural”. As árvores possuem folhas verdes, maçãs são vermelhas, o entardecer é uma bela composição de vários tons alaranjados. E se, do nada, deixássemos de perceber as cores? Seria algo simples de lidar? Essa é uma experiência inimaginável, do meu ponto de vista, e extremamente intragável para o pintor.

Em *Atividade Consciência Personalidade*, Leontiev (2021) descreve o caso de mineradores que, após um grave acidente, ficaram cegos e perderam as mãos, logo, a capacidade tátil de perceber as coisas. Após alguns meses, os mineradores passaram a descrever uma queixa similar: ainda que a comunicação verbal estivesse preservada, assim como os processos mentais superiores, o mundo começou a “desaparecer” (Leontiev, 2021, p. 156).

²⁹ Sacks, 2006, p. 10.

“Era como se eu pudesse ler sobre tudo, mas não visse... As coisas estavam longe de mim”, assim descreveu seu estado um dos amputados cegos. Ele se queixava de quando as pessoas o cumprimentavam, “mas era como se a pessoa não existisse” (Leontiev, 2021, p. 157).

Apesar dos conceitos estarem preservados, assim como as conexões lógicas, a perda gradual da referência objetual gerou um “quadro trágico de aniquilação do senso de realidade nos pacientes” (Leontiev, 2021, p. 156). Embora o caso do pintor aqui descrito não tenha tamanho grau de severidade quanto os mineradores, a perda das cores para o artista, a perda de uma referência perceptual visual das coisas, construída ao longo de 65 anos, gerou um quadro de sofrimento psíquico intenso e degradação parcial da realidade. As cores não desapareceram apenas do campo visual, o pintor não conseguia sequer imaginá-las ou vislumbrá-las em sonho. Tentou diversas vezes piscar os olhos na tentativa de enxergar algum traço de cor, mas falhou em todas as tentativas.

Tudo parecia estar sujo. Pessoas, roupas, pinturas, paredes, televisão. Olhar para as pessoas se tornou insuportável, porque além da dificuldade em reconhecê-las, a cor da pele parecia “cor de rato”, um cinza repulsivo, o que fez com que evitasse encontros sociais e até mesmo em manter relações sexuais com sua esposa. Seu cachorro marrom não parecia o mesmo e, quando passava na frente de arbustos ou contra um fundo claro, desaparecia completamente da sua vista. Assistir televisão era impossível se não estivesse configurada em preto e branco, pois somente desse modo ele conseguia perceber os elementos que compunham a cena.

Como não enxergava as cores, sua esposa precisou etiquetar as roupas no armário, para que ele não fizesse misturas inadequadas, assim como os alimentos na mesa, para que não confundisse maionese com geleia. O grau de dependência gerado pela sua condição também lhe causou muito sofrimento. Com os alimentos, passou a ter nojo de muitas comidas, e, mesmo que fechasse os olhos e focasse no cheiro, a imagem mental ainda era idêntica ao que observava num “aspecto cinzento, morto”, passando a ter uma dieta baseada em alimentos que ainda guardavam uma verossimilhança com a experiência prévia ao acidente, como café preto, iogurte, arroz e azeitonas pretas (Sacks, 2006, p. 10). Parou de frequentar museus e galerias, uma vez que os quadros que conhecia, ausentes de cor e contraste, pareciam “intoleravelmente incorretos, com tons de cinza desbotados” (Sacks, 2006, p. 13), o que destruía completamente a identidade artística das obras.

A experiência musical foi completamente afetada e empobrecida após a lesão, porque para o sr. Jonathan I., ouvir uma música significava também uma experiência sinestésica intensa, em que os tons musicais eram convertidos em composições particulares de cores. De acordo com Sacks (2006, p. 13), “com a perda de sua capacidade de produzi-las, perdera

também essa experiência – seu “órgão-de-cor” interno fora desativado e agora ele ouvia música sem qualquer acompanhamento visual; com a perda de sua contraparte cromática essencial”.

Semanas depois e em estado de negação quanto a perda, o sr. Jonathan I. decidiu pintar uma tela de flores utilizando a paleta de cores que acreditava ainda conhecer plenamente. No entanto, “os quadros eram incompreensíveis, uma mistura confusa de cores para os olhos normais” (Sacks, 2006, p. 13). Seus amigos passaram a desencorajá-lo, uma vez que, sem a habilidade de utilizar as cores, ninguém compraria aquelas pinturas visualmente desagradáveis.

Deu-se conta gradualmente, nesse período, de que não era apenas a imaginação e a percepção da cor que tinham se perdido, mas algo mais profundo e mais difícil de definir. Sabia tudo sobre a cor, exterior e intelectualmente, mas havia perdido sua lembrança, o conhecimento interior, que havia sido parte do seu próprio ser (Sacks, 2006, p. 14).

O diagnóstico, após exames feitos por Oliver Sacks e companheiros, apontava uma lesão nas células da região V_4 do cérebro, situada no lobo occipital. Na concepção localizacionista, esta região é atribuída como sendo o “centro percepção visual das cores”. A região do lobo occipital está direta e complexamente vinculada aos processos visuais no ser humano. A área visual primária (região 17 de Brodmann), composta pelos lábios do sulco calcarino, possui correspondência direta entre retina e córtex visual, possibilitando a capacidade de enxergar. As regiões secundárias, relacionadas às áreas 18 e 19 de Brodmann no lobo occipital, também conectadas às áreas 20, 21 e 37 de Brodmann no lobo temporal, possibilitam a percepção visual de profundidade, das cores e da diferenciação dos comprimentos de onda (Machado, 2005).

Estudos na década de 1960 demonstraram que células na área denominada V_1 , do sistema visual primário, são responsáveis pela distinção de comprimentos de onda, mas não traduzem a informação em cores. Por intermédio de células da V_2 , as células da V_4 recebem vastas informações sobre o campo visual percebido, sendo, então, células codificadoras de cores em conjunto com outras estruturas neuronais.

Ocorre que, como nos alerta Sacks (2006), a visão em cores é parte integrante da experiência humana para pessoas videntes e está diretamente vinculada aos complexos sistemas de categorização, de valores, afetos, constrói um mundo e sentido pessoal para cada um de nós. Apesar da V_4 ser a codificadora e geradora das cores, a partir da conexão com outros sistemas do cérebro e regulada também por estas partes, é em níveis psicológicos superiores que essa integração se torna possível, “que a cor se funde com a memória, com expectativas, associações e desejos de criar um mundo com repercussão e sentido para cada um de nós” (Sacks, 2006, p. 24).

Estava claro que o sr. I. podia discriminar comprimentos de onda, mas não passar daí a traduzi-los em cor; não podia produzir a construção cerebral ou mental da cor. Essa descoberta não apenas esclareceu a natureza do problema, mas também serviu para localizá-lo com precisão. O córtex visual primário do sr. I. estava essencialmente intato e era o córtex secundário (especificamente as áreas V quatro, ou suas conexões) que arcava virtualmente com o impacto da lesão. Essas áreas são muito pequenas, mesmo no homem; não obstante, toda a nossa percepção da cor, nossa capacidade de imaginá-la ou lembrá-la, todo o nosso sentido de viver num mundo em cores dependem crucialmente de sua integridade. Um azar tinha devastado no cérebro do sr. I. essas áreas do tamanho de um grão de feijão e, com isso, toda a sua vida e seu mundo mudaram (Sacks, 2006, p. 25).

Após uma bateria de testes, o neurocientista Oliver Sacks e sua equipe, notando que o cérebro do sr. Jonathan ainda era capaz de diferenciar comprimentos de onda, mas não as traduzir em cores, elaboraram um par de óculos de sol verde que, embora não restaurasse as cores, acentuava um pouco mais a sua percepção de contraste, contorno e formas. Tornava o mundo menos conturbado. Ainda que os meses subsequentes fossem difíceis e inúmeras adaptações e ajustes fossem feitos a cada experiência, o pintor começou a se habituar no novo mundo. O sentimento de perda e desprazer estavam se esvaindo na medida que encontrava novas formas de viver, ainda que lamentasse a ausência das cores. Nesse processo de rearranjo das funções psicológicas, “se sistemas inteiros de representação, de sentido, foram extintos em seu interior, também foram criados novos sistemas inteiros” (Sacks, 2006, p. 32).

Uma experiência em particular mudou completamente a visão do pintor quanto à sua condição patológica. Algumas semanas após o acidente, numa manhã, estava dirigindo para o ateliê quando viu o nascer do sol pela janela. Os raios vermelhos, todos transformados em preto... parecia uma explosão nuclear! “Alguém já viu um amanhecer como este antes?” (Sacks, 2006, p. 14).

A tela que resultou dessa experiência foi intitulada “Aurora nuclear”. Essa experiência única passou a inspirá-lo profundamente, porque, apesar de sua condição, estava vivenciando um mundo que ninguém acessava do mesmo modo que ele. Para um artista, essa experiência adquiriu um significado bastante particular. Essa foi a sua saída, a sobrevivência artística: traduzir nas obras tudo o que era aflitivo e agonizante para si. O tempo de dedicação no ateliê era de 15 a 18 horas diárias, e nos dizeres do pintor: “senti que, se não pudesse continuar pintando também não ia querer continuar vivendo” (Sacks, 2006, p. 14).

O sr. Jonathan passou a criar pinturas que expressassem seus sentimentos com mais profundidade nesse momento delicado, assim como retornou para atividades de escultura. Anos depois, teve muito sucesso com a venda e crítica das obras na nova fase artística que estava vivenciando, ainda que seu pontapé tenha sido doloroso e trágico. Para Sacks (2006, p. 29),

“com a aurora apocalíptica, e a pintura que fez dela, surgiu o primeiro sinal de mudança, um impulso de reconstruir o mundo, de reconstruir sua sensibilidade e identidade”.

[...] passou a sentir que sua visão se tornara altamente refinada, – privilegiada, que via um mundo de formas puras, desatravancado das cores. Texturas e padrões sutis, normalmente encobertos para o resto de nós por estarem embutidos nas cores, se destacavam para ele. Sentia ter recebido – um mundo completamente novo, ao qual nós, distraídos pela cor, éramos insensíveis. Não pensava mais em cor, suspirava por ela ou se afligia com sua perda. Quase passou a ver sua acromatopsia como um estranho presente, que lhe introduziu num novo estado de ser e de sensibilidade (Sacks, 2006, p. 31).

Três anos após o acidente, um médico propôs ao sr. Jonathan uma terapia que pudesse reeducar outras partes do cérebro para tentar reaver as cores, considerando que os mecanismos neurais de diferenciação de comprimentos de onda ainda estavam intactos e apenas a V₄ estava lesionada. O pintor recusou a proposta, considerando-a “ininteligível e repulsiva” (Sacks, 2006, p. 31). Disse que se fosse no início do processo patológico, com certeza o faria, mas, depois desse tempo, o mundo sem cor passou a fazer sentido, a compor sua visão estética, e o pintor já estava, nos termos de Sacks (2006, p. 31) “acomodado – neurológica e psicologicamente – ao mundo da acromatopsia”.

O mundo do sr. Jonathan I. passou a ser percebido em preto, branco e tons desconhecidos de cinza... mas nem por isso deixou de possuir vida!

*

O cérebro humano é fascinante! É um complexo substrato psicofisiológico da experiência humana, e, ao mesmo tempo que apresenta um mecanismo bioquímico difícil de ser desvelado, evidencia o papel essencial do caráter coletivo humano na formação do indivíduo.

Como reiteramos ao longo da dissertação, o cérebro não opera em si e por si. A experiência humana acumulada historicamente e as relações sociais são a base dos processos psicológicos superiores, são a base da nossa formação humana. E, mesmo quando o ser humano é acometido por processos patológicos no cérebro, ainda assim, a sua estrutura e plasticidade contribuem para, na medida do possível, reaver o que foi perdido ou criar caminhos qualitativamente distintos para recompor a vida. É no olhar dialético para os fenômenos psicológicos que estamos empreendendo esforços para descrevê-los nessa dissertação.

A seleção dessas duas histórias não foi ao acaso. Em *O doador de memórias* (2014), conseguimos vislumbrar a possibilidade de discutir o processo de formação e composição das

funções psicológicas superiores. No relato de Oliver Sacks (2006) em *O pintor daltônico*, entendemos como a degradação de determinados processos superiores podem nos ajudar a entender a estrutura e composição das funções psicológicas superiores e os processos de recomposição após uma lesão. De todo modo, esse estudo evidencia, ainda que sutilmente, a dimensão afeto-cognitiva que atravessa as vivências humanas. Com auxílio de elementos da Arte, discutiremos cada uma das funções psicológicas estudadas por Luria.

A primeira delas é a **sensação**. Esta função constitui a fonte primária e básica dos nossos conhecimentos do mundo exterior e do próprio corpo (Luria, 1979b). É por meio das sensações que informações relativas ao mundo exterior chegam ao cérebro, possibilitando ao ser humano realizar análises e sínteses do meio e do seu corpo. As experiências sensoriais têm vínculo direto com os órgãos dos sentidos desenvolvidos pela espécie humana, como tato, visão, olfato, paladar e audição. Sem as sensações, se os órgãos dos sentidos não fossem capazes de fornecer ao cérebro informações, segundo Luria (1979b), a atividade consciente não seria possível.

Sobre a fisiologia das sensações, Gardner e Johnson (2014) afirmam que em cada um dos sistemas sensoriais, receptores atuam fornecendo as primeiras representações neurais do meio ambiente. Todas essas informações seguem para regiões do encéfalo correlacionadas à atividade cognitiva. Assim, “as vias sensoriais têm componentes tanto seriais quanto paralelos, consistindo em tratos de fibras com milhares ou milhões de axônios, interrompidos por estações de retransmissão sinápticas que compreendem milhões de neurônios” (Gardner; Johnson, 2014, p. 393). Nessas vias neuronais, informações são convertidas em formas complexas que compõem a base do reflexo do real.

Essas vias também sofrem influência dos centros superiores no encéfalo, que modificam, estruturam e organizam o fluxo de sinais sensoriais que chegam no organismo, num processo de retroalimentação de informações, de tal modo que o que é percebido é determinado por fatores tanto internos quanto externos ao ser humano (Gardner; Johnson, 2014). Para cada sistema sensorial, os estímulos externos são convertidos em sinais elétricos por receptores especializados, informações essas transmitidas ao sistema nervoso central.

Cada sistema possui células receptoras especializadas que traduzem o estímulo ambiental, como ondas sonoras, ondas de luz ou sinais químicos, em sinais neurais. Esses sinais são então transmitidos por caminhos nervosos sensoriais específicos: os sinais olfativos viajam pelo nervo olfativo, os sinais visuais pelo nervo óptico, os sinais auditivos pelo nervo coclear, os sinais gustativos pelos nervos facial e glossofaríngeo, a sensação facial pelo nervo trigêmeo e a sensação do resto do corpo pelos nervos sensoriais que fazem sinapse nas raízes dorsais da medula espinhal (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019, p. 170, tradução nossa).

Desde o princípio, os processos sensoriais são altamente complexos e especializados para lidar com diferentes estímulos. As sensações conectam o ser humano ao mundo exterior e representam uma fonte essencial tanto de conhecimento quanto de condição para desenvolvimento do psiquismo. Por meio das sensações, somos capazes de perceber sinais externos e refletir propriedades e indícios de objetos, além de avaliar estados do organismo (Luria, 1979b).

Estudos sobre a evolução dos órgãos dos sentidos nos seres humanos revelam que, ao longo do processo de desenvolvimento histórico, “formaram-se órgãos especiais de percepção [...] que se especializaram em refletir tipos especiais de formas objetivamente existentes de movimento da matéria” (Luria, 1979b, p. 4). Os receptores auditivos, visuais, táteis etc. surgem enquanto possibilidade para a espécie e desenvolvem e especializam a partir da atividade do ser humano no mundo e por meio da cultura.

A partir dos estudos dos mecanismos psicofisiológicos das sensações e da sua elaboração social, Luria distingue as sensações em três grupos. O primeiro refere-se as sensações interoceptivas, que agrupam os sinais que chegam de dentro do organismo e asseguram a regulação das inclinações elementares (Luria, 1979b). As sensações interoceptivas produzem sinais internos que são traduzidos no cérebro, como os processos de fome, sede, enjoo, desconforto etc. Entre os componentes do cérebro que atuam na recepção dessas informações, Luria (1979b) destaca os núcleos das formações subcorticais e o sistema límbico. Nesse grupo, “as sensações interoceptivas estão entre as formas menos conscientes e mais difusas e sempre conservam sua semelhança com os estados emocionais” (Luria, 1979b, p. 9-10).

O segundo grupo refere-se as sensações proprioceptivas que asseguram a informação espacial ao ser humano, garantindo apoio e movimentação. Esse conjunto de sensações representa a base aferente dos movimentos e atua na sua regulação, contribuindo também para a sensação de equilíbrio (Luria, 1979b). Os receptores periféricos desse tipo de sensibilidade estão situados nos músculos e articulações, como os tendões e ligamentos, apresentando formas de corpos nervosos especializados na captação de sensações de vibração e táteis (Luria, 1979b).

Excitações que emergem nessas regiões refletem mudanças na distensão muscular e na posição das articulações, que passam por filamentos que compõem as colunas posteriores da substância branca da medula espinhal, transportando informações para o cérebro e regulada e corrigida por ele (Luria, 1979b). O cerebelo, um dos órgãos do sistema nervoso, contribui diretamente para a coordenação da atividade muscular, atuando nos processos de equilíbrio e movimentação (Machado, 2005).

É no terceiro grupo, das sensações exteroceptivas, que estão situados os órgãos do sentido (olfato, tato, paladar, visão, audição). É o maior grupo de sensações que garante ao ser humano a recepção de sinais do mundo exterior, moldando as bases do comportamento consciente (Luria, 1979b). Essas sensações são divididas em dois subgrupos, as sensações de contato (tato, paladar) e as sensações de distância (olfato, visão e audição). Aqui atuam diversos componentes neuronais, específicos para cada órgão do sentido; e, por uma questão de limitação da pesquisa, não poderemos discuti-los individualmente.

A primeira memória recebida por Jonas no filme *O doador de memórias* (2014) é de uma pessoa andando de trenó na neve. Foi a primeira vez que ele sentiu o toque da neve na pele, causando uma sensação de gelado. O nosso corpo possui termorreceptores que detectam a variação de temperatura do ambiente e desencadeiam estímulos neuronais, podendo induzir à busca por fontes de calor ou frio. A sensação térmica no ser humano, segundo Gardner e Johnson (2014, p. 424), é resultado da atividade combinada de seis tipos de fibras aferentes, os “receptores de frio de baixo e alto limiar, receptores para temperaturas normais e mornas e duas classes de nociceptores de calor”.

As fibras dos receptores de frio de baixo limiar possuem um diâmetro pequeno dentro da epiderme e são cerca de 100 vezes mais sensíveis às quedas bruscas na temperatura da pele, permitindo que a pessoa detecte correntes de ar que atravessam uma janela distante, por exemplo (Gardner; Johnson, 2014). Os receptores de frio de alto limiar são menos sensíveis às mudanças pequenas de abaixamento da temperatura, porém são capazes de sinalizar o resfriamento rápido da pele. Estes aspectos fisiológicos descrevem parcialmente a sensação do nosso protagonista, porém seria um erro supor que a vivência humana está restrita aos processos internos que acontecem no corpo.

Na sociedade que Jonas vivia existia um sistema de controle climático que evitava a neve e o frio, sob o argumento de que a neve destruía plantações, atrapalhando fazendeiros, dificultando o transporte de alimentos e tendo, por consequência, tempos de fome, escassez e inanição. O que a cena nos mostra é que a sensação também é uma via de construção da dimensão afeto-cognitiva com a realidade. É o frio, o que este fenômeno causa no corpo, o seu significado socialmente construído, partilhado e como essa vivência é assimilada pela pessoa.

Esse contato com a neve ampliou a experiência sensorial de Jonas, produzindo subjetivamente uma reação de encantamento e vislumbre ao vivenciar um mundo para além dos muros de sua comunidade. E não foi uma experiência somente tátil, também foi visual, uma vez que a memória ocorre numa paisagem de vegetação típica de clima frio (taiga). A

experiência sensorial complexa constrói e compõe o reflexo da realidade, ainda que careça de mais determinações.

Luria (1979b) destaca que essas sensações exteroceptivas não atuam de modo isolado, podendo funcionar em conjunto na atividade desempenhada pelo ser humano. Se por um lado, um determinado órgão do sentido pode acabar inibindo outro, é possível também que órgãos dos sentidos atuem em conjunto, produzindo uma experiência sinestésica. Podemos notar essa experiência com o pintor; para o sr. Jonathan I., ouvir música não era somente decodificar ondas sonoras, mas dado seu ofício como pintor, o aparato visual e imaginativo operava ativamente na conversão da música em imagens, em composições complexas de cor.

Em Psicologia são bastante conhecidos os fatos da “audição colorida”, que é acionada em muitas pessoas e se manifestam com nitidez especial em alguns músicos (em Skryabin, por exemplo). Assim sendo, é fato amplamente conhecido que os sons altos são considerados “claros” enquanto os sons baixos são considerados “escuros”. O mesmo ocorre com os cheiros, pois, como é sabido, uns são considerados “claros” e outros, “escuros” (Luria, 1979b, p. 14).

Um aspecto bastante destacado pelas produções da Psicologia Histórico-Cultural é que, apesar das sensações terem uma estrutura elementar definida, estas também são enriquecidas pela experiência cultural humana. Pode-se dizer que as experiências do ser humano no mundo “treinam” os órgãos do sentido e desnaturalizam os órgãos do sentido. O desenvolvimento humano, material e cultural, contribui para a formação e especialização dos nossos processos sensoriais. A sensação ganha outros contornos com o desenvolvimento neuronal e a aquisição da linguagem, da cultura e dos materiais que podemos acessar na nossa vida.

Para Luria (1979b, p. 36), “sabe-se que a discriminação dos matizes da cor, das mudanças significantes do tom ou das mínimas variações gustativas pode tornar-se acentuadamente aguda como resultado da atividade profissional”. Podemos ouvir sons, mas discriminar uma nota musical específica não é uma tarefa natural, do mesmo modo que temos a necessidade de comer, mas aprendemos e treinamos nosso paladar para comer acarajé, ou, para o pintor, o treinamento da visão permitiu que ele discriminasse diferentes tons de uma mesma cor que, para leigos como eu, são praticamente a mesma cor.

Todos esses fatos demonstram que, sob as condições do desenvolvimento de formas complexas de atividade consciente, a agudeza da sensibilidade absoluta e da diferencial pode mudar substancialmente, e que a inclusão desse ou daquele indício na atividade consciente do homem pode, em limites consideráveis, mudar a agudeza dessa sensibilidade (Luria, 1979b, p. 36).

O comprometimento de um órgão dos sentidos ou mais, como no caso do pintor relatado por Oliver Sacks (2006) ou dos mineradores descritos pelo Leontiev (2021), evidencia que os

processos superiores no ser humano são afetados porque não se perde apenas o órgão, mas uma parte de acesso à realidade; há degradação parcial do reflexo do real construído com o auxílio desses aparatos. Sacks (2006) evidencia o tempo inteiro no texto a dimensão afeto-cognitiva no sr. Jonathan I. e o vínculo com outras dimensões complexas da vida:

A sensação de perda que se sucedeu a seu acidente era esmagadora para Jonathan I., como deve ser para qualquer um que perde a cor, um sentido que se entrelaça em nossa experiência visual e é tão importante para a imaginação e a memória, nosso conhecimento do mundo, nossa cultura e arte (Sacks, 2006, p. 27).

Os elementos que discutimos até aqui não ultrapassam os limites, nos dizeres de Luria (1979b), das formas mais elementares de reflexo da realidade ou do estudo de elementos particulares de reflexo do mundo externo e interno ao sujeito. Os processos reais ultrapassam estes limites, uma vez que não vivemos percebendo ao nosso redor apenas pontos luminosos e coloridos isolados, sons indiscriminados, mas num mundo objetual, em que cores, formas e qualidades descrevem o mundo e as situações (Luria, 1979b).

A **percepção** organiza o que é percebido no âmbito das sensações. Conforme Luria (1979b, p. 36), “o reflexo dessas imagens ultrapassa os limites das sensações isoladas, baseia-se no trabalho conjunto dos órgãos dos sentidos, na síntese de sensações isoladas e nos complexos sistemas de conjuntos”.

“Ai!”, disse Jonas ao receber a memória de alguma coisa estranha que flutuava, fazia um zumbido e que lhe machucou. Naquele momento, ele tinha a sensação de dor, como se fosse a picada de uma agulha ou outra coisa capaz de perfurar a pele. Era uma sensação isolada, e, na imagem da memória, via inicialmente borrões de luz. O doador de memórias, o senhor que lhe treinava, começou a instigá-lo, questionando o que tinha naquela memória, pedindo para que juntasse os elementos que aparentavam ser dispersos, que trouxesse qualidades do que tinha visto. Pouco a pouco, Jonas foi capaz de juntar as peças, as palavras começavam a surgir. Era uma coisa viva, podia voar, tinha cores (amarelo e preto)... era uma abelha! A memória de uma abelha que havia ferroadu alguém!

O processo perceptual organiza o mundo, ou melhor, o reflexo do mundo. A descrição da abelha, no exemplo acima, nos mostra como aspectos isolados dos órgãos sensoriais podem não fazer muito sentido dispersos, mas, quando unificados e codificados, podem produzir uma imagem mais fidedigna da realidade. Abelha não é dor, assim como não é somente uma coisa que voa. A construção do conceito por meio de aspectos visuais e táteis é uma das formas de elaboração da percepção.

Luria descreve que as sínteses podem ocorrer nos limites de uma modalidade, quando, por exemplo, analisamos um quadro e reunimos seus elementos por meio da visão, tentando criar uma impressão visual completa da imagem ou em várias modalidades, nos casos em que mais de um órgão sensorial atuam para construir um conhecimento sobre determinado objeto (o caso da abelha) (Luria, 1979b; 1981). Essa integração de sensações isoladas molda a percepção e, assim, superamos a análise de indícios isolados para reflexos de objetos ou situações como um todo.

Luria (1981) qualifica a percepção enquanto um processo ativo que engloba a busca de informações, distinção entre aspectos essenciais do objeto, comparação desses aspectos, a criação de hipóteses adequadas e a comparação dessa hipótese com os dados disponíveis na realidade. O autor faz questão de destacar que o processo de percepção não equivale ao somatório de sensações simples isoladas ou um mero conjunto de associações (Luria, 1979b; 1981). Ainda que, para a criança, o processo de percepção ocorra de modo esparso, com a aquisição da linguagem e de elementos culturais, essa função é cada vez mais complexificada e enriquecida. Nós aprendemos a perceber as coisas!

Por esta razão, a par dos componentes receptores, são também essenciais à percepção humana os componentes efetores; conquanto estes componentes efetores motores, ocorram passo a passo nos primeiros estágios de desenvolvimento, em níveis subsequentes de formação da função perceptiva começam a ser realizados “por atalhos”, na forma contraída de algumas “ações interiores” (Luria, 1981, p. 199).

Assim, a percepção requer a discriminação e unificação do conjunto de qualidades determinantes do objeto (cor, forma, propriedades táteis, massa, gosto), assim como sínteses dos indícios inexistentes no objeto (Luria, 1979b). Ou seja, é dizer o que aquele objeto é e não é! Nós vemos o objeto, pegamos no objeto, abrimos, podemos morder, tentar torcer... há uma infinidade de possibilidades! Segundo Luria (1979b), se o processo de comparação do objeto com a hipótese formulada sobre o que ele é corresponderem, chegamos a sua identificação. Se essa correspondência não acontece, podemos buscar outros elementos que nos ajudem a categorizá-lo.

No processo de percepção de objetos já conhecidos na experiência pregressa, a identificação torna-se mais fácil pela união de indícios perceptíveis, mas se o objeto é novo ou desconhecido, a sua identificação torna-se mais complexa e assume formas mais desenvolvidas (Luria, 1979b). É sob este último processo que a escola trabalha, tanto em nível infantil quanto superior, apresentando e enriquecendo o repertório sociocultural da pessoa com objetos e situações que não aparecem comumente em seu cotidiano. Luria (1979b) destaca o papel ativo

da percepção, uma vez que seu desenvolvimento depende da atividade na qual o ser humano se engaja, ao mesmo tempo que constitui um registro passivo da informação que chega na pessoa.

O processo de informação não é, de modo algum, o resultado da simples excitação dos órgãos dos sentidos e da simples chegada ao córtex cerebral das excitações que surgem nos receptores periféricos (a pele, os olhos). No processo de percepção estão sempre incluídos componentes motores em forma de apalpação do objeto, de movimento dos olhos que distingue os pontos mais informativos, de emissão de sons correspondentes que desempenham papel essencial no estabelecimento das peculiaridades mais importantes do fluxo sonoro. [...] Por isso, é mais correto considerar o processo de percepção como atividade receptora do sujeito (Luria, 1979b, p. 40).

A atividade perceptual também possui vínculos com a experiência anterior da pessoa, uma vez que as sínteses sobre o que se percebe baseiam-se também na comparação com informações previamente assimiladas, com as concepções do passado. Para Luria (1979b), a atividade receptora do ser humano tem vínculo direto aos processos de pensamento. Complementa que todo o processo de percepção quase nunca está vinculado a um único órgão do sentido, compreendendo o trabalho conjunto dos órgãos do sentido como analisadores do objeto e das informações, contribuindo para a formação das concepções de mundo do ser humano (Luria, 1979b).

Apesar das diferenças entre as hipóteses concretas a partir das quais os pesquisadores abordaram o estudo da atividade perceptiva, eles se unem no reconhecimento de sua necessidade, na convicção de que justamente nela se realiza o processo de “tradução” dos objetos exteriores que afetam os órgãos dos sentidos em uma imagem psíquica. **E isso quer dizer que quem percebe não são os órgãos dos sentidos, mas a pessoa com a ajuda dos órgãos dos sentidos** (Leontiev, 2023, p. 81, grifo nosso).

Ademais, destaca que a percepção de objetos e situações “nunca se realiza em nível elementar e sua composição tem sempre como integrante o nível superior da atividade psíquica, particularmente a fala” (Luria, 1979b, p. 41). A percepção humana é descrita enquanto um complexo sistema de codificação do objeto percebido, com ampla participação da fala e a atividade perceptual humana, de tal modo, não ocorre sem participação direta da linguagem (Luria, 1981).

O ser humano, em sua atividade perceptual, não apenas contempla as coisas ou faz registros na memória de traços dos objetos. Ao conceituar e discriminar um objeto, utilizamos palavras para designá-lo, nomeamos as coisas, categorizando-as com base em seus atributos e qualidades (Luria, 1979b). Copo não é mesa, relógio não é telefone. São classes de objetos que se diferem tanto no aspecto visual quanto funcional, ainda que possam ter traços em comum como a cor ou o material do qual são feitos. As palavras adquirem um papel essencial na atividade perceptual e categorial do ser humano.

Elefante é um animal que possui trombas, tem cor meio acinzentada, chifres de marfim, faz um barulho particular e pode viver em florestas ou savanas. O urso polar tem pelos, pode ser branco ou amarelado, vive em ambiente de neve, come peixes, mamíferos pequenos e certos tipos de vegetação. Ambos são seres vivos, mamíferos, mas não são idênticos por disporem de poucos traços em comum. Utilizamos aqui uma série de palavras que descrevem os aspectos essenciais de cada um desses bichos, tarefa que para Jonas foi muito difícil e, ao mesmo tempo, surpreendente, já que não havia animais na sua comunidade. A sua irmã mais nova, Lily, possuía um objeto de conforto pessoal (não podia falar bichinho de pelúcia) chamado de “Hipo” pelo seu pai, descrito como um ser mítico. Após adquirir a memória dos animais, Jonas compartilha a informação de que a pelúcia, na verdade, era um elefante, animal que existiu em algum momento da História.

A incorporação das palavras transforma drasticamente o processo de percepção, possibilitando a distinção mais nítida de imagens com base no caráter material complexo dos objetos. Segundo Luria (1979b, p. 76), “após assimilar a representação verbal do objeto, a criança deixa de cometer erros de percepção, elabora um processo bem mais preciso, rápido e constante de diferenciação”. A aquisição da linguagem transforma, pouco a pouco, a percepção da criança numa percepção material de caráter complexo e concreto. Estes processos mais desenvolvidos afetam os movimentos, desenvolvendo formas de tatear objetos, assim como direcionam os movimentos oculares para os traços informativos essenciais dos objetos (Luria, 1979b; 1981).

Esses movimentos têm inicialmente caráter amplamente desdobrado e caótico e só paulatinamente se tornam organizados e cada vez mais reduzidos. Desse modo, o desenvolvimento da percepção é essencialmente o movimento das ações voltadas para a descoberta das particularidades essenciais dos objetos e a sua identificação. A identificação rápida e simultânea dos objetos visualmente perceptíveis é, de fato, o resultado do desenvolvimento paulatino de uma atividade desdobrada de orientação e pesquisa e sua transformação em “ação perceptiva” interna (Luria, 1979b, p. 76).

Por essa razão, Luria (1979b) apresenta algumas características gerais da percepção humana. Aponta o seu caráter ativo e imediato, uma vez que a percepção humana é mediada pelas experiências anteriores e conhecimentos adquiridos que constituem elementos importantes da atividade de síntese e análise dos objetos e situações, auxiliando na tomada de decisões.

Outra peculiaridade da percepção humana está vinculada ao seu caráter material e genérico, considerando que não percebemos elementos isolados dos objetos, mas um conjunto de seus indícios, e não nos limitamos a descrevê-los por um único aspecto como cor ou cheiro, mas utilizando sistemas gerais de categorização como “livro”, “casa”, “cachorro”, “relógio”

(Luria, 1979b). Segundo Luria, a capacidade de generalização evolui com a idade e com o desenvolvimento sociocultural, “tornando-se cada vez mais nítido e refletindo o objeto perceptível com profundidade cada vez maior, englobando todo o grande número de traços essenciais que caracterizam o objeto e as conexões e relações que este entra” (Luria, 1979b, p. 42).

A terceira peculiaridade é a constância e correção. Toda experiência objetal é carregada de informações precisas das propriedades fundamentais do objeto em análise, como perceber que pratos são redondos, que um cachorro é pequeno se comparado a um elefante etc. (Luria, 1979b). Esse conjunto de conhecimentos adquiridos no processo perceptual vai produzindo constâncias nas imagens do real e nos ajuda a corrigir as peculiaridades do objeto em situações variadas, como observar um prato no plano vertical como se parecesse um simples traço.

A última dessas peculiaridades é que toda percepção humana possui também caráter móvel e dirigível. É verdade que todo processo de percepção é determinado pela tarefa na qual o ser humano está engajado. Eu, por exemplo, não sou um especialista em Artes e técnicas artísticas utilizadas em diferentes momentos da História. Numa atividade contemplativa do quadro *Operários*, de Tarsila do Amaral, eu poderia perceber precariamente elementos técnicos de composição de cores e traços, ainda que na escola eu tenha aprendido que essa obra retrata a diversidade da classe operária brasileira e uma crítica aos processos de exploração dessas pessoas.

Caso eu me aprofundasse em estudos da História da Arte Brasileira e técnicas de pintura, eu poderia, a partir da mesma atividade (contemplar o quadro) mobilizar a minha percepção para outros elementos que antes estavam ocultos, como: compreender o destaque da distribuição de tintas no quadro; analisar os tipos de materiais e tintas utilizadas para as cores; estudar o período histórico em que a obra foi produzida; os tipos de traços empregados na construção das feições dos operários; as representações das fábricas em segundo plano, etc. (Luria, 1979b).

É natural que esse determinismo da percepção pela tarefa que se coloca diante do homem ou do seu objetivo torna a percepção humana elástica e dirigível, e essas peculiaridades da percepção humana dependem altamente do papel que na atividade receptora desempenha a experiência prática do sujeito e seu discurso interior, que permite formular e mudar as tarefas (Luria, 1979b, 43).

Como já discutimos até aqui, nenhum processo psicológico superior é circunscrito em regiões particulares do cérebro. Enquanto processos elementares, é verdade que regiões particulares do cérebro atuam para sua efetivação, mas isso não se estende a todas as funções humanas social e culturalmente formadas. A função psicológica superior existe enquanto um

sistema funcional em que diferentes partes do organismo atuam em concerto para auxiliar na atividade que o ser humano está empenhando esforços em realizar.

E, se lembrarmos do que Vigotski (2023) apontou, as funções superiores estão, inclusive, mais correlatas entre si do que com seus processos elementares respectivos. Com a percepção não é diferente. Ainda que a literatura moderna faça acuradas descrições dos mecanismos fisiológicos que subjazem à percepção (mecanismos olfativos, gustativos etc.), não podemos recair na perspectiva localizacionista.

Estou fazendo essa ressalva aqui porque Luria (1981) vai descrever, para alguns processos de percepção em nível superior, a sua organização cerebral, evidenciando regiões do cérebro que compõem esse sistema. Isso não significa de modo algum pactuar com as ideias localizacionistas! E, no texto, ele faz questão de evidenciar isso a todo momento. Luria (1979b; 1981) dedica seus estudos a diferentes tipos de percepção em seus aspectos elementares e superiores: percepção tátil; percepção visual; percepção de estruturas; percepção de objetos e situações; percepção espacial; percepção auditiva; percepção do tempo. Trataremos, por questões de limitação da dissertação, dos aspectos mais gerais da percepção visual humana, seus mecanismos cerebrais e alguns processos patológicos.

O caráter complexo da percepção, como dissemos, em específico da percepção visual, não é realizada integralmente pelas partes que compõem o lobo occipital, há participação de toda uma constelação de zonas cerebrais que desempenham um papel particular e contribuem para a formação do processo funcional (Luria, 1981). Em processos patológicos, como lesões em alguma dessas zonas, ocorrerá um distúrbio no complexo sistema de percepção visual e, pelo princípio da dupla dissociação funcional, também compromete outros processos funcionais que dependam daquela zona afetada (Luria, 1981).

A percepção visual humana tem início no momento em que a excitação proveniente da retina atinge o córtex visual primário (Área 17 de Brodmann: região V_1 , composta por partes do lobo occipital, sulco calcarino e do núcleo geniculado lateral) (Luria; 1981; Machado, 2005). Estes impulsos são projetados no córtex e divididos numa série de inúmeros componentes que traduzem o estímulo. O processo de análise visual é possível no ser humano porque o córtex visual contém um número extenso de neurônios diferenciados que respondem a diferentes aspectos do objeto percebido (Luria, 1981).

Logo, o córtex visual primário é a porta de entrada do processamento cortical da informação visual, o primeiro nível, e, a partir dele, as informações são transmitidas para o lobo temporal e o lobo parietal, que interpretam a informação sobre qual é e onde está o estímulo (Gilbert, 2014, p. 486). Lesões nas regiões do córtex visual primário podem levar à perda parcial

do campo visual (hemianopsia) em um ou nos dois olhos; ou, em caso de pancadas, pode provocar uma visão borrada ou cegueira temporária (Luria, 1981). Salvo os casos patológicos mais graves, para estes distúrbios, Luria (1981) reforça que os defeitos elementares podem ser compensados pela reeducação do movimento dos olhos.

A percepção de forma dos objetos, cor, movimento, profundidade e contraste é processada em diferentes áreas do córtex cerebral (Gilbert, 2014). São as zonas secundárias do córtex visual (áreas 18 e 19 de Brodmann) que formam as sínteses de elementos percebidos visualmente, influenciadas e reguladas por outras zonas não-visuais do córtex (Luria, 1981). Essas zonas são formadas por neurônios das camadas corticais superiores, “possuidores de axônios curtos e adaptados para a formação de combinações entre os elementos individuais e os pontos córtex” (Luria, 1981, p. 201).

Tínhamos por acaso um cartão-postal que poderia ter sido concebido para exames de acromatopsia – o cartão mostrava uma cena de litoral com pescadores num quebra-mar, silhuetados contra o céu vermelho-escuro do pôr-do-sol. O sr. I. não conseguia enxergar os pescadores e o quebra-mar, vendo apenas a esfera semi-submersa do poente³⁰.

Na época de estudos da lesão do pintor, não havia possibilidade de exames mais precisos que descrevessem com acurácia onde e quais regiões do cérebro haviam sido comprometidas, mas Sacks (2006), baseado na literatura neurocientífica e nos exames feitos, constatou uma lesão no córtex secundário (nas áreas V₄ ou suas conexões). Essa lesão gerou para o sr. Jonathan I. um problema grave no processo de percepção, incluindo na capacidade de distinguir a relação de figura e fundo no seu campo visual.

No trecho destacado acima, notamos que o pintor não era capaz de ver os pescadores e o quebra-mar, do mesmo modo que, a depender da luminosidade do ambiente, não conseguia perceber muitos objetos, coisas e pessoas, às vezes nem mesmo silhuetas, gerando um empobrecimento da atividade de percepção. Por essa razão, observar quadros também era motivo de sofrimento, já que a composição de traços e cores criava falsas percepções da imagem. E, como toda experiência humana possui uma dimensão afeto-cognitiva, essa perda e essas falsas percepções costuraram um complexo quadro de sofrimento psíquico para o pintor. Essa perda vivenciada pelo sr. Jonathan I. representou uma cisão da sua própria personalidade e de alguns sentidos que construiu ao longo da vida (Sacks, 2006).

Lesões nas zonas corticais secundárias dos processos visuais perturbam e dificultam as sínteses visuais, podendo, em pacientes acometidos por estas lesões, gerar distúrbios de sínteses

³⁰ Sacks, 2006, p. 16.

visuais simultâneas ou em agnosia óptica, nos casos em que consegue perceber elementos isolados de uma estrutura visual, mas tem dificuldade em unificá-los num todo (Luria, 1981). Nesses casos, pacientes têm dificuldade em reconhecer objetos ou figuras que os representem. Em alguns casos, como destaca Luria (1981), apesar da dificuldade na atividade de percepção, enquanto processo superior, outras funções psicológicas podem ajudar o ser humano na elaboração dessas sínteses:

Seria um engano, porém, pensar que as zonas secundárias do córtex visual estejam envolvidas apenas com a parte ejetora ou operante da atividade perceptiva. É porque isto não é verdade que uma lesão das zonas visuais secundárias interfere com a formação de sínteses visuais, podendo chegar a impedi-la, mas não priva a atividade perceptiva de seu caráter controlado e intencional. Uma pessoa com uma lesão das zonas visuais secundárias consegue perceber diretamente apenas fragmentos de informação visual, mas continua podendo analisar o significado desses fragmentos e pode compensar os seus defeitos por meio do raciocínio (Luria, 1981, p. 202).

Como pudemos perceber, o processo de percepção visual é um sistema funcional complexo que parte do trabalho coordenado de todo um grupo de zonas corticais, as quais contribuem especificamente para toda a estrutura da percepção ativa do ser humano (Luria, 1981). Existem outras partes do cérebro, não abordadas aqui, que contribuem para essa estrutura, como os lobos frontais, as regiões parieto-occipitais, assim como os processos complexos de fala, com suas estruturas particulares que também participam do processo de percepção culturalmente desenvolvido.

Antes de passarmos para a próxima função psicológica, um adendo: apesar de termos discutido até aqui aspectos da percepção relacionados aos mecanismos fisiológicos da visão, isso não significa de modo algum que pessoas não videntes tenham processos perceptuais prejudicados ou não disponham dessa função psicológica. Segundo Luria (1981, p. 207), “é bem sabido que a atividade perceptiva não se limita aos processos de percepção visual, mas inclui necessariamente a formação ativa de imagens visuais correspondentes a um único significado verbal”. O processo de percepção, neste caso, desenvolve-se por processos qualitativamente distintos. Leontiev (2021) utiliza um exemplo apresentado por Descartes para debater essa questão sobre a construção de uma imagem psíquica do real:

Descartes descreve que “se considerarmos que a diferença observada pelo cego entre as árvores, pedras, água e outros objetos semelhantes com a ajuda de um bastão, ela não lhe parece menor do que a existente entre as cores vermelha, amarela e verde e qualquer outra, a dessemelhança entre corpos não é outra coisa senão modos diferentes de mover o bastão ou resistir a seus movimentos” (Leontiev, 2021, p. 79).

A percepção é um processo ativo que inclui em sua composição vários elos eferentes que constroem um reflexo psíquico do real. Não se limita a um ou outro órgão do sentido. O

conceito de “árvore” não é verde/marrom, estes compõem apenas os elementos visuais que podemos perceber da árvore. Por isso, o exemplo destacado por Leontiev nos mostra que não há uma hierarquia do conceito de “árvore” entre pessoas videntes e não videntes, uma vez que, em ambos os casos, existem processos de análise e síntese ricas do objeto em questão. Vigotski (2021) é enfático ao dizer que, na ausência de representações visuais, é a construção de conceitos enquanto formas superiores de compensação que ampliam e complexificam a experiência do ser humano no mundo.

Qualquer que seja a forma assumida pela atividade perceptiva, o grau de redução ou automatização a que ela esteja submetida no curso de sua formação e desenvolvimento, ela é construída fundamentalmente da mesma forma que a atividade tátil das mãos, que "fotografa" o contorno do objeto. Assim como a atividade das mãos que tocam, toda atividade perceptiva encontra o objeto onde ele existe realmente, no mundo exterior, num espaço e tempo objetivos (Leontiev, 2021, p. 81).

Dando continuidade às funções psicológicas, sigamos agora no estudo da **atenção**.

Nesse exato momento estou dedicando meu tempo para escrever este texto. Hoje é 16 de junho de 2024, domingo, e são 20 horas e 10 minutos. Moro na Bahia, mais especificamente em Salvador, e atualmente estou residindo num apartamento que fica próximo a bares, restaurantes e um campo de futebol. Nesse mês, celebramos o São João (minha época favorita do ano). Porém, enquanto olho para o notebook, penso nas palavras e digito, algumas coisas estão acontecendo no meu entorno: está tendo uma partida de futebol no campo com muita gritaria, tem um paredão (carro com aparelhagem sonora) tocando pagode bem alto do outro lado da rua, crianças estão se divertindo soltando fogos, pessoas estão conversando. Tem estímulo visual e sonoro para dar e vender aqui hoje!

Se a percepção me ajuda a encontrar e situar os estímulos, descrevê-los, conceituá-los, é a atenção que me dirige para um ato em específico: a tarefa de escrever. Apesar de estar sob uma miríade de estímulos, o processo atencional me possibilita excluí-los (na medida do possível) do meu campo perceptivo. Não nego que seria mais fácil estar numa sala isolada com abafamento de som para cumprir minha atividade, mas, como não tenho muita escolha, essa função adquire um papel central agora, em conjunto com o motivo que me orienta a executá-la.

Vivemos num mundo cheio de estímulos, mas desenvolvemos socialmente a capacidade de selecionar aqueles que são mais importantes, inibimos outros, para que possamos realizar uma determinada atividade (Luria, 1979c). A atenção, segundo o autor, pode ser descrita enquanto a capacidade de “seleção da informação necessária, o asseguramento dos programas seletivos de ação e a manutenção de um controle do comportamento” (Luria, 1979c, p. 1). A

atenção é responsável pela escolha de elementos essenciais para a atividade mental ou prática, e é, além disso, o processo que mantém uma certa vigilância sobre o curso organizado da atividade psíquica (Luria, 1981).

Em todos esses casos pode variar muito consideravelmente a probabilidade de que determinados estímulos atinjam a nossa consciência, de que determinados movimentos surjam em nosso comportamento, ou de que traços particulares apareçam em nossa memória. Restringe-se o círculo de sensações, movimentos ou traços de memória possíveis, torna-se desigual e seletiva a probabilidade de aparecimento de certas impressões, movimentos ou traços de memória: alguns deles (essenciais ou necessários) começam a dominar, enquanto outros (não-essenciais ou desnecessários), são inibidos (Luria, 1981, p. 223).

Sem essa capacidade de selecionar indícios, estímulos e traços de objetos e situações, a quantidade de informação assimilada seria tão grande e desorganizada que inviabilizaria a execução das mais diversas atividades, sem essa inibição “seria inacessível o pensamento organizado, voltado para a solução de problemas colocados diante do homem” (Luria, 1979c, p. 2). Para qualquer atividade consciente, afirma Luria (1979c, p. 2), deve existir um processo de seleção dos elementos centrais que constituem o objeto da atenção, assim como a existência de um “fundo” dos processos que estão retidos na consciência.

Para quaisquer processos funcionais, como vimos na seção 1.3.1, há participação das três unidades funcionais do cérebro descritos por Luria (1981), cada uma contribuindo a seu modo para que o ser humano realize suas atividades. Luria (1979c) reforça que, para processos atencionais, os mecanismos neurofisiológicos da formação reticular são de grande valia, garantindo ao ser humano um estado ótimo de vigília do córtex e um nível adequado de excitabilidade e mantendo relações diretas com o tronco superior e o córtex cerebral que asseguram a manutenção do tono cortical.

Dito isso, Luria (1981) discorre que os mecanismos do tronco cerebral superior e da formação reticular em suas vias ascendentes são responsáveis por apenas uma única condição mais elementar da atenção, que é o estado generalizado de alerta e vigília. A formação reticular ascendente possibilita a chegada de impulsos ao córtex, mantendo-o num estado de vigília, assim como envia também excitações provenientes do mundo exterior, por meio dos órgãos dos sentidos, levando-as para áreas superiores do tronco, núcleo do tálamo ótico e córtex cerebral (Luria, 1979c; 1981).

As vias descendentes da formação reticular também operam em concerto no processo atencional, na manutenção do tono cortical e o estado de vigília. Nesse caso, filamentos saem do córtex cerebral (das áreas mediais e mediobasais dos lobos frontais e temporais) e se dirigem para os núcleos do tronco e núcleos motores da medula espinhal (Luria, 1979c; 1981). A

formação reticular descendente tem um papel importantíssimo para o ser humano, porque é através dessa estrutura que chegam no tronco cerebral os sistemas seletivos de excitação que têm origem no córtex; ao mesmo tempo que são, nos termos de Luria (1979c, p. 10), “um produto das formas superiores de atividade consciente do homem com seus complexos processos cognitivos e os complexos programas de ação”.

É na interação entre os componentes do sistema reticular de ativação que são possíveis processos complexos de autorregulação dos estados ativos do cérebro, que podem mudar sob a influência de processos biológicos, elementares, ou a partir de formas mais elaboradas de estimulação, cujas origens são de caráter sociocultural (Luria, 1979c). Luria (1979c) evidencia que nessa constelação de partes do cérebro que atuam no processo de atividade consciente do ser humano, os lobos cerebrais contribuem para diferentes tipos de processos conscientes que dependem da atenção (expectativas; solução de problemas; reflexos mais elaborados etc.).

As formas complexas de atenção, seja involuntária ou voluntária, demandam que o cérebro reconheça seletivamente um estímulo e seja capaz de inibir estímulos irrelevantes. Em seus estudos, Luria verificou que a organização da estrutura psicológica superior da atenção depende, além da formação reticular, do sistema límbico e da região frontal. Em estudos sistemáticos sobre a região do hipocampo, Luria (1981) descreve que, em níveis isolados, neurônios dessa região não respondem a estímulos específicos, mas comparam estímulos antigos e novos, permitindo uma resposta aos estímulos que chegam no organismo, contribuindo também para processos de habituação.

É por isso que estruturas hipocampais, intimamente envolvidas nos mecanismos de inibição de estímulos irrelevantes e de habituação a estímulos repetidos durante longos períodos de tempo, começaram desde logo a ser consideradas como componentes essenciais do sistema inibitório ou “de filtragem”, participando necessariamente em respostas seletivas a estímulos específicos e formando uma parte do sistema de reflexos de orientação inatos e de comportamento instintivo (Luria, 1981, p. 237).

Desse modo, o hipocampo e o núcleo caudado, analisados em estudos posteriores, começaram a ser vistos como estruturas fundamentais para eliminação de respostas do ser humano para estímulos classificados como irrelevantes, possibilitando o caráter seletivo de orientação e comportamento. Por conta desse papel desempenhado por essas estruturas, lesões podem gerar dificuldade ou colapso da seletividade do comportamento, gerando distúrbios de atenção seletiva. Ainda que por um curto período, distúrbios primários da atenção seletiva ocasionado por lesão dessas regiões podem ser, até certo ponto, compensados pela introdução de instruções verbais, “pela incorporação de níveis estruturais superiores intactos do processo no sistema” (Luria, 1981, p. 239).

Os lobos frontais, por sua vez, apresentam diversas funções, como a retenção de traços que compõem a memória e atividades intelectuais, mas também contribuem para o processo atencional voluntário, inibindo estímulos irrelevantes e preservando o comportamento programado e dirigido a metas (Luria, 1981). No caso de lesões dessa região:

Frequentemente não se pode observar nestes doentes nenhuma queda do reflexo orientado dos sinais exteriores; às vezes a atenção involuntária deles é inclusive elevada e o doente se abstrai facilmente com qualquer irritação secundária (ruído no quarto de hospital, abertura de portas, etc.); no entanto verifica-se impossível concentrar o doente no cumprimento de uma tarefa, elevar o tônus do córtex cerebral através de uma instrução verbal e a apresentação de uma instrução verbal (contar os sinais, acompanhar sua mudança) não provoca nesse doente nenhuma mudança dos sintomas eletrofisiológicos e vegetativos de reflexo orientado (Luria, 1979c, p. 36).

Luria (1979c) aponta algumas características da atenção como um todo, como o seu volume, a sua estabilidade e as oscilações. Por volume da atenção, o autor descreve a quantidade de sinais recebidos ou associações feitas que podem ter caráter dominante na atividade; a estabilidade refere-se há quanto tempo esses processos evidenciados pela atenção podem se manter dominantes na atividade; as oscilações correspondem ao grau de mobilidade que determinadas informações, conteúdos e objetos podem ter para a pessoa em atividade, de tal modo os processos que antes estavam fora da atenção podem passar ao plano principal, ou vice-versa (Luria, 1979c).

Segundo o autor, são dois os aspectos que determinam a atenção no ser humano: “situam-se no primeiro grupo os fatores que caracterizam a estrutura dos estímulos externos que chegam ao homem, [...] no segundo grupo os fatores referentes à atividade do próprio sujeito” (Luria, 1979c, p. 2). O primeiro conjunto de fatores corresponde aos estímulos externos percebidos pela pessoa, determinando o sentido, objeto e estabilidade da atenção, sendo mais próximos, para Luria (1979c; 1981), da estrutura da percepção.

No primeiro aspecto acima mencionado, Luria (1979c) descreve dois fatores que estão imbricados na atenção que vem de fora do sujeito, sendo a intensidade ou força do estímulo (a luminosidade, sonoridade ou intensidade de cor) e a novidade do estímulo, se algo acentuadamente diferente surge para o ser humano ou se é algo incomum, fora de suas experiências prévias (Luria, 1979c). Esses dois fatores condicionam o sentido da atenção. Podemos mencionar a experiência de uma criança ouvindo a sirene da escola pela primeira vez e tomando um susto, ou a primeira ida a uma casa de jogos num shopping, cheia de jogos, luzes, cores e músicas. Conhecer todos esses fatores externos e esse fluxo contínuo e desorganizado de informações que chegam na pessoa evidenciam “o quanto é importante levar em conta esses fatores para aprender a dirigir a atenção do homem” (Luria, 1979c, p. 4).

A formação reticular, nas suas vias ascendentes e descendentes, compõe o aparato neurofisiológico de um tipo elementar de atenção, nomeado por reflexo orientado, também chamado de reflexo pesquisador-orientado (ou nos termos do Pavlov, o reflexo do “o que é isso?”) (Luria, 1979c, p. 17). Os estudos do reflexo orientado e suas bases fisiológicas, para Luria (1979c; 1981), tiveram grande importância na descrição das formas mais elaboradas da atenção enquanto função psicológica superior no ser humano.

Cada tipo de reflexo proveniente de um estímulo externo, cujas bases são fisiológicas, mais elementares, influenciam diretamente o comportamento do sujeito (fome, dor) e produzem um sistema seletivo e inibitório, ao mesmo tempo, de respostas. Estes reflexos mais simples criam “determinado foco dominante de excitação” (Luria, 1979c, p. 16). Entre os mais diversos tipos de atividade reflexa, o reflexo orientado tem por base “a reação ativa do animal a cada mudança de situação, que é a que provoca no animal animação geral e uma série de reações seletivas destinadas a identificar essas mudanças de situação” (Luria, 1979c, p. 17).

O reflexo orientado se expressa por meio de reações eletrofisiológicas, vasculares e motoras que emergem quando alguma coisa incomum ou importante ocorre no entorno do animal, como mexer os olhos, virar a cabeça na direção do estímulo, reagir com precaução etc. Um aspecto interessante é que, se os estímulos que despertaram o reflexo de orientação apresentam constância, se repetem, o organismo pode adaptar-se e as reações se extinguem pela habituação, ainda que possa ser provisória ou conservar-se no cérebro (Luria, 1979c). O processo de reflexo orientado, para o ser humano, se aproxima ao que nomeamos por atenção involuntária.

Fala-se de atenção involuntária nos casos em que a atenção do homem é atraída quer por um estímulo forte, quer por um estímulo novo ou por um interessante (correspondente à necessidade). É justamente com esse tipo de atenção que deparamos quando viramos involuntariamente a cabeça ao ouvirmos no quarto uma batida súbita, quando nos precavemos ao ouvirmos ruídos incompreensíveis ou quando nossa atenção é atraída por uma mudança nova e inesperada da situação. Os mecanismos da atenção involuntária são comuns no homem e no animal (Luria, 1979c, p. 22).

O reflexo orientado pode ser percebido, num exemplo de Luria (1979c), em crianças muito novas, em que a atenção apresenta um caráter instável, uma vez que diferentes estímulos dentro do seu campo perceptual podem atraí-las. Nos primeiros meses de desenvolvimento infantil, em bebês, nota-se a atenção involuntária, evocada por estímulos fortes ou biologicamente significativos, traduzidos pelo bebê em movimentos dos olhos e da cabeça (Luria, 1981).

Em *O doador de memórias* (2014), podemos assistir, pouco a pouco, o desenvolvimento do processo de atenção do protagonista a partir da aquisição de novos conhecimentos. O

encantamento na primeira vez que entrou numa biblioteca ilustra parcialmente esse reflexo orientado. Movia os olhos sem parar, tateava objetos, se assustava facilmente quando um livro caía no chão...

Como a aquisição das memórias e das palavras desbloquearam sua habilidade para enxergar as cores, passou a contemplar e atentar-se a elementos do seu cotidiano que passavam despercebidos, como o céu, as árvores, o arco-íris e o cabelo ruivo da pessoa que amava. A atenção de Jonas, mediada pelas palavras e conceitos, passou a ser mais seletiva e ele conseguia estabelecer melhores relações de figura/fundo, ou seja, escolher entre objetos e situações, aqueles que deveriam ser o seu foco. Desse exemplo, podemos notar que há um outro tipo de atenção, a atenção voluntária no ser humano, cujas bases não são de origem biológica, mas diretamente relacionadas às experiências de comunicação pessoal e atividade social.

As raízes sociais da formação da atenção voluntária foram elaboradas a primeira vez por Vigotski (Luria, 1981). As formas de atividade realizadas pela criança nas relações com o mundo objetal e nas relações com adultos, desempenham um papel importante na elaboração e complexificação da atividade mental seletiva, como a atenção. Para Luria (1981), ainda que muito novas, as crianças não se atentam às coisas apenas por estímulos fortes, novos ou ligados às demandas imediatas. No momento que um pai aponta o dedo para um objeto que está no campo perceptual da criança e o nomeia, o foco da criança é direcionado ao objeto que se sobressai com relação ao seu entorno e, nesse caso, não importa se essa ação do adulto gera um estímulo forte, novo ou vitalmente importante (Luria, 1981).

Esta direção da atenção da criança por meio da comunicação social, palavras ou gestos, marca um estágio fundamentalmente importante no desenvolvimento desta forma nova, a organização social da atenção. Posteriormente dará origem ao tipo de organização de atenção que possui a estrutura mais complexa, a saber, a atenção voluntária (Luria, 1981, p. 228).

A atenção voluntária (arbitrária) é uma qualidade tipicamente humana. Este processo superior nos permite concentrar-nos numa tarefa, ou em objetos, com um maior grau de seletividade. Assim, extrapolamos os limites da percepção indiscriminada, podendo ignorar uma série de estímulos, objetos e elementos segundo a nossa vontade e dependendo da atividade que estamos engajados. Com o desenvolvimento da linguagem e de estruturas intelectuais discursivas internas, cada vez mais complexas e elásticas, com o entendimento dos conceitos, a atenção adquire traços que são convertidos em “esquemas intelectuais internos dirigíveis” (Luria, 1979c, 26), um produto direto da formação social do psiquismo.

Discutiremos agora o que Luria (1979c) entende pela estrutura da atividade do ser humano, o seu “campo interno” que determina a direção dos processos de atenção. Como vimos

anteriormente, para o comportamento dos animais, o processo de atenção tem vínculos diretos com a base biológica e ao seu legado genético, a partir de sistemas de estímulo-resposta, mas não é o caso do ser humano. A nossa atenção depende muito menos de instintos e mais de fatores motivacionais complexos desenvolvidos ao longo da história social (Luria, 1979c; 1981). Não podemos encarar a atividade humana enquanto reações ou conjunto de reações do ser humano frente aos estímulos externos, mas um complexo sistema que possui estrutura, transições e transformações internas além de desenvolvimento particular (Luria, 1979c; Leontiev, 2021).

Para mim, enquanto uma pessoa que não gosta muito de futebol, assistir a uma partida é uma completa mixórdia, são muitas informações indistintas, as quais não consigo acompanhar ou dirigir minha atenção por muito tempo. No entanto, como gosto muito de animes, consigo passar muitas horas assistindo! Nada disso surgiu do meu código genético, dependendo em maior grau da minha relação com os elementos culturais que tive acesso. O nosso interesse pessoal por determinadas atividades e objetos têm, nas suas bases, um forte caráter social que torna alguns sinais dominantes enquanto inibe outros. No momento em que assisto animes, por exemplo, fico tão focado que, muitas vezes, não ouço quando pessoas próximas me chamam ou se reportam a mim para falar alguma coisa.

E, se para escrever esse texto até aqui eu precisei recorrer aos mecanismos de atenção, não menos importantes foram os processos mnemônicos evocados que compõem meu psiquismo. Se eu não tivesse um repertório de palavras na cabeça, de ideias dos conteúdos que estudei, se eu não soubesse (após muitos anos de prática) a posição das letras no teclado do notebook e quais movimentos minhas mãos precisam fazer para digitar mais rápido, talvez eu ainda estivesse na primeira página da dissertação. A **memória** facilita muito a vida!

É a partir da memória e dos mecanismos mnemônicos elaborados na cultura que toda experiência humana é passada de geração em geração, mediada pela linguagem.

O Doador suspirou.

– Eu caminho. Alimento-me nas horas das refeições. E, quando sou convocado pelo Comitê de Anciãos, apresento-me a eles para dar-lhes conselhos e opiniões.

– Costuma aconselhá-los com frequência? – Jonas estava um pouco assustado com a ideia de um dia ser quem daria conselhos aos governantes.

Mas o Doador disse que não.

– Raramente. Só quando estão enfrentando algo que não vivenciaram antes. Então convocam-me para utilizar as lembranças e aconselhá-los. Mas isso acontece muito pouco. Às vezes gostaria que me pedissem para usar minha sabedoria mais vezes: há tantas coisas que eu poderia lhes dizer, coisas que seria bom que modificassem! Mas eles não querem mudanças. A vida aqui é tão ordenada, tão previsível. Tão indolor. É como eles escolheram.³¹

³¹ Lowry, 2014, p. 81-82.

Luria (1979c, p. 39) descreve essa função enquanto “o registro, a conservação e a reprodução dos vestígios da experiência anterior, registro esse que dá ao homem a possibilidade de acumular informações e operar com os vestígios da experiência anterior”, mesmo quando os fenômenos que originaram esses vestígios já desapareceram. Movimentos, impulsos, impressões, estímulos... todos estes elementos deixam algum vestígio no cérebro que podem ou não se manter durante um tempo longo, e, em determinadas ocasiões, tornam-se objetos da consciência (Luria, 1979c; 1981).

O cérebro é um instrumento complexo e sutil, uma vez que possibilita não somente a captação e distinção de estímulos, atuando “para conservar na memória os vestígios das influências antes percebidas por ele” (Luria, 1979c, p. 47). Logo, a memória é um processo altamente complexo e especializado, por sua ampla base nervosa, com a contribuição de diferentes sistemas cerebrais que desempenham papéis específicos na atividade mnésica, seja ela involuntária ou voluntária (Luria, 1979c; 1981). Luria distingue diferentes expressões da memória e inúmeras lesões que geram dificuldades que podem ser ou não, compensadas por outros processos superiores que evidenciam a complexidade da constelação cerebral dessa função.

Os estudos mais recentes e o desenvolvimento de técnicas mais complexas de mapeamento do funcionamento cerebral apontam a diversidade de formas de memorização e mecanismos neurais envolvidos, com propriedades cognitivas distintas e sistemas encefálicos específicos (Schacter; Wagner, 2014). Para Schacter e Wagner (2014, p. 1257), “a memória pode ser classificada conforme duas dimensões: o curso temporal do armazenamento e a natureza da informação armazenada”.

O processamento da memória envolve, ao menos, quatro operações básicas, de acordo com Schacter e Wagner (2014). A **codificação**, o processo pelo qual novas informações e estímulos são observados e conectados com os fatos já preexistentes, sendo a intensidade do processo um fator importante para determinar quão bem será o material lembrado, e, este processo depende diretamente dos processos motivacionais do ser humano para o que se quer lembrar.

O **armazenamento** está vinculado aos mecanismos e sítios neurais que retém as memórias ao longo do tempo, e, a depender da atividade desempenhada pelo ser humano, podemos reter informações a ultracurto, curto, médio e longo prazo. A **consolidação** é um processo que estabiliza a informação que chega, envolvendo a expressão de genes e sínteses proteicas que produzem alterações sinápticas significativas.

Luria (1979c) enfatiza que a consolidação da memória depende de aspectos temporais, e depende de muitos fatores, incluindo aqueles que concernem às particularidades do indivíduo. Segundo Schacter e Wagner (2014, p. 1281):

A conversão da memória de curta duração em memória de longa duração, processo chamado de consolidação, requer a síntese de RNA mensageiro (mRNA) e de proteínas nos neurônios do circuito. Sendo assim, a expressão de genes específicos é requerida para a formação da memória de longa duração. A transição da memória de curta para a de longa duração depende de um aumento prolongado de AMPc que se segue a aplicações repetidas de serotonina.

E, o último processo, de acordo com Schacter e Wagner (2014, p. 1261) é a **evocação**, “o processo pelo qual a informação armazenada é evocada [...]. Envolve trazer novamente à mente diferentes tipos de informação, armazenados em diferentes lugares no encéfalo”. Este processo pode ocorrer por meio de estímulos externos ou das motivações que tornam esta ou aquela lembrança necessária.

Cada um dos blocos funcionais do cérebro, os quais esmiucei anteriormente, compõem a orquestra da memória. O primeiro bloco assegura o tônus cortical e os estados de excitabilidade, o segundo bloco recebe, processa e conserva informações e o terceiro bloco contribui para a formação de programas e controle do comportamento (Luria, 1979a; 1979c; 1981). Naturalmente, cada uma dessas regiões participa de modos distintos nos processos de memória.

Ademais, existem neurônios no organismo com diferentes características morfofuncionais que estruturam sistemas cerebrais complexos. Os sistemas de projeção das zonas corticais auditivas, visual cinética da pele e muitas células receptoras apresentam caráter específico-modal, ou seja, reagem de modo seletivo aos estímulos externos. Existem outras áreas constituídas por neurônios que não tem esse caráter, reagindo apenas às mudanças de excitação (Luria; 1979c), pertencentes ao hipocampo, por exemplo.

Esses conjuntos de fatos, e os dados clínicos acumulados e estudados por Luria (1979c; 1981), sinalizam que o hipocampo e as formações que estão relacionadas a ele desempenham papel importante na fixação e conservação dos vestígios da memória, tendo neurônios em sua composição que atuam como um “aparelho adaptado para a conservação dos vestígios das excitações, a comparação destas com novas excitações” (Luria, 1979c, p. 57). Os estudos sistemáticos da memória apontam que o processo geral de retenção e fixação de traços no cérebro, a forma mais elementar de memória, ocorre com a participação da formação reticular e dos níveis superiores ligados ao hipocampo e o circuito de Papez (Luria, 1981).

Estes processos de memorização mais simples, menos mediados, são relacionados à memória involuntária. Este é um processo de registro pouco ou não consciente de fatos, eventos, situações, sensações que acontecem em nosso cotidiano. Mas, como vivemos num mundo lotado de informações, situações e sensações, por que a memória involuntária não guarda tudo na cabeça? Luria (1979c) mostra um exemplo que nos ajuda a pensar sobre isso.

Vamos imaginar que eu estou indo para o trabalho e, para variar, estou atrasado. No caminho, eu passo por pessoas, lojas, prédios diferentes, lojas e vitrines. O que vai ficar registrado na minha memória depois desse trajeto? “Os fatos mostram”, de acordo com Luria (1979c, p. 78), “que nenhum dos detalhes descritos fica em sua memória; mas se ele tem pressa de chegar ao trabalho e, economizando cada minuto, entra numa rua interditada, ele recordará bem esse detalhe”. Assim, eu poderia não me lembrar do que estava ao longo do trajeto, mas dessa rua interditada e do estresse, com certeza. A memória involuntária tem caráter seletivo e, assim, a pessoa memoriza aquilo que está relacionado às finalidades de sua atividade, aos eventos e objetos que contribuem para atingir um determinado objetivo ou que aparecem como obstáculos.

Aquilo que está relacionado com o objetivo ou com o objeto da atividade motiva a reação orientada, torna-se dominante e é memorizado, não se observando nem se conservando na memória os detalhes secundários que não têm relação com o objeto principal da atividade. É por isto que a pessoa que participa de uma discussão recorda cada pronunciamento de seus participantes, a posição de um, o caráter das objeções; mas ela pode não se lembrar absolutamente se as janelas do auditório estavam abertas ou fechadas, em que lugar estava o armário, se havia jornais nas mesas, etc. (Luria, 1979c, p. 78).

A memória involuntária, ainda que tratada como um processo mais elementar, depende da tarefa para qual a atividade do ser humano é dirigida. O êxito na retenção de materiais na memória “depende em alto grau do caráter objetivo da atividade”, assim como sua complexidade e operações que auxiliam na realização (Luria, 1979c, 80). Ainda que os fatos acumulados por Luria (1979c; 1981) demonstrem que a memorização involuntária depende também da complexidade da atividade intelectual, ele faz questão de destacar o efeito da retenção involuntária com o seu processo de “colorido emocional” (Luria, 1979c, p. 81).

Os processos mnemônicos dependem dos estados emotivos e do colorido emocional que o acompanham, sendo mais fortemente retidos na memória, com mais riqueza de detalhes, materiais com alto vínculo afeto-cognitivo em comparação às impressões que são indiferentes ao sujeito. Luria (1979c) trata o termo “colorido emocional” como aspectos positivos que geram um elevado reflexo orientado e elevam o tônus cortical, ao passo que também afirma que essa retenção tem limites, não é infinita. Processos emocionais que evocam estados de angústia

intoleráveis para o ser humano, fortes traumas, podem contribuir para a inibição e esquecimento.

Seus mecanismos fisiológicos se devem à inibição que surge nas excitações superiores e protege o córtex contra novas excitações excessivas. É justamente por isto que os mecanismos fisiológicos, que servem de base ao “deslocamento” os estados emotivos insuportáveis da memória, se aproximam dos mecanismos de inibição “parabiótica” ou “defensiva” (Luria, 1979c, p. 83).

É por essa razão que o estudo da memória também passa pelo processo de estudo do esquecimento. O esquecimento, ao contrário do que muitas teorias do cérebro evidenciadas por Luria (1979c; 1981) acreditavam, tratando desse fenômeno apenas como um desaparecimento simples de vestígios de traços, passou a ser visto como um processo ativo e complexo.

A tese apresentada por Luria (1979c) descreve que vestígios e excitações permanecem no cérebro por um longo período e o esquecimento dessas impressões ou vivências resulta da influência de efeitos secundários interferentes que inibem o surgimento de tais vestígios. As influências inibitórias apresentam um duplo caráter: “partem de efeitos imediatamente anteriores ao momento do registro dos vestígios (efeito da inibição proativa) tanto de efeitos dos vestígios imediatamente posteriores ao momento do registro (inibição retroativa)” (Luria, 1979c, p. 73).

Os fenômenos de inibição “proativa” e “retroativa”, que passaram a ser considerados como fatores essenciais no esquecimento, penetram firmemente na literatura, e a teoria de que o esquecimento é em grande parte um regulador de ações irrelevantes, interferentes, inibindo a lembrança normal de traços previamente estampados, se tornou a preponderante entre as teorias dos processos mnemônicos (Luria, 1981, p. 250).

Processos de esquecimento de origem patológica, as mais variadas formas que as amnésias podem assumir, foram amplamente descritas na literatura neurocientífica (Luria, 1979c; 1981; Sacks, 2006). A acromatopsia total (amnésia de cor), conforme descrito por Sacks (2006) é um processo complexo, considerando que a região V₄ do lobo occipital possui conexões com o hipocampo, os centros emocionais e o sistema límbico. O comprometimento do fluxo de informações da V₄ com o hipocampo e o córtex pré-frontal (partes que o asseguram aspectos da memorização e conservam informações) explica parcialmente o esquecimento das cores pelo sr. Jonathan I.

A percepção da cor havia sido uma parte essencial não só do sentido visual do sr. I., mas de seu sentido estético, sua sensibilidade, sua identidade criativa, uma parte essencial de como construía seu mundo – e agora a cor havia desaparecido, não apenas da percepção, mas também da imaginação e da memória. Os ecos dessa condição foram muito profundos. De início, ficou intensa e furiosamente consciente do que perdem (ainda que – consciente, por assim dizer, à maneira de um amnésico). Podia olhar fixamente para uma laranja, enfurecido, tentando forçá-la a recobrar

sua cor verdadeira. Passaria horas diante de seu gramado (para ele) cinza-escuro, tentando vê-lo, imaginá-lo, lembrar-se dele como verde. Viu-se num mundo não apenas empobrecido, mas alienado e incoerente, quase um mundo de pesadelo. Foi o que expressou logo após a lesão, melhor do que podia fazer em palavras, em algumas de suas primeiras e desesperadas pinturas³².

De acordo com Oliver Sacks (2006), no caso do nosso pintor, a lesão implicou gradualmente na perda dos conceitos de cor que havia apreendido após muitos anos, se assemelhando a uma pessoa com amnésia de cor ou como se nunca tivesse conhecido as cores. Sacks (2006, p. 32) destaca que, “enquanto seu mundo colorido anterior e mesmo sua memória desse mundo desfaleciam e morriam dentro dele, nascia outro completamente novo em visão, imaginação e sensibilidade”, graças a plasticidade do cérebro e da sua estruturação como um sistema funcional.

Se os processos mnemônicos envolvem algo que é lembrado involuntariamente e o esquecimento, agora vamos nos deter nos processos superiores que envolvem a recordação e sua estrutura mediada pelos signos. Luria (1981) destaca os estudos de Vigotski e Leontiev, em meados dos anos 1920, sobre a memória humana e os processos de recordação. Segundo os autores, a memória no ser humano é elementar e direta em pouquíssimos casos e, via de regra, o processo de recordação é baseado em um sistema de auxílios intermediários, como os signos, as palavras, de natureza social.

Quanto à estrutura cerebral, a passagem dos estágios mais elementares de recepção e fixação de informações, por meio das sensações ou outros mecanismos involuntários, para estágios mais complexos de organização em imagens ou na codificação em sistemas categoriais têm contribuições diretas do segundo e terceiro blocos funcionais (Luria, 1981). Estes blocos estão envolvidos na síntese de um conjunto sucessivo de estímulos que aparecem na atividade do ser humano, ao passo que organizam esses traços com auxílio dos signos, ou códigos de linguagem (Luria, 1981).

Os distúrbios de memória apresentados por pacientes com lesões das zonas corticais laterais, ou, em outras palavras, com lesões da segunda e da terceira unidades funcionais do cérebro, são de caráter fundamentalmente diverso daqueles observados nos portadores de lesões da primeira unidade cerebral funcional. [...] Via de regra eles têm o caráter ou de um distúrbio da base mnêmica de operações modalmente específicas individuais, retendo a sua conexão estreita com defeitos de alguns aspectos de processos gnósticos, ou de desordens dinâmicas específicas, levando a distúrbios da estrutura da atividade dirigida a metas (Luria, 1981, p. 260).

De modo voluntário, nós evocamos lembranças e experiências pregressas para orientarmos nosso comportamento em determinadas situações, a fim de atingir um determinado

³² Sacks, 2006, p. 28-29.

objetivo. Nos termos de Kandel *et al.* (2014), a memória voluntária é o reviver consciente de uma experiência passada, atuando sobre o controle de conduta, e um processo altamente criativo, uma vez que podemos recordar de diversos modos elaborados culturalmente. A atividade mnemônica voluntária ocorre, a princípio, por meio de auxílios externos, como um adesivo colado na porta da geladeira lembrando de descongelar a comida, e depois adquirem caráter interno, enquanto processos mentais mediados pela linguagem (Luria, 1979c; Messeder Neto, 2015).

Luria (1979c) descreve que a Psicologia, em sua época, considerava vários tipos de memória, e ele menciona, em ordem de importância e complexidade para os processos cognitivos, alguns tipos que estudou: Memória elaborada por imagens sucessivas; Memória elaborada por imagens eidéticas; Memória de imagens de representação; Memória verbal. O autor reforça que os fenômenos da memória emocional e memória motora estiveram ausentes do seu foco, mas não deixam de compor a atividade mnemônica humana. De modo generalizado, as formas complexas de memória se desenvolvem no sujeito quando engajado em atividades que demandem, em maior ou menor grau, processos mnemônicos. Trataremos aqui do processo de desenvolvimento social da memória, que acaba por reverberar nos tipos acima mencionados.

O desenvolvimento da memória passa por grandes transformações da infância até a fase adulta, tanto na sua estrutura quanto no sistema de correlações entre as funções psicológicas (Luria, 1979c; 1981). O processo psicofísico de retenção e fixação de vestígios já começa a existir desde os primeiros anos de vida e se desenvolve e complexifica com a maturação do cérebro e as atividades sociais nas quais a criança se insere, com amplo papel da prática objetiva e da linguagem (Luria, 1979c; 1981; Leontiev, 2021).

Ainda muito novas, as crianças conseguem memorizar coisas dentro do seu campo perceptual, mas ainda com pouca sistematização, seletividade e organização (Luria, 1979c). Luria descreve em seus experimentos com crianças de 2 e 3 anos que nessa idade os processos de memorização voluntária ainda não estão plenamente elaborados, e a subordinação dos processos de memorização a instruções verbais só surge bem mais tarde, em conjunto com o desenvolvimento geral do comportamento orientado para uma finalidade (Luria, 1979c).

Com o avanço da idade, as crianças aprendem a realizar a atividade mnemônica com meios auxiliares externos, estabelecendo associações que permitissem resolver determinados problemas e, posteriormente, na adolescência e na fase adulta, com a aquisição da linguagem e o desenvolvimento dos outros processos psicológicos, a tarefa mnemônica pode ser realizada a partir de sistemas lógicos de pensamento (Luria, 1979c). A partir das pesquisas de Vigotski e

Leontiev sobre a memória e os experimentos realizados com crianças, adolescentes e adultos, Luria (1979c, p. 95) conclui que “os procedimentos e memorização, que na etapa anterior tinham caráter mediato externo, reduzem-se agora e adquirem o caráter de processo mediato interno. A memória mecânica se converte paulatinamente em memória lógica”.

Os processos de memorização e as formas desenvolvidas pelo ser humano dependem das condições que lhe são disponíveis, porém Luria (1979c) enfatiza que estes mecanismos se desenvolvem de modo diferenciado para cada pessoa. A diferença da memória e dos mecanismos de memorização entre as pessoas dependem tanto de suas características genotípicas quanto das atividades (laborais ou não) que levam a cabo.

Para diferentes pessoas, podem predominar os processos mnemônicos visuais, para outras auditivas, motoras etc., e isso pode ser verificado comparando como as pessoas fazem registro da mesma estrutura visual e comparando os procedimentos utilizados para recordar um determinado conteúdo (Luria, 1979c). Luria (1979c) aponta que as diferenças individuais da memória entre as pessoas não são apenas peculiaridades particulares, uma vez que elas reverberam em mudanças consideráveis na estrutura da personalidade humana. É o caso do mnemonista acompanhado por Luria, Shereshevsky³³.

Assim, o desenvolvimento da memória é um processo de sucessivas transformações psicológicas, em que as formas imediatas naturais de memorização se tornam processos psicológicos superiores, de caráter sociocultural (Luria, 1979c). Essa mudança é considerada uma transformação radical dos processos de memória e sua estrutura, mas não somente isso, porque mudam também as correlações entre os processos psicológicos básicos. Nas etapas iniciais do desenvolvimento humano, a atividade mnemônica tinha caráter direto e era, nos termos de Luria (1979c), uma extensão da percepção.

Com a aquisição da linguagem, dos signos, a memorização mediata perde sua ligação imediata com a percepção e vincula-se com o processo de **pensamento**, a próxima função que vamos expor.

Encontrou-se num lugar confuso, barulhento, fétido. Era dia claro, de manhã cedo, e o ar estava denso, impregnado de uma fumaça amarelada e escura que pairava, baixa. Por toda parte, em torno dele, muito além da extensão do que parecia ser um

³³ Na década de 60, Luria investigou mais a fundo processos neuropsicológicos relacionados à memória, estudo que vinha realizando desde a década de 30 junto a Vigotski e outros pesquisadores, acompanhando por décadas um paciente e mnemonista famoso da União Soviética chamado Shereshevsky (Luria, 1992). Luria buscou compreender a superdotação da memória a partir da personalidade do seu paciente e o papel que a memória tinha nas atividades realizada por ele. Uma das coisas que mais chama atenção nesse trabalho em particular é que a análise pormenorizada da função psicológica memória não foi feita exclusivamente por testes que a evocassem, mas numa análise da pessoa em sua inteireza, nos aspectos da personalidade que destacavam em maior ou menor medida a influência da memória.

campo, havia homens gemendo. [...] gritos dos homens feridos, gritos que pediam água, que chamavam as mães, que pediam a morte. Os cavalos caídos no chão davam relinchos estridentes, levantavam as cabeças e golpeavam o ar ao acaso com os cascos. À distância, Jonas ouvia os tiros surdos dos canhões. Prostrado pela dor, ficou caído ali por horas, em meio ao fedor atroz, escutando homens e animais morrerem; e aprendeu o significado da guerra³⁴

Uma das crianças ergueu um rifle imaginário e simulou uma tentativa de destruí-lo, emitindo um ruído de tiro [...]. Com sua nova e mais aguçada capacidade de sentir as coisas, uma tristeza esmagadora se apossara dele ao ver os outros rirem e gritarem brincando de guerra³⁵.

Na infância, Jonas brincava de guerra. A palavra designava apenas uma brincadeira, foi o que lhe permitiram aprender. Fingiu por muito tempo portar uma arma, derrubar os inimigos e simulava barulho de disparos de projéteis. Na sua relação com essa brincadeira, o conceito de guerra ainda não estava estruturado, não pensava sobre guerra para além da experiência imediata. Quando recebeu a memória, tudo isso mudou.

Nós vimos que a palavra não é uma associação direta com algo, mas guarda em si generalizações dos objetos e fenômenos. No momento que passa a atuar como instrumento do pensamento, em consonância com o enriquecimento da experiência social, a palavra adquire novas determinações para o sujeito. Determinações que vêm acompanhadas de uma dimensão afetiva.

Essa foi a memória mais amarga e intragável para Jonas. Guerra era dor, morte, gritos de desespero, sangue. Como alguém poderia brincar com uma coisa tão séria? Todo esse processo de análise e síntese da realidade mudou Jonas por completo.

Na seção 1.2, discutimos o aspecto mais geral sobre a estrutura psicológica do pensamento, enquanto um processo funcional responsável pela elaboração de um reflexo da realidade mediante generalizações e abstrações, enriquecido e modificado pela incorporação da linguagem. De tal modo, também expusemos a contribuição das palavras na transição do pensamento sensorial ao pensamento racional, destacando o pensamento por conceitos como o mais alto grau de pensamento alçado pela humanidade.

Para Luria (1979d), o pensamento humano que se baseia na atividade material e linguagem pode, além de organizar a percepção humana, permitir esse salto do sensório-motor ao racional, uma vez que dominados os recursos da linguagem, o pensamento permite transmitir informações, codificar o pensamento em enunciado verbal e decodificá-lo. Porém, mais que isso:

³⁴ Lowry, 2014, p. 94-95.

³⁵ Lowry, 2014, p. 104-105.

Baseado nos recursos da linguagem, o pensamento humano é também uma forma específica de atividade produtiva; permite não apenas ordenar, analisar e sintetizar a informação, relacionar os fatos percebidos a determinadas categorias, mas também ultrapassar os limites da informação imediatamente recebida, fazer conclusões a partir dos fatos percebidos e chegar a certas inferências mesmo sem dispor de fatos imediatos e partindo da informação verbal recebida. O homem pensante é capaz de raciocinar e resolver tarefas lógicas, sem incluir o processo de solução na atividade prática. Tudo isto sugere que o processo de pensamento pode ser uma atividade teórica especial que leva a novas conclusões e, assim, tem caráter produtivo (Luria, 1979c, p. 100).

Traremos mais algumas contribuições de Luria (1981) para o debate dessa função com enfoque nos mecanismos cerebrais que envolvem este processo. Luria (1981, p. 284) afirmou que a história da organização cerebral de muitos processos (atenção, memória, percepção, fala) acumula materiais de décadas ou séculos de estudo, o que não é o caso do pensamento, dizendo que “é absolutamente justificado dizermos que a organização cerebral do pensamento não tem história alguma”.

O caráter dramático dessa afirmação, segundo Luria (1981) é justificado porque na Filosofia e na Psicologia perdurou por muito tempo a contraposição entre “cérebro” e “pensamento”. Assim, o cérebro é matéria e o pensamento é espírito, não apresentando vínculos passíveis de um estudo objetivo. No processo oposto a essa visão espiritual, muitos grupos tentaram descrever o pensamento em nível apenas fisiológico, o que não resolveu em nada o impasse sobre esse processo altamente complexo.

[...] pagou-se um preço muito alto, a saber, a rejeição da qualidade intrínseca do pensamento e a sua redução a mecanismos ou associações mais elementares (o associacionismo do século 19) e processos estruturais (a psicologia do gestaltismo do século 20), ou a recusa aberta a se discutir o pensamento e a sua substituição pela “formação de reflexos condicionados” ou pelo “aprendizado”. Essa recusa a se empreender a tarefa de descobrir a organização cerebral do pensamento pode ser entendida se o pensamento for abordado fenomenologicamente como um ato mental indivisível (Luria, 1981, p. 284-285).

Nota-se uma clara insatisfação do autor na descrição desses estudos. A meu ver, tanto pelo impacto negativo dessas concepções no estudo sistemático do psiquismo quanto no papel que a teoria pavloviana assumiu na União Soviética, acompanhado do período persecutório que vivenciou na pele. São poucos os momentos que Luria deixa escapar, em sua escrita extremamente técnica, algumas construções que denotem um sentimento.

Desse modo, o estudo concreto e científico do pensamento deve compreender essa função como uma forma de atividade cognitiva que possui a mais complexa estrutura, buscando não um centro do pensamento no cérebro, mas o vínculo da atividade cognitiva, seus elementos componentes e o cérebro. Foi a partir dessa abordagem que a neuropsicologia encarou o

problema da base cerebral da atividade intelectual, que deixa de ter um caráter puramente filosófico ou puramente fisiológico.

Passos largos no estudo da análise psicológica do pensamento ocorreram por meio da superação dessas concepções, a partir de estudos concretos dos métodos básicos empreendidos pelo ser humano no ato de pensar, um processo ativo e complexo, e em suas estruturas dinâmicas. Luria (1981) demonstra que Vigotski propôs uma sólida base para pensar essa função em nível psicológico, discorrendo que os processos de análise e generalização, as bases do pensamento, dependem da estrutura lógica e dinâmica da fala, do significado das palavras e que começam a se desenvolver na infância.

Em princípio, o pensamento é baseado no agrupamento sincrético de impressões, da percepção da criança do mundo exterior e o que memoriza, depois passa a adquirir caráter sistemático, passando a unificar os elementos antes dispersos da situação prática vivenciada por ela e, mais adiante, utiliza categorias de abstração e generalização baseadas na linguagem (Luria, 1981).

Vemos que, para um adolescente, lembrar significa pensar. Se o pensamento da criança pré-adolescente se apoia na memória e pensar significa recordar, para o adolescente, a memória se apoia fundamentalmente no pensamento: lembrar significa antes de tudo buscar aquilo que é necessário em uma certa sequência lógica. É na idade de transição que observamos essas mudanças das funções, a alteração da relação entre elas, o papel de liderança do pensamento em todas as funções decisivas; por conseguinte, o pensamento não é uma função entre outras, mas a função que reconstrói e altera outros processos psicológicos (Vigotski, 2023, p. 193).

Não menos importantes foram os estudos de Piaget, quem, apesar de abordar a questão do desenvolvimento do pensamento infantil, trouxe a questão para o plano concreto e científico. Os estudos de Vigotski e Piaget tornaram:

[...] possível descrever toda a complexidade da estrutura lógica das palavras, os instrumentos básicos para a formação das ideias, e representar com suficiente clareza a vasta gama de alternativas fornecidas pelas matrizes lógicas sobre as quais elas se baseiam em estágios individuais de desenvolvimento. Tal análise também tornou possível estudar como esses sistemas concretos de matrizes, que refletem o caráter “situacional” do pensamento, são gradualmente substituídos por matrizes abstratas, que incorporam toda uma hierarquia de “relações de comunidade” que constituem o aparelho fundamental do pensamento categórico (Luria, 1981, p. 286-287).

Com uma abordagem psicológica concreta do pensamento, tomando-o como um ato dinâmico e integral, muitos fisiologistas conseguiram propor descrições dos mecanismos cerebrais que compõem essa função. Tudo isso passou também pelo reconhecimento do significado das palavras para as atividades de pensamento, e, assim, muitos psicólogos e neurocientistas focaram na “descrição da estrutura psicológica do pensamento como um todo” (Luria, 1981, p. 287). Outro aspecto interessante que emergiu dos estudos do pensamento

adquiriu relação direta com o desenvolvimento cibernético, desvelando como os processos psicológicos também têm implicações no processo de produção material:

[...] recebeu um poderoso impulso tanto em função do desenvolvimento da própria ciência psicológica em décadas recentes, como também em função do desenvolvimento de computadores de alta velocidade, que necessitou uma descrição mais detalhada da estrutura do pensamento real a fim de que os melhores modelos possíveis dele pudessem ser construídos (Luria, 1981, p. 287).

Em outros países, as tentativas de estudo do pensamento voltaram-se para os aspectos da cibernética, descrevendo o cérebro por meio de analogias com um computador de alta velocidade, ou fracionando o seu funcionamento em inúmeros componentes (Luria, 1981). Na União Soviética, sob uma concepção materialista e dialética do pensamento, essa função foi investigada a partir do conceito geral de estrutura interna da atividade mental, com seus enlances socioculturais.

As investigações de Vigotski, Galperin, Leontiev e outras pessoas trouxeram à tona uma ideia mais clara do pensamento como atividade mental concreta, possibilitando distinguir seus componentes nas atividades de pensamento concreto-ativo ou verbal-lógico e discursivo (Luria, 1981). Todos esses avanços levaram os neuropsicólogos ao abandono da ideia de encontrar um substrato cerebral do “pensamento em geral”, assumindo a posição de estudarem os sistemas de mecanismos do cérebro responsáveis pelos componentes da atividade de pensamento e em seus mais variados estágios (Luria, 1981, p. 287).

Luria (1981) relata aspectos do pensamento que passaram a ser consensuados por diversos pesquisadores dentro e fora do círculo da Psicologia Histórico-Cultural. O pensamento atua quando o indivíduo tem um motivo apropriado que torna sua atividade urgente e a sua solução como necessidade, numa situação em que não possui uma solução pronta. Em outros termos, a origem do pensamento é dada na presença de uma tarefa que deve ser solucionada em determinadas condições, materiais e sociais, que impelem o indivíduo a descobrir caminhos de resolução (Luria, 1981).

A próxima etapa, para Luria (1981, p. 288) é o processo de “refreamento de respostas impulsivas”, pois é necessário para o indivíduo os processos de análise do problema posto e de seus componentes, do reconhecimento dos aspectos essenciais e suas correlações. É o trabalho de investigação preliminar para todo processo de pensamento que viabiliza o ato intelectual.

O terceiro estágio que Luria nos mostra é a seleção de alternativas possíveis e a criação de esquemas gerais para a execução da tarefa, tomando decisões sobre os melhores meios disponíveis, avaliando também as probabilidades de sucesso ou não.

A existência dessas matrizes multidimensionais de significados de palavras, que já mencionei e que participam em todas as formas de pensamento, torna naturalmente compreensível essa estrutura estocástica do ato intelectual e indica o fato de que cada tarefa inevitavelmente origina uma rede múltipla de alternativas, a partir das quais um sistema pode ser escolhido pelo indivíduo com base na predominância de um sistema particular de associações escondido por trás do significado das palavras (Luria, 1981, p. 288).

Portanto, a quarta etapa do pensamento consiste na escolha dos métodos apropriados e o conjunto de operações para implementação do esquema geral de solução da sua tarefa (Luria, 1981). As operações mencionadas por Luria (1981) consistem no uso de ferramentas linguísticas, lógicas ou numéricas elaboradas na cultura, disponíveis ao ser humano.

Os trabalhos de Vigotski e Galperin demonstraram que o processo de pensamento passa por sucessivos estágios, começando com uma série ampla de ações externas sucessivas e progride para a fala interna, “na qual se fazem as necessárias buscas, e termina com a contração e condensação dessas buscas externas e com a transição para um processo interno específico” (Luria, 1981, p. 289).

Neste, o indivíduo é capaz de obter auxílio a partir de sistemas já prontos de códigos (linguísticos e lógicos, no pensamento verbal-discursivo; numéricos, na solução de problemas aritméticos) que ele aprendeu. A existência desses códigos internos bem assimilados, que formam a base operante do “ato mental”, forma também, assim, a base para a execução de operações intelectuais requeridas, e, no indivíduo adulto, que dominou o uso desses algoritmos, ela começa a fornecer um alicerce sólido para o estágio operante do pensamento (Luria, 1981, p. 289).

Por muito tempo, os psicólogos da época de Luria acreditavam que o ato intelectual se encerrava na solução real do problema ou na descoberta de uma resposta. No entanto, o encontro da solução é um prelúdio do estágio final desse processo, porque ainda há uma etapa de comparação dos resultados obtidos com as condições iniciais da atividade (Luria, 1981). A atividade intelectual tem fim se os resultados estiverem de acordo com o problema posto, caso contrário, o ser humano é impelido a rever seus atos, operações e mecanismos utilizados para tentar reaver todo o processo.

De tal modo, Luria (1979d) também expõe as estruturas lógicas que formam as bases do pensamento humano. No processo de formação dos conceitos, as palavras desempenham papel importantíssimo, sendo ela mesma um produto do desenvolvimento histórico-social, com complexa estrutura semântica. As palavras se convertem na matriz objetiva formadora dos conceitos que apreendemos ao longo da vida (Luria, 1979d). A transição do pensamento mais simples ao mais elaborado sobre a realidade se forma a partir da organização sintática da língua, cujas raízes também são históricas e sociais.

O sistema objetivo de matrizes que se formaram no processo de desenvolvimento histórico e se reflete tanto na atividade material do homem quanto no sistema da língua, deve servir de base a formas mais complexas de pensamento, assegurando uma operação de raciocínio e conclusão. Esse sistema de matrizes, formado na história social, é empregado pelo homem como meio objetivo de organização do pensamento e pode ser facilmente encontrado se observarmos a complexa estrutura semântica da linguagem e as estruturas lógicas, formadas pela experiência das gerações, que são assimiladas pelo homem em seu desenvolvimento intelectual e servem de base objetiva de sua complexa atividade intelectual (Luria, 1979d, p. 102).

Dessa estrutura de processos que orientam o pensamento, foram aduzidos os mecanismos cerebrais diversos que participam de cada momento descrito acima. O estudo das lesões cerebrais que promovem distúrbios de pensamento mostra claramente que a destruição de diferentes zonas cerebrais promove diferentes e complexos distúrbios da estrutura do pensamento (Luria, 1981).

Nos estudos mais localizacionistas do pensamento, lesões focais que afetavam essa função sempre descreviam uma desintegração de arranjos abstratos de pensamento como único fator que comprometia o ser humano. Para Luria (1981), produções científicas nessa perspectiva estavam limitadas à descrição de apenas um possível componente do ato intelectual, mas não de todos os tipos de pensamentos e sistemas subjacentes a esta função psicológica. Em 1930, Vigotski já havia colocado este problema em pauta:

A questão é: o que corresponde fisiologicamente no cérebro ao pensamento por conceitos? Para explicar como isso surge no cérebro, basta admitir que ele tem condições e possibilidades de combinar funções, fazer uma nova síntese, novos sistemas, que não devem estar fixados estruturalmente de antemão; penso que toda neurologia contemporânea nos obriga a pressupor isso (Vigotski, 2023, p. 204).

Os estudos neuropsicológicos de Luria atestaram a posição de Vigotski. Demonstraram que distúrbios de comportamento categórico são o resultado e não a causa, como muito se acreditava, de uma série ampla de alterações que acometem a pessoa doente, podendo surgir a partir de lesões não em uma única região, mas em diferentes componentes do cérebro (Luria, 1981). Luria apresenta em suas pesquisas diversos casos de como lesões em diferentes partes do cérebro comprometem a atividade do pensamento. Por exemplo:

Distúrbios de motivos e metas, que podem surgir em lesões cerebrais profundas e também em lesões dos lobos frontais, devem inevitavelmente levar a um tipo de distúrbio dos processos de pensamento diferente do distúrbio dos traços de memória audioverbal de curta duração, associado a lesões da região temporal esquerda, ou daquele vinculado a casos nos quais uma lesão das zonas parieto-occipitais impede a fusão dos elementos individuais de informação em esquemas unificados, simultâneos (Luria, 1981, p. 291).

Vamos relembrar aqui os procedimentos descritos por Luria (1981) no ato do pensamento: capacidade de reter um problema; inibição de respostas impulsivas; investigação

da situação concreta preliminar; formulação de hipóteses; tomada de decisão; uso de operações e códigos; comparação de resultados obtidos com os esperados; avaliação geral da tarefa.

Não existe um centro do pensamento no cérebro que desempenhe todas estas funções ao mesmo tempo, por isso, Luria (1966; 1981) foi preciso ao dizer que o pensamento, o ato intelectual, possui o mais complexo sistema cerebral de organização. Tudo isso também nos mostra que a degradação de diferentes zonas do cérebro não vai acarretar um distúrbio generalizado de pensamento, mas em diferentes distúrbios da estrutura do pensamento (Luria, 1966; 1981).

Luria (1979d, p. 122) classifica as perturbações do processo de pensamento em dois fatores amplos: falha da abstração e generalização e da mudança da própria estrutura dos processos de pensamento (perturbação estrutural); perturbação da orientação do pensamento pela dificuldade de reter a tarefa e inibir as operações prematuras ou inadequadas que resultam na redução do controle (perturbação dinâmica).

Luria (1966; 1981) dedicou boa parte dos seus estudos às lesões cerebrais que ocasionaram dificuldades na construção de conceitos, problemas voltados para o pensamento discursivo, problemas de aritmética e do pensamento construtivo. Os dados obtidos por Luria, e muitos outros neurocientistas, revelaram, em partes, a estrutura dinâmica e sistêmica do pensamento enquanto processo psicológico superior.

Estou claramente ciente de que a análise da organização cerebral da atividade intelectual está apenas em seus primórdios, e de que muitos estudos ainda devem ser feitos antes que tenhamos uma compreensão clara dos mecanismos cerebrais do pensamento. Entretanto, não tenho dúvida de que o método de análise sistêmica que eu sugeri fornecerá um caminho digno de confiança para a solução desse complexo problema (Luria, 1981, p. 299).

A linguagem é o próximo processo funcional.

Eu não me lembro de modo algum do momento que deixei de balbuciar e passei a enunciar palavras. Não lembro de quando aprendi efetivamente a ler e escrever³⁶; só tenho

³⁶ No dia 22 de junho de 2024, dias após a escrita deste capítulo, eu estava no interior aproveitando o São João. Era um show de Alcymar Monteiro, mais ou menos umas 22h34min (fiz a anotação no meu telefone para não esquecer dos detalhes). Estava me divertindo quando olhei para o lado e vi uma moça dançando com o marido. Ela não me reconheceu, mas eu sabia quem era ela. Tinha sido minha professora na segunda série (atual terceiro ano) do Ensino Fundamental I e eu deveria ter uns 7 ou 8 anos na época. Naquele momento, tive uma lembrança muito forte do período escolar, chorei um pouco. Sempre tive muita dificuldade na escrita, aplicava força demais no papel, às vezes rasgava, tudo era completamente ilegível e eu não fazia a ponta do lápis (nem sabia que precisava). Já tinha passado por outras professoras que não tiveram o mesmo cuidado que ela. A imagem na minha cabeça foi nítida: durante uma aula, depois de ver meu caderno e olhar o caos, ela me ensinou a usar um apontador, me disse para não aplicar muita força no papel e prestar mais atenção nas linhas das páginas. Achei importante compartilhar essa lembrança porque se eu desenvolvi melhor essa habilidade, todas as vezes que eu escrevo, as mãos dela, e de outras professoras e professores, estão por detrás da minha. O que para mim, e para os teóricos

pouquíssimas memórias da infância na escola. O que eu posso afirmar é que foi a partir da aquisição deste processo, da linguagem, que pude desenvolver e me apropriar da cultura, me comunicar, expressar meus estados afetivos, nomear e compreender objetos, situações, controlar minha conduta e até mesmo me engajar nessa atividade de pesquisa no mestrado.

Vigotski (2023, p. 186) complementa que “a linguagem é inicialmente um meio de ligação entre a criança e o meio circundante, mas, quando começa a falar consigo mesma, isso pode ser analisado como uma transferência de uma forma coletiva de comportamento para a prática de um comportamento pessoal”.

A linguagem, como vemos em Luria (1987b, p. 22), “é um instrumento decisivo do conhecimento humano, graças ao qual o homem pode superar os limites da experiência sensorial, individualizar as características dos fenômenos, formular generalizações ou categorias”. Assim como notamos na metáfora do filme, a linguagem não é somente um instrumento simples de registro e comunicação, ela enriquece e colore o mundo humano. Para todos os processos que debatemos nesta dissertação, evidenciamos os vínculos diretos com a linguagem, com as palavras e seus significados, na transformação das funções psicológicas.

Luria (1979a; 1979d), Messeder Neto (2015) e Vigotski (2010) nos alertam que a linguagem está intimamente relacionada ao pensamento e aos outros processos funcionais, porém suas origens não coincidem. Como reitera Vigotski (2023), a linguagem não só reorganiza ou complexifica a estrutura dos processos funcionais, como contribui diretamente para que novos elos funcionais sejam (re)formados.

Estudos em neuropsicologia da linguagem, a partir de Salles e Rodrigues (2014, p. 93, grifo nosso), apresentam alguns componentes de representação da linguagem em níveis distintos de processamento vinculados ao ato cognitivo:

- a) **Semântico**: refere-se ao significado das palavras ou ideias veiculadas;
- b) **Fonético**: compreende a natureza física da produção e da percepção dos sons da fala humana;
- c) **Fonológico**: corresponde os sons da fala (fonemas);
- d) **Morfológico**: diz respeito às unidades de significado – palavras ou partes de uma palavra;
- e) **Lexical**: envolve compreensão e produção de palavras. Léxico é o conjunto de palavras em uma dada língua ou no repertório linguístico de uma pessoa;
- f) **Sintático**: refere-se às regras de estrutura das frases, às funções e às relações das palavras em uma oração;
- g) **Pragmático**: compreende o modo como a linguagem é usada e interpretada, considerando as características do falante e do ouvinte, bem como os efeitos de variáveis situacionais e contextuais;
- h) **Prosódico**: integra a habilidade de reconhecer, compreender e produzir significado afetivo ou semântico com base na entonação, na ênfase e em padrões rítmicos da fala.

nos quais me apoio, só mostra o quanto a coletividade tem papel importante para o desenvolvimento humano, não somente a disposição de um cérebro.

Para as autoras, “uma vez que a linguagem envolve todos esses níveis, os modelos de processamento abordam desde o reconhecimento e a produção de palavras até a compreensão e expressão do discurso na modalidade oral e escrita” (Salles; Rodrigues, 2014, p. 93).

De acordo com Vigotski (2023, p. 186), do ponto de vista do desenvolvimento, “a linguagem não é apenas um meio para a compreensão dos outros, mas um meio para a compreensão de si”. A linguagem é, portanto, um processo importante nos processos de socialização e comunicação, e os distúrbios de linguagem, a partir de processos patológicos, interferem significativamente nas habilidades humanas e processos que dela dependem.

Acredito que o debate sobre as raízes sócio-históricas da linguagem, seus aspectos gerais e a discussão sobre as palavras tenham sido contempladas nas seções anteriores e não quero aqui repetir o que já foi apresentado, então, focarei em outros aspectos.

Como nos diz Luria (1979d), os processos de enunciado podem ter caráter de linguagem falada ou linguagem escrita, e, em ambos os casos, os processos diferem tanto em suas peculiaridades psicológicas quanto nos processos de estrutura e formação. Uma vez que também já tratamos do processo de escrita, falta-nos apresentar aspectos mais gerais sobre a **fala**.

De acordo com Luria (1981), a fala apresenta dois aspectos, uma vez que atua como instrumento para a atividade intelectual humana, ao passo que também funciona como mecanismo de regulação e organização dos processos mentais. Podemos definir a fala, nos termos de Luria:

[...] como um meio especial de comunicação que usa a linguagem para a transmissão de informações. Encara a fala como uma forma complexa e especificamente organizada de atividade consciente que envolve a participação do indivíduo que formula a expressão falada e a do indivíduo que a recebe (Luria, 1981, p. 286).

Luria (1981) distingue duas formas de atividade da fala. A fala expressiva, que inicia vinculada com o motivo ou ideia geral da expressão, convertida internamente num esquema de fala e sendo, posteriormente, expressa em fala narrativa. O outro tipo é a fala impressiva, que começa a partir do recebimento externo de um fluxo de informações, seguido da decodificação da informação, da identificação dos seus elementos significativos até decodificar, por fim, a compreensão da sua expressão (Luria, 1981).

A atividade da fala se sustenta nas palavras (unidade básica da linguagem) e na frase (ou sintagma, ou combinação de palavras) como processo componente da expressão narrativa. Para Luria (1981) nós aprendemos culturalmente, do processo desenvolvido historicamente, a utilizar a fala como meio de análise e generalização de informações que vem do mundo externo

e enquanto método de formulação das tomadas de decisão e conclusões. Por essa razão, a fala é tida como um meio de comunicação e mecanismo de atividade intelectual, “um método a ser usado em operações de abstração e de generalização e uma base para o pensamento categórico” (Luria, 1981, p. 270).

A fala possui alguns componentes que viabilizam ao sujeito sua execução. Um dos componentes é o aspecto fásico ou acústico, responsável pela análise acústica do fluxo da fala que transforma sons em fonemas (Luria, 1981). A identificação dos fonemas é essencial para que haja discriminação de palavras e significados. Este processo também inclui a análise de articulemas, já descritos anteriormente, permitindo que o fonema seja pronunciado adequadamente pela pessoa na fala expressiva (Luria, 1981).

O segundo componente é a organização lexical e semântica do ato de falar, o que demanda um certo grau de domínio da linguagem e seus códigos, tornando possível ao ser humano converter imagens ou conceitos nos seus equivalentes verbais.

A formação de uma tal rede de grupos morfológicos (felicidade, maldade ou ansiedade; solidão, devassidão ou ingratitude, e assim por diante) ou semânticos (hospital, escola, delegacia, de acordo com o princípio de “instituições públicas”, ou diretor, enfermeira-chefe, inspetor, de acordo com o princípio da pessoa que dirige o pessoal de um estabelecimento) ilustra apenas exemplos especiais de categorias semânticas altamente complexas em que cada palavra que constitui a unidade generalizada da fala é incluída (Luria, 1981, p. 271).

O outro componente são as frases ou expressões, que podem variar em níveis de complexidade, sendo convertidas em falas narrativas, conexas, e dependem da entonação. Conforme Luria (1981, p. 271) nos diz, com base nos escritos de Vigotski, este é um processo altamente complexo do ser humano na transição do pensamento para a fala, ou também uma codificação de um planejamento em um sistema amplo de frases, “baseado em códigos sintáticos objetivos de linguagem e que incorpora a fala interna, que, com sua estrutura condensada e predicativa, é o elo essencial de qualquer expressão narrativa”.

Mais adiante ele passou a dizer que nem “cinza”, nem “chumbo” podiam transmitir realmente o aspecto de seu mundo. Não era “cinza” o que enxergava, esclarecia, mas qualidades perceptivas para as quais a experiência comum, a linguagem comum, não tinha equivalentes³⁷.

Nem sempre através da fala conseguimos nos expressar. Essa situação se agrava quando não conhecemos o objeto, situações ou conceitos que auxiliem na elaboração de sínteses acuradas do que queremos dizer. Como o sr. Jonathan I. era especialista no estudo das cores, ao perder a visão dessas propriedades, não encontrou palavras ou códigos na paleta de cores da

³⁷ Sacks, 2006, p. 10-11.

Pantone que descrevessem como passou a enxergar seu mundo. Em relato a Oliver Sacks (2006), o pintor disse que a experiência mais próxima que uma pessoa poderia ter, dentro desse mundo estranho dele, seria entrar numa sala completamente cinza, vestida e pintada de cinza ao mesmo tempo. Às vezes, quando não sabemos nos expressar por meio da fala, podemos utilizar outros mecanismos. Para o pintor, esse mecanismo foi a arte, o ofício que desempenhou por mais de 65 anos.

Vejamos, então, que, uma vez destacados aspectos mais gerais da fala, Luria (1981) nos apresenta elementos suficientes para afirmarmos categoricamente que não existe no cérebro um centro da fala. Os estudos de Broca (localização da fala motora nas zonas posteriores do terceiro giro frontal esquerdo) e Wernicke (localização da fala sensorial no terço posterior do giro temporal superior esquerdo), apesar de achados importantes sobre mecanismos fisiológicos, muito pouco foram capazes de descrever diversos tipos de processos patológicos associados à fala por lesões cerebrais.

No caso da fala impressiva, lesões nas regiões temporais superiores do hemisfério esquerdo podem provocar o que se chama de afasia temporal (acústico-agnóstica), interferindo na identificação dos fonemas e na audição verbal especializada. Esse tipo de lesão mantém intacta para a pessoa a intenção de analisar o significado da palavra, alguns atos intelectuais, e, geralmente não compromete processos de decodificação da fala audível, mas torna esse processo árduo, dificulta processos que dependem da formulação da fala e operações intermediárias (Luria, 1981).

Como esse tipo de fala depende de processos de memorização, lesões das zonas médias da região temporal esquerda ou lesões severas do lobo temporal esquerdo podem causar afasia do tipo acústico-mnemônica, fazendo com que o indivíduo entenda palavras isoladas, mas não compreenda frases por esquecer seu início ou fim (Luria, 1981). Nos processos de síntese e elaboração de esquemas lógicos a partir das informações que chegam ao indivíduo, lesões que acometem este processo apresentam efeitos sistêmicos amplos:

Vimos que um papel íntimo neste tipo de processo de decodificação é desempenhado pelas zonas parieto-occipitais (ou têmporo-parieto-occipitais) do hemisfério esquerdo-, uma lesão patológica dessas zonas leva ao desarranjo de esquemas espaciais simultâneos e, ao nível simbólico (fala), ocasiona fenômenos tais como um distúrbio da compreensão de relações lógico-gramaticais (afasia semântica) e graves perturbações da atividade construtiva e de operações aritméticas que não se podem realizar sem estas sínteses simultâneas (quase-espaciais) (Luria, 1981, p. 274).

Como este processo demanda a compreensão da fala narrativa, decodificação e análise dos elementos mais significativos, uma lesão nos lobos frontais, “ainda que não impeça a compreensão de palavras e de frases simples, impedirá completamente o entendimento de

formas complexas de fala narrativa e, em particular, a compreensão do significado oculto de uma” (Luria, 1981, p. 275).

Outros tipos de lesões cerebrais podem provocar afasias que atrapalhem ou fragmentem a fala expressiva. A repetição de sons ou sílabas, que dependem de processos de percepção auditiva, pode ser afetada por lesões no córtex temporal e lesões das zonas secundárias do córtex auditivo esquerdo, provocam defeitos de repetição e confusão de fonemas na atividade de fala (Luria, 1981).

Como a fala depende da articulação adequada dos lábios e músculos da face para produzir os articulemas, lesões das zonas inferiores do córtex pós-central do hemisfério esquerdo podem desintegrar a capacidade de produzir os articulemas adequadamente. Lesões mais graves podem gerar um quadro de afasia motora aferente que destrói a capacidade de reprodução dos articulemas de modo geral. Além disso:

A terceira condição essencial para a fala repetitiva é a capacidade de passar de um articulema para outro ou de uma palavra para outra. Já vimos atrás que as estruturas do córtex pré-motor do hemisfério esquerdo, e, em particular, de suas zonas inferiores, desempenham um papel essencial na garantia da necessária plasticidade dos processos motores para este propósito. É por isto que lesões destas zonas cerebrais levam ao desenvolvimento de inércia patológica na esfera dos movimentos de fala e ao aparecimento de perseveranças articuladoras que impedem a passagem de um articulema para outro e que constituem a base fisiopatológica da afasia motora aferente ou afasia de Broca (Luria, 1981, p. 276).

Ainda no campo da fala expressiva, outras lesões podem levar a quadros de incapacidade de nomear objetos, incapacidade de representá-los por imagens e dificuldades graves de organização fonêmica da fala (Luria, 1981). Luria (1981) ressalta que, em todos os casos, não são apenas processos de fala que estão comprometidos, mas relações visuoespaciais e processos que dependam desse sistema funcional complexo. E, por fim, se a fala expressiva narrativa depende da criação de planos e intenções, codificados em fala interna e posteriormente transformados em forma verbal expressa pelo indivíduo, lesões nos lobos frontais comprometem toda essa cadeia de processos, mantendo para o indivíduo a condição da fala repetitiva e da nomeação de objetos (Luria, 1981).

Essa breve descrição dos mecanismos da fala mostra que esse processo complexo, capaz de vincular o pensamento e a linguagem, de caráter comunicativo, planejador e regulatório traz grandes contribuições para que pensemos a estrutura sistêmica dessa atividade e, de modo geral, do funcionamento do cérebro³⁸.

³⁸ Apesar de discutirmos aqui sobre a fala oralizada, compreendemos que a fala por meio da língua de sinais não é de modo algum menos importante, é uma forma qualitativamente distinta de comunicação e apreensão do mundo,

Ao final deste texto, faltam dois processos psicológicos: Imaginação e Emoções/Sentimentos. Tentei até aqui descrever a estrutura psicológica e mecanismos cerebrais das funções superiores humanas, no intento de compreendê-las integralmente e possibilitar essa mesma experiência para quem lê este trabalho.

Entretanto, Luria (1981) destaca que os referidos processos, incluindo a motivação, estiveram fora dos seus estudos porque ele não deu conta de estudá-los com afinco. É uma limitação deste texto descrever tais processos e seus mecanismos. Deixarei Luria falar um pouco:

É fácil imaginar que a ciência psicológica fará, por meio da utilização dessa abordagem, novos e importantes avanços, que dentro de alguns poucos anos novos e importantes capítulos adicionais, por exemplo sobre a neuropsicologia da vida emocional e da consciência, serão acrescentados, e que um novo ramo, a neurolinguística, será criado. Como resultado disso, só podemos prever que nos próximos cinquenta anos as nossas opiniões sobre a estrutura dos processos mentais diferirão substancialmente daquelas que sustentamos hoje; à neuropsicologia caberá boa parte do mérito dessa revisão e aprofundamento do nosso conhecimento acerca da estrutura interna dos processos mentais (Luria, 1981, p. 303).

Após quase 50 anos de sua morte, muitos dos seus achados ainda permanecem extremamente válidos e respaldados cientificamente.

Mesmo expondo cada função isoladamente, todas elas operam conectadas entre si, e a depender da atividade que o ser humano esteja engajado, uma pode se sobressair sobre as outras. Em união, estes processos compõem a nossa consciência. Não significa dizer também que nosso esforço em evidenciar os mecanismos fisiológicos desses processos signifiquem que estes se sobressaiam sobre a dimensão psicológica e social que moldam as funções.

Leontiev (2021, p. 142) reafirma nossa posição, uma vez que “[...] a análise sistêmica da atividade humana é necessariamente também uma análise por níveis. É justamente tal análise que permite superar a contraposição entre fisiológico, psicológico e social, assim como a redução de um a outro”.

O propósito das obras lurianas analisadas foi dar fundamentos para a estrutura interna dos processos psicológicos sob a ótica da Neuropsicologia (Luria, 1966; 1981). Essa é uma abordagem de uma questão mais ampla, o desenvolvimento da consciência humana e das atividades realizadas pelo ser humano.

cuja riqueza é inestimável para formação do psiquismo. Sendo assim, é um campo que ainda requer mais estudos, considerando que a maioria dos textos no campo da neuropsicologia tratam da linguagem voltada para a fala oralizada. Enquanto sugestão de leitura, indico: SACKS, Oliver. **Vendo vozes**: Uma viagem ao mundo dos surdos. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

O destaque dado às lesões não tem importância apenas clínica, uma vez que processos patológicos elucidaram, ao longo da história, a complexa organização do cérebro humano. Ela revela, ao mesmo tempo, “o substrato neurológico ao qual se vincula uma atividade particular” e “as estruturas gerais que existem em processos psicológicos diferentes” (Luria, 1981, p. 303).

Concluo esta seção na expectativa de que os elementos artísticos incorporados tenham tornado o conteúdo mais palatável para quem lê.

Fez força para ficar de olhos abertos conforme desciam, deslizando, e de repente avistou luzes – que agora reconhecia. Sabia que estavam brilhando através de janelas de salas, que eram as luzes vermelhas, azuis e amarelas que cintilavam em árvores, em lugares onde famílias criavam e conservavam lembranças, onde celebravam o amor. Para baixo, para baixo, depressa, mais depressa. E, num lampejo, teve certeza, cheio de alegria, que lá embaixo, lá adiante, esperavam por ele; e que esperavam também pela criança. Pela primeira vez escutou algo que sabia ser música. Ouviu pessoas cantando. Atrás dele, cruzando vastas distâncias de espaço e tempo, vindo do lugar de onde ele saíra, Jonas pensou escutar música também.³⁹

³⁹ Lowry, 2014, p. 138.

CAPÍTULO 2 - AS RELAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS: O CAMINHO METODOLÓGICO TRILHADO E ANÁLISE DOS DADOS

Relembrando a nossa questão de pesquisa: **O que as pesquisas do Ensino de Ciências compreendem por Neurociências e de que modo mobilizam conhecimentos ditos neurocientíficos para planejar e executar atividades pedagógicas?**

Os nossos estudos preliminares sobre a Neuropsicologia desenvolvida na União Soviética evidenciaram, ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, a necessidade de olhar para os conhecimentos deste campo a partir de um referencial teórico e filosófico: o Materialismo Histórico-Dialético. Sem uma compreensão de mundo, sociedade, relações sociais e culturais, o entendimento da Neurociência e de suas raízes no EC estariam limitados ao campo do naturalismo, de uma visão biologizante.

De tal modo, envidei esforços para apresentar a quem lê esta dissertação um panorama geral do referencial teórico que atua como a minha lente nesta pesquisa. Desse modo, espero poder contribuir para essa ampla área de estudo, assim como também espero que docentes que partem de outros referenciais teóricos possam se aproximar do referencial aqui exposto, inclusive questionando-o, promovendo debates etc.

Portanto, ao explicitar meu referencial do ponto de vista das elaborações de Alexander R. Luria, no contexto da União Soviética, na Neuropsicologia marxista, sinto que podemos finalmente dar mais um passo nesta pesquisa. Assim sendo, nossa segunda tarefa nesta dissertação é explicitar a metodologia da pesquisa, como procedemos com a coleta e análise dos trabalhos no campo do EC relacionados à Neurociência.

Tal qual Luria, também buscamos elaborar esta dissertação sob os pressupostos do Materialismo Histórico-Dialético, compreendendo que se faz imperioso superar a expressão aparente do fenômeno estudado, visando entender as inter-relações do objeto na realidade, suas determinações, a sua essência (Kosik, 2002; Pasqualini; Martins, 2015).

Nesta pesquisa qualitativa, buscamos, então, compreender as relações entre Neurociência e EC a partir das produções disponíveis no campo, considerando que esses trabalhos condensam relações que podem nos fornecer mais elementos da realidade. Triviños (1987, p. 125) afirma que, a partir do método dialético na pesquisa qualitativa, torna-se possível “assinalar as causas e as consequências dos problemas, suas contradições, suas relações, suas qualidades, suas dimensões quantitativas, se existem, e realizar através da ação um processo de transformação da realidade que interessa”. Buscamos nesses trabalhos um estudo mais

aprofundado sobre o assunto, visando, de modo sistemático, tecer reflexões e sínteses a partir de uma revisão sistemática de literatura (Tozoni-Reis, 2009).

Assim, procedemos com uma revisão bibliográfica, considerando que buscamos na literatura já estabelecida – em livros, teses, artigos e dissertações – para a produção de conhecimentos e possíveis novos dados. De acordo com Sampaio e Mancini (2007, p. 84):

Uma revisão sistemática, assim como outros tipos de estudo de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada.

De acordo com Severino (2014, p. 106), “utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos”. Entendemos a etapa de coleta dos dados enquanto um agrupamento sistemático das pesquisas a serem interpretadas, a partir das fontes disponíveis; no nosso caso, as plataformas digitais com respaldo da comunidade científica. Sobre essa etapa, conforme Tozoni-Reis (2009, p. 67) aponta:

Na pesquisa qualitativa, embora não estejam presentes os instrumentos estatísticos, a busca pela qualidade não é diferente: a coleta de dados merece atenção especial para que posteriormente sejam analisados e interpretados revelando novos conhecimentos sobre os fenômenos estudados – no nosso caso, o fenômeno educativo.

Antes de procedermos com a busca, estabelecemos um recorte temporal. No processo de estudo da pesquisa, em meados de 2022, me deparei com duas obras, um livro e um texto, que me deram possibilidades melhores de definir esse critério. Em novembro de 2010, a pesquisadora Dra. Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho publicou um artigo que acumula mais de 160 citações (Google Acadêmico), intitulado “Neurociência e Educação: Uma articulação necessária na formação docente”. Este trabalho foi citado em diversos textos da minha revisão preliminar, o que me despertou um sinal.

O livro ao qual me refiro foi lançado em 2011, intitulado *Neurociência e Educação*, com autoria da Dra. Leonor Batista Guerra e do Dr. Ramon Batista Cosenza. A pesquisadora e o pesquisador, desde o início dos anos 2000, trabalharam com oficinas, cursos e projetos de divulgação científica e formação para educadores com conhecimento da Neurociência. A professora mencionada criou também um projeto chamado NeuroEduca para ampliar a qualificação de profissionais da educação, com o intuito de “contribuir para mudanças práticas do dia a dia dos professores e para a melhoria do desempenho e evolução dos alunos” (Cosenza;

Guerra, 2011, p. VII). Este livro foi a continuação desse projeto e conta atualmente com mais de 900 citações (Google Acadêmico), incluindo trabalhos de Ensino de Ciências. A professora Dra. Leonor ainda publicou, ao longo dos anos, textos e artigos sobre as relações entre Neurociências e Educação, amplamente citados.

Assim, optei por fazer um recorte temporal entre os anos de 2012 até 2022, após a publicação desses trabalhos que tiveram um impacto considerável no campo. Além dessas publicações, em 2011, foi lançada a obra *Neurociências e desenvolvimento cognitivo*, em quatro volumes organizados por Heber Maia. Foi um momento de muitas produções no campo!

Tomando essas produções como ponto de partida, e os incômodos apresentados, decidimos estudar e compreender como os vínculos entre a área de Neurociências e EC foram se constituindo ao longo dos anos, quais concepções atravessam essas pesquisas, e analisar os vínculos com o contexto educacional brasileiro.

Para procedermos com a pesquisa, fizemos nossa coleta de dados na plataforma de busca da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (CTDC) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Além disso, buscamos trabalhos em periódicos dentro dos campos da Educação e do Ensino com Qualis A1, A2, A3, A4, B1 e B2, com base na classificação de periódicos do quadriênio de 2017-2020.

Todo este processo foi realizado entre os meses de janeiro e junho de 2023, revisados entre os meses de março e junho de 2024. Como o volume de dados coletados, a princípio, foi muito grande (cerca de 90 trabalhos), optamos por não incluir resumos e trabalhos completos publicados em eventos científicos nacionais na área de Ensino de Ciências, de mesmo modo para as áreas de Ensino de Química, Ensino de Física e Ensino de Biologia.

Estabelecido o nosso recorte temporal (2012-2022), limitamos nossa busca às bases de dados e periódicos nacionais, uma vez que nos interessa um panorama do contexto educacional brasileiro, delimitando ainda mais o volume de material a ser analisado. Além disso, também desconsiderando trabalhos no campo da Matemática, concordando com Massi *et al.* (2019, p. 226) que “a Educação Matemática teria objetos e discussões próprias”.

Os termos que utilizamos foram: “Neurociência”, “Neurociências”, “Neuropsicologia”, “Ensino”, “Ensino de Ciências”, “Ensino em Ciências”, “Aprendizagem”, “Aprendizagem de Ciências”, “Aprendizagem em Ciências”. Fizemos todas as combinações possíveis dos termos, nas diferentes plataformas de busca, utilizando os operadores booleanos “AND”, “OR” e “NOT” em alguns casos. Apresentarei como combinamos os termos nas diferentes plataformas de busca.

Para focalizar a seleção dos trabalhos, estabelecemos os seguintes critérios de inclusão: 1) Pesquisas teóricas que buscaram tecer possíveis contribuições da Neurociência para o Ensino de Ciências; 2) Pesquisas sobre as contribuições da Neurociência para a formação docente no Ensino de Ciências; 3) Proposições para ensino de conceitos científicos e elaboração de aulas ou materiais didáticos com base em pressupostos da Neurociência, dentro do campo do Ensino de Ciências; 4) Trabalhos que discutissem a aprendizagem de conceitos científicos a partir dos pressupostos da Neurociência no campo do Ensino de Ciências.

Por questões de limitação da pesquisa, foram excluídos trabalhos voltados para a área da Educação Inclusiva com uso de tecnologias assistivas e desenvolvimento *softwares*, assim como propostas de criação de validação de materiais didáticos nessa área.

Assim, relatamos abaixo como foi feita a coleta dos dados para as diferentes plataformas.

a) BDTD e CTDC

Para as bases BDTD e CTDC, utilizamos os termos combinados conforme a Tabela 1 abaixo. Em ambas as plataformas, verifiquei que as buscas não variavam se eu utilizasse os termos “Neurociência” ou “Neurociências”, assim como a acentuação dos termos não interferiu nas buscas. Os dados sinalizados em asterisco indicam que na plataforma BDTD não fez diferença usar os termos juntos, por exemplo, “Neurociências” + “Ensino de Ciências/em Ciências” ou a combinação “Neurociências” + “Ensino” + “Ciências”, os resultados foram exatamente os mesmos. Na plataforma CTDC, houve uma diferença significativa ao utilizar os termos juntos e separados. Por essa razão, as únicas séries de dados que não analisamos foram as destacadas em vermelho, uma vez que seria repetir o que já havia sido verificado.

Tabela 1 – Dados iniciais obtidos nas plataformas BDTD e CTDC

COMBINAÇÃO DOS TERMOS	BDTD	CTDC
“Neurociências” AND “Ensino de Ciências/em Ciências”	203	83
“Neurociências” AND “Aprendizagem de Ciências/em Ciências”	242	19
“Neurociências” AND “Ensino” AND “Ciências”	203*	248
“Neurociências” AND “Aprendizagem” AND “Ciências”	242*	285
“Neuropsicologia” AND “Ensino de Ciências/em Ciências”	104	3
“Neuropsicologia” AND “Aprendizagem de Ciências/Em Ciências”	133	0
“Neuropsicologia” AND “Ensino” AND “Ciências”	104*	50
“Neuropsicologia” AND “Aprendizagem” AND “Ciências”	133*	107

Fonte: Elaboração própria (2024).

A partir da leitura dos títulos e, em alguns casos, dos títulos e resumos, obtivemos a partir dos critérios de inclusão da pesquisa 9 dissertações e 1 tese na plataforma BDTD. Na plataforma CTDC, foram 13 dissertações. Com base na leitura dos títulos e resumos, excluimos textos fora dos critérios de inclusão: publicações internacionais, do Ensino da Matemática, Ensino de Neurociências, Neurobiologia, Neuropatologia, Fisiologia e Neuroquímica, que apenas mencionassem o termo Neurociência.

Comparando os dados obtidos em ambas as plataformas, excluimos aqueles que se repetiam (o que está sinalizado no Apêndice A) totalizando ao final 15 trabalhos (14 dissertações e 1 tese). Salientamos que este resultado deveria ser 18 trabalhos, porém tivemos que excluir duas dissertações e uma tese.⁴⁰ Nenhum desses trabalhos possui autorização de divulgação e não estão disponíveis para acesso nos repositórios das instituições de origem, apenas com acesso ao resumo, título, autoria, ano de publicação etc.

b) *Periódicos nacionais (Quadriênio 2017-2020)*

Para as revistas de **Educação**, obtivemos: 501 periódicos classificados no Qualis A1; 528 periódicos classificados no Qualis A2; 525 periódicos classificados no Qualis A3; 585 periódicos classificados no Qualis A4; 778 periódicos classificados no Qualis B1; 593 periódicos classificados no Qualis B2.

Para as revistas de **Ensino**, obtivemos: 564 periódicos classificados no Qualis A1; 502 periódicos classificados no Qualis A2; 513 periódicos classificados no Qualis A3; 514 periódicos classificados no Qualis A4; 613 periódicos classificados no Qualis B1; 462 periódicos classificados no Qualis B2.

O processo que vou descrever aqui, em princípio, ocorreu de modo separado para as revistas de Educação e as revistas de Ensino. A primeira etapa consistiu na exclusão dos periódicos internacionais e revistas duplicadas, a partir da verificação do ISSN. Na segunda etapa do processo, analisando os títulos das revistas, excluimos periódicos de outras áreas do conhecimento (Engenharias, Ciências Sociais, Arquitetura, História, Geografia, Artes etc.), e nos casos em que somente o título não era o suficiente, acessamos o periódico e verificamos se

⁴⁰ Para conferir dados da dissertação 1 que ficou fora da pesquisa, acesse: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=11361124. Para conferir dados da dissertação 2 que ficou de fora da pesquisa, acesse: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5039329. Para conferir dados da tese que ficou de fora da pesquisa, acesse: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6320811.

era adequado ou não para nossa pesquisa, e, nessa etapa, mantivemos revistas da área de Medicina e Psicologia, considerando o nosso tema.

Após a análise dos periódicos restantes, seguimos na exclusão daqueles que não serviriam ao nosso trabalho. Ao final, obtivemos um número expressivo de periódicos.

Tabela 2 – Seleção de periódicos em Educação e Ensino para coleta de dados

	EDUCAÇÃO	ENSINO
QUALIS A1	62	50
QUALIS A2	100	82
QUALIS A3	95	115
QUALIS A4	98	120
QUALIS B1	166	123
QUALIS B2	65	46

Fonte: Elaboração própria (2024).

Ao cruzarmos os dados das revistas de Educação e das revistas de Ensino selecionadas e apagando as repetições, obtivemos para a busca: 38 periódicos nacionais classificados como Qualis A1; 62 periódicos classificados como Qualis A2; 48 periódicos classificados como Qualis A3; 76 periódicos classificados como Qualis A4; 134 periódicos classificados como Qualis B1; 72 periódicos de Qualis B2. Procedemos com a coleta em cada um dos periódicos, utilizando os mesmos termos mencionados anteriormente, de modo individual e combinados, variando os termos no singular e plural, com e sem acentuação, de modo similar à Tabela 3 presente no item ‘c’ exposto abaixo.

Encontramos, em princípio: 2 artigos em periódicos Qualis A1, 5 artigos em periódicos Qualis A2, 1 artigo em periódicos Qualis B1, 2 artigos em periódicos Qualis A3, 2 artigos em periódicos Qualis A4 e nenhum artigo em periódicos Qualis B2.

Excluimos os dois artigos no periódico Qualis A1, considerando que os trabalhos são publicações derivadas de dissertações já selecionadas para análise. Os artigos em questão são: “Neurociência e Educação: Estratégias Multissensoriais para a Aprendizagem de Geometria Molecular”, de 2021, dos autores Kleyfton Soares da Silva e Laerte Silva da Fonseca; e “Discutindo Avaliação para estudantes do Ensino Fundamental no Ensino de Ciências: Uma estratégia didático-avaliativa baseada em múltiplas representações e neurociência”, de 2021, dos autores Mário Sérgio Nunes Bica e Rafael Roehrs. Excluimos também um artigo no periódico Qualis A4 pelo mesmo motivo: “Contribuições da neurociência para a construção do

jogo de separação de misturas”, com autoria de Dayenne Godoy Pelluci Maciel, Juliana Carvalho Tavares e Santer Alvares de Matos, de 2022.

Ao final dessa etapa, 9 artigos foram selecionados.

c) *Plataforma de busca da CAPES*

Para averiguar se a análise que fizemos das revistas foi adequada, utilizamos o buscador da plataforma CAPES. Acessamos a plataforma pelo acesso na Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), a partir do meu vínculo institucional com a Universidade Federal da Bahia. Esse acesso permite acessar tanto os materiais gratuitos do acervo da CAPES quanto os conteúdos assinados com editoras científicas internacionais. Aplicamos o filtro de busca avançado para combinar os termos com a opção “qualquer campo” (título/autor/assunto/editor) combinada ao buscador “é (exato)” e os termos de busca. Utilizamos os critérios da plataforma para selecionar apenas pesquisas nacionais compreendidas no período de 2012-2022. Neste caso, os resultados variavam muito se os termos estavam ou não no plural.

Tabela 3 – Termos utilizados na plataforma de busca da CAPES

COMBINAÇÃO DOS TERMOS	RESULTADOS
"neurociencias" AND "aprendizagem de ciencias"	0
"neurociencia" AND "aprendizagem de ciencias"	2
"neurociencias" AND "aprendizagem em ciencias"	4
"neurociencia" AND "aprendizagem em ciencias"	10
"neurociencia" AND "aprendizagem AND "ciencias"	188
"neurociencias" AND "aprendizagem AND "ciencias"	90
"neurociencias" AND "ensino de ciencias"	7
"neurociencia" AND "ensino de ciencias"	13
"neurociencias" AND "ensino em ciencias"	0
"neurociencia" AND "ensino em ciencias"	0
"neurociencia" AND "ensino" AND "ciencias"	150
"neurociencias" AND "ensino" AND "ciencias"	90
"neuropsicologia" AND "aprendizagem de ciencias"	0
"neuropsicologia" AND "aprendizagem em ciencias"	0
"neuropsicologia" AND "aprendizagem" AND "ciencias"	25
"neuropsicologia" AND "ensino de ciencias"	1
"neuropsicologia" AND "ensino em ciencias"	0
"neuropsicologia" AND "ensino" AND "ciências"	16

Fonte: Elaboração própria (2024).

Ao total, avaliamos 596 resultados, entre os quais apareceram artigos já previamente selecionados nos periódicos e mais 2 artigos de revista Qualis A1, 1 artigo de revista Qualis A3, 1 artigo de revista Qualis A4 e 1 artigo de revista Qualis B1 que não apareceram na busca individual por periódicos. Estes trabalhos estão sinalizados no Apêndice B, com um asterisco nos descritores. Totalizando, após verificação, 14 artigos.

Desse volume de dados, também achamos outros trabalhos que se enquadraram nos nossos critérios de inclusão, porém faziam parte de revistas com Qualis B3, B4 e C, para o quadriênio 2017-2020, assim, não incluímos na pesquisa dada a limitação previamente estabelecida para a análise de periódicos.

Mesmo com um grande volume de trabalhos nas plataformas CTDC, BDTD e na plataforma de busca da CAPES, conseguimos proceder com o processo de exclusão, uma vez que muitos desses trabalhos que apareceram estavam situados nas áreas que não possuem vínculos com a minha pesquisa.

Destaco algumas dessas áreas: Ensino de Neurociências; Neurociências e Fisiologia; Neurociência e Bioquímica; Neurociências e Educação; Neurociências e Pedagogia; Neurociências e Ensino; Neurociências e Formação de Professores; Neurociência e Ensino de Matemática; Neurociência e Divulgação Científica; Neurociência e Criação de Tecnologias Assistivas; Neurociência e Educação Inclusiva; Neurociência e Ensino de Saúde; Neurociência e Uso de Entorpecentes; Neuropsicologia e Práticas de Reabilitação; Neuropsicologia e Comportamento Humano; Neuropsicologia e Análises Clínicas etc.

d) *Dados coletados e processo de análise.*

Ao final do processo, temos **29 trabalhos** para análise. Mais detalhes sobre os trabalhos estão nos Apêndices A e B.

Dissertações: (Maiato, 2013); (Teixeira, 2015); (Santiago Júnior, 2016); (Navegante, 2016); (Galvão, 2017); (Oliveira, 2018); (Thomaz, 2018); (Silva, 2018b); (Santos, 2018); (Bica, 2019); (Vieira, 2019); (Maciel, 2020); (Cavalcante, 2021); (Menezes, 2022a);

Tese: (Mourão, 2015).

Artigos: (Zômpero; Gonçalves; Laburú, 2017); (Brockington, 2021); (Santos *et al.*, 2016); (Costa; Souza, 2021); (Coelho; Malheiro, 2021); (Amaral; Galvão; Farias, 2022); (Freitas; Sousa, 2022); (Bedin; Del Pino, 2016); (Oliveira C.; Oliveira A., 2019); (Rodrigues; Franco; Mello, 2021); (Vizzotto, 2019); (Menezes; 2022b); (Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018); (Damasceno Júnior; Romeu, 2021).

Portanto, concordamos com Tozoni-Reis (2009, p. 26) que “não é possível captar os significados mais profundos das ideias expressas nos textos acadêmicos e científicos com um procedimento de leitura que não seja sistematizado”.

De acordo com Gil (2002, p. 77), toda pesquisa bibliográfica apresenta, na etapa de leitura, três objetivos básicos: i) identificar as informações e os dados constantes do material; ii) estabelecer relações entre as informações e os dados obtidos com o problema proposto; iii) analisar a consistência das informações e dados apresentados pelos autores. Portanto, procedemos com a leitura dos trabalhos com base nos critérios e diretrizes para leitura de textos filosóficos e científicos propostos por Severino (2014): as análises textuais, temáticas, interpretativas e a síntese como resultado das leituras, sem perder de vista o Materialismo Histórico-Dialético e as produções de Luria enquanto fios condutores da pesquisa.

No princípio do processo de análise textual dos trabalhos coletados, buscamos compreender de forma ampla como as pesquisas compreendiam o termo Neurociências, a partir de quais referenciais teóricos estavam se embasando e quais as justificativas que foram dadas para o vínculo da área com o Ensino de Ciências.

Na etapa da análise temática, entendendo o núcleo geral de cada uma das pesquisas, visamos entender o que estava sendo proposto como objeto de investigação e quais as implicações para o Ensino de Ciências. Para Severino (2014), essa etapa consiste na identificação do tema geral do texto, de quais problemas do campo estão apontados e as possíveis soluções propostas. Nossa pesquisa teve um enfoque no conteúdo dos trabalhos analisados, não havendo separação entre artigos, dissertações e tese nos eixos de análise expressos nas seções seguintes.

Notamos nas pesquisas algumas críticas às formas de ensino que vêm sendo utilizadas no campo do Ensino de Ciências e à formação de professores, tendo como possíveis resoluções baseadas em Neurociências: a aplicação de sequências didáticas, construção de materiais didáticos de apoio e modelos práticos para sala de aula, a utilização de teorias pedagógicas e metodologias embasadas nas Neurociências, a proposta para criação de disciplinas para formação inicial e cursos de formação continuada de docentes etc.

Procedemos com a nossa análise dos textos a partir dos fundamentos elaborados por Luria, tendo como referências os conceitos enunciados no Capítulo 1, a partir da Psicologia Histórico-Cultural e Neuropsicologia.

Assim, pudemos encontrar algumas regularidades que contribuíram para o objetivo desta pesquisa e elaboramos dois eixos de análise, sendo o primeiro voltado para compreender as implicações da relação entre Neurociências e Ensino de Ciências para a formação e atuação

docente. O segundo eixo de análise está voltado para a compreensão e discussão sobre metodologias no Ensino de Ciências a partir do viés das Neurociências. A exposição dos nossos resultados será feita nas seções seguintes deste capítulo.

2.1 NEM TODO NEURO É CIENTÍFICO: O CÉREBRO SEM SUJEITO E A CULPABILIZAÇÃO DOCENTE

Na introdução dessa pesquisa, mencionamos os textos de Stern (2005) e Guerra (2011) para enfatizar que os conhecimentos produzidos no âmbito das Neurociências não podem se sobrepor aos conhecimentos da Educação, ao trabalho pedagógico e às pesquisas desse último campo (ou vice-versa). Stern (2005, p. 745, tradução nossa) afirma que propostas educacionais que tratam dessa relação de modo aligeirado, como a *brain-based learning* (aprendizagem baseada no cérebro), têm perdido de vista a “ausência de evidências empíricas diretas que vinculem processos neurológicos e de aprendizagem”.

Acreditamos que “saber como o cérebro aprende não é suficiente para a realização da “mágica do ensinar e aprender”, assim como o conhecimento dos princípios biológicos básicos, não é suficiente para que o médico exerça uma boa medicina” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 143). Como as autoras reforçam, o processo educativo depende de outras determinações de caráter social e cultural, como políticas públicas, relações sociais na escola e fora dela, planejamento pedagógico etc. (Stern, 2005; Guerra, 2011; Cosenza; Guerra, 2011). Tanto nos textos de Luria (1979a; 1981) quanto nas discussões das autoras, há uma concordância de que a aprendizagem é um processo social, histórico e cultural, cuja base orgânica (o cérebro) faz parte e não pode ser negligenciada, mas que não se sobrepõe aos outros elementos.

Isso não significa dizer, nos termos das autoras mencionadas, que não possam existir possíveis contribuições ou aproximações das Neurociências para a Educação (Stern, 2005; Guerra, 2011; Cosenza; Guerra, 2011). Cosenza e Guerra (2011) discorrem ser possível que os conhecimentos das Neurociências possam servir como um dos fundamentos para procedimentos que já são realizados em sala, assim como a sugestão de ideias para intervenções, sempre com cautela nas relações que são construídas entre os saberes dessas áreas.

Ademais, Cosenza e Guerra (2011) afirmam que o conhecimento sobre a organização do cérebro e as funções (como atenção, memória, linguagem, emoção, motivação etc.) podem, de algum modo, tornar o trabalho de educadores mais significativo. Destacam logo em seguida que “é possível relacionar algumas explicações neurobiológicas com os assuntos pedagógicos, desde que evidências empíricas apontem nessa direção” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 143).

Quando pensamos no Ensino de Ciências, a partir dessas declarações mais gerais sobre as Neurociências apresentadas acima, algumas perguntas surgem: Quais são as evidências neurocientíficas que possibilitam tais vínculos? Quais as possíveis contribuições dos achados das Neurociências em interlocução com o Ensino de Ciências? Quais práticas educativas já estabelecidas no campo podem ser enriquecidas com os subsídios neurocientíficos? Como os conhecimentos sobre os mecanismos cerebrais que subjazem o processo de aprendizagem podem auxiliar na prática docente? O que pode nos ajudar a lidar com as dificuldades de aprendizagem?

É sob esse mar de possibilidades e questionamentos que muitas pesquisas do Ensino de Ciências se propuseram investigar e trabalhar nessa interface com as Neurociências, a fim de lidar com problemas que historicamente têm se materializado na sala de aula.

Em algumas das pesquisas coletadas, tem-se: a dificuldade de estudantes na aprendizagem de conceitos científicos e de docentes em mobilizá-los nas aulas (Bica, 2019; Santos *et al.*, 2016; Costa; Souza, 2021; Lopes; Souza, 2018); dificuldades na compreensão da linguagem química e de suas variadas representações (Teixeira, 2015; Silva, 2018b; Maciel, 2020; Cavalcante, 2021; Menezes, 2022a) e a falta de motivação e participação de estudantes nas tarefas propostas (Vizzotto, 2019; Maciel 2020; Damasceno Júnior; Romeu, 2021).

Ainda que os problemas educacionais discutidos acima sejam integralmente legítimos e careçam de resoluções, não pode haver uma “ânsia de buscar resultados da Neurociência para serem transformados diretamente em práticas pedagógicas” (Brockington, 2021, p. 3). Trabalhos como Bedin e Del Pino (2016), Galvão (2017), Bica, Mello-Carpes e Roehrs (2018), Santos (2018), Vizzotto (2019), Brockington (2021) e Costa e Souza (2021), ao passo que evidenciam possíveis contribuições das Neurociências para o Ensino de Ciências, ponderam que é necessário um cuidado para que elos e proposições não se tornem somente conjecturas sem base factual.

Como Bedin e Del Pino (2016) e Brockington (2021) destacam, as Neurociências não podem se tornar a panaceia da Educação e do Ensino de Ciências, sob o risco não somente de fazer um mau uso de seus conceitos, mas também de reproduzir ideias errôneas que sequer são consideradas neurocientíficas (os neuromitos).

Há, nos EUA e em parte da Europa o crescimento de uma indústria de programas educacionais chamados de “brain-based”, que se utilizam destas especulações para vender seus produtos, que vão desde ginástica para o cérebro, passando por pílulas de Ômega 3 e chegando à prescrição de músicas de Mozart para deixar os bebês mais inteligentes. No Brasil, ainda que em menor escala, esse fenômeno também está acontecendo, com a venda de livros, cursos online e até formação para rede pública,

vendendo uma série de inverdades e ilusões, bastando para isso apenas o acréscimo do prefixo neuro como garantia de qualidade (Brockington, 2021, p. 2).

Cabe destacar que somente este reconhecimento não implica necessariamente uma mobilização adequada dos conhecimentos elaborados na área das Neurociências. Por essa razão, veremos ao longo desta seção alguns aspectos que sinalizam as potências e os limites dos trabalhos aqui analisados.

Considerando que as Neurociências têm se dedicado ao estudo do comportamento e da base biológica que subjaz a aprendizagem, notamos nas pesquisas uma opinião comum de que este aspecto representa um dos elos com a Educação, tomando esta relação como ponto de partida (Maiato, 2013; Mourão, 2015; Teixeira, 2015; Santiago Júnior, 2016; Navegante, 2016; Galvão, 2017; Oliveira, 2018; Thomaz, 2018; Santos, 2018; Bica, 2019; Vieira, 2019; Maciel, 2020; Cavalcante, 2021; Menezes, 2022a; Zômpero; Gonçalves; Laburú, 2017; Brockington, 2021; Santos *et al.*, 2016; Costa; Souza, 2021; Coelho; Malheiro, 2021; Amaral; Galvão; Farias, 2022; Freitas; Sousa, 2022; Oliveira C.; Oliveira A., 2019; Vizzotto, 2019; Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018); Damasceno Júnior; Romeu, 2021). Note que:

[...] as Neurociências podem contribuir para o âmbito educacional, uma vez que pesquisas nessa área já apresentam resultados consideráveis para a sala de aula, destacando que: a emoção reforça os caminhos neurais; o sono auxilia na aprendizagem; a neuroplasticidade favorece a aprendizagem; a organização do ambiente educacional favorece as interações (Costa; Souza, 2021, p. 4).

Sob a perspectiva neurocientífica, pode-se dizer que o processo de aprender está relacionado às bases químicas e físicas na função neural. Por conseguinte, essa composição Química e Física funciona em uma estrutura, de maneira que ela possa receber, transmitir e decodificar informações, ou seja, a neurociência tem uma contribuição importante, pois amplia a compreensão do funcionamento do cérebro (Vizzotto, 2019, p. 151).

Existem estudos na área da Neurociência que estão ligados ao processo de aprendizagem, essas descobertas são sem dúvida uma revolução para o meio educacional. A Neurociência da aprendizagem, em termos gerais, está atrelada ao estudo de como o cérebro aprende. Esse campo de conhecimento, na contemporaneidade, vem se destacando nas áreas de pesquisas multidisciplinares. No meio educacional, estuda as funções mentais, ou seja, o funcionamento do cérebro humano, contribuindo de forma significativa para o processo de aprendizagem (Santiago Junior, 2016, p. 27).

Quando se discute o processo de ensino e aprendizagem e suas perspectivas para o Ensino de Ciências, bem como, outros fatores relacionados a educação, podemos ampliar tais reflexões para diversos horizontes. Nesse sentido, estudos recentes, relacionados a Neurociência tem contribuído significativamente para esse campo, tanto no intuito de possibilitar uma maior compreensão sobre os mecanismos biológicos do ato de aprender, quanto oportunizar o desenvolvimento de atividades pedagógicas que agem diretamente em tais mecanismos (Oliveira, 2018, p. 15).

Em algumas das pesquisas analisadas, o trato desse vínculo é adjetivado com o termo “Neuroeducação”, área que floresce desse intercâmbio de conhecimentos, ainda que não seja

um consenso entre todos os trabalhos aqui analisados (Santiago Júnior, 2016; Navegante, 2016; Galvão, 2017; Oliveira, 2018; Santos, 2018; Maciel, 2020; Cavalcante, 2021; Coelho; Malheiro, 2021; Amaral; Galvão; Farias, 2022; Santos; Freitas; Sousa, 2022; Oliveira C.; Oliveira A., 2019). Nos trabalhos que expõem este termo, vemos as seguintes considerações:

[...] a Neuroeducação vem se consolidando como uma nova área do conhecimento que utiliza os saberes da Neurociência, da Psicologia e da Ciência da Educação como um caminho para que educadores e cientistas cognitivos tenham oportunidade de compreender como o ser humano desenvolve e manifesta sua aprendizagem em situações cotidianas que envolvem a sala de aula (Coelho; Malheiro, 2021, p. 2).

O conhecimento produzido a partir da década do cérebro influenciou outras disciplinas, por exemplo, a área de educação, esclarecendo as bases neurobiológicas da aprendizagem e da memória. A importância e a influência da neurociência nos últimos vinte anos promoveram a sua integração com a educação, o que resultou na criação de uma nova disciplina: a Neuroeducação. Com foco na interface Mente, Cérebro e Educação, a neuroeducação ou neurociência educacional estuda as possíveis aplicações do conhecimento neurocientífico no meio educacional, além de estabelecer “quem está habilitado a fazer tal aplicação” (Freitas; Sousa, 2022, p. 2).

A neuroeducação, portanto, seria uma ponte entre o laboratório e a sala de aula. Com a presença desses profissionais, alguns problemas apontados pelos autores contrários a esse movimento de interlocução seriam minimizados. As informações dos avanços das descobertas científicas passariam então pelo crivo de profissionais que também estão a par da vivência escolar, dessa forma a propagação de equívocos pode ser reduzida (Galvão, 2017, p. 58).

Sob tais considerações, as pesquisas vão estabelecendo costuras com os problemas do Ensino de Ciências, realizando algumas inferências e proposições. O primeiro ponto que achamos importante destacar é como estes princípios gerais são correlacionados à formação e prática docente para o Ensino de Ciências (Maiato, 2013; Mourão, 2015; Teixeira, 2015; Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Thomaz, 2018; Silva, 2018b; Santos, 2018; Vieira, 2019; Cavalcante, 2021; Santos *et al.*, 2016; Costa; Souza, 2021; Coelho; Malheiro, 2021; Amaral; Galvão; Farias, 2022; Freitas; Sousa, 2022; Oliveira C.; Oliveira A., 2019; Rodrigues; Franco; Mello, 2021; Vizzotto, 2019; Menezes, 2022b; Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018). E aqui o professor tem que “vir a ser”, “saber” e “fazer” muita coisa.

Desde a “década do cérebro”, nos anos 1990 e início dos anos 2000, muitas descobertas do cérebro foram feitas e divulgadas, gerando muita expectativa sobre as suas potencialidades para o espaço escolar e um “boom” de pesquisas começou a emergir nessa busca. E, como vimos, há uma defesa tácita de que a “Educação respaldada teoricamente na Neurociência pode valorizar ainda mais a qualidade educacional” (Amaral; Galvão; Farias, 2022, p. 348).

Logo, para que docentes possam estar em atualização com relação às demandas de seu tempo e se tornarem partícipes desse bojo de descobertas, as pesquisas defendem que as Neurociências devem ser incorporadas de algum modo em sua formação, inicial e/ou

continuada e levadas para a sala de aula (Maiato, 2013; Mourão, 2015; Teixeira, 2015; Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Thomaz, 2018; Silva, 2018b; Santos, 2018; Vieira, 2019; Cavalcante, 2021; Santos *et al.*, 2016; Costa; Souza, 2021; Coelho; Malheiro, 2021; Amaral; Galvão; Farias, 2022; Freitas; Sousa, 2022; Oliveira C.; Oliveira A., 2019; Rodrigues; Franco; Mello, 2021; Vizzotto, 2019; Menezes, 2022b; Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018). Sob a premissa de uma suposta inovação pedagógica, essa relação é tratada em alguns textos como uma obrigação.

A renovação da mentalidade educacional, de modo a responder às demandas do tempo presente, é o desafio que se coloca a cada professor no século XXI, e os cursos de formação docente constituem a instância primeira em que a renovação do pensamento deve acontecer (Amaral; Galvão; Farias, 2022, p. 348).

[...] compreender as potencialidades do nosso cérebro para as práticas em sala de aula **não é mais uma opção docente, mas uma necessidade** para dinamizar e encontrar estratégias metodológicas para o sucesso dos envolvidos neste processo (Oliveira C.; Oliveira A., 2019, p. 76, grifo nosso).

Veja que, até o momento, não há nada muito propositivo sobre o que fazer com essas informações sobre o cérebro, mas os docentes têm que saber. E, reconhecendo essa limitação, outro texto aponta que, mesmo não havendo informações que sustentem a relação entre Ensino de Ciências e Neurociências ou que tragam mais evidências robustas, docentes precisam estar constantemente em atualização sobre os achados do campo:

A popularização de ideias envolvendo questões sobre como o cérebro humano aprende e desenvolve conhecimento, tem se tornado um desafio para os educadores em sala de aula, pois são esses os mais comprometidos com esse processo. De acordo com Hardman et al. (2011), até que surjam formações específicas e aptas a preparar os professores a respeito dessas temáticas envolvendo a neurociência cognitiva, os docentes precisam pesquisar e se atualizar sobre os temas que envolvem o cérebro e o desenvolvimento cognitivo (Coelho; Malheiro, 2021, p. 2).

A renovação da prática pedagógica, para que o professor do Ensino de Ciências chegue no século XXI, implica no abandono do ensino chamado de **tradicional**⁴¹ nas pesquisas (Teixeira, 2015; Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Bica, 2019; Cavalcante, 2021; Zômpero; Gonçalves; Laburú, 2017; Santos *et al.*, 2016; Costa; Souza, 2021; Bedin; Del Pino, 2016; Rodrigues; Franco; Mello, 2021; Vizzotto, 2019; Damasceno Júnior; Romeu, 2021). Na ótica das pesquisas e em linhas gerais, o ensino tradicional compreende: uma aula expositiva com

⁴¹ Não concordamos com o que é chamado de tradicional pelas pesquisas e não achamos que a aula expositiva seja uma propriedade exclusiva da pedagogia tradicional. Ainda que a pedagogia tradicional paute o papel do professor na transmissão dos conteúdos e dos alunos na assimilação, existem outras dimensões que, devido ao reducionismo das pesquisas, não são contempladas: a organização do espaço escolar, da atividade pedagógica e da concepção de fracasso escolar. Para mais detalhes, sugerimos a leitura da obra *Escola e Democracia*, publicada originalmente em 1983 pelo professor Dr. Dermeval Saviani. Atualmente a obra está na 45ª edição, publicada pela editora Autores Associados.

base na transmissão-recepção, com foco excessivo no conteúdo, com estudantes que não são instigados em sala e não se expressam, além de não haver o uso de tecnologias modernas durante as aulas. Vejamos que:

O ensino tradicional, centrado na transmissão-recepção de conteúdos preestabelecidos é carente de contextualização histórico-social e de significados conceituais (Teixeira, 2015, p. 20).

Em vista disso, a fim de romper com um ensino de caráter tradicional, que pouco motiva e contribui para a aquisição de novos conhecimentos pelos alunos, faz-se necessário que os professores desenvolvam propostas de trabalho que possibilitem aos estudantes o acesso a saberes sobre o mundo digital e a práticas da cultura digital, já que impactam em seu dia a dia nos vários campos de atuação social (Damasceno Júnior; Romeu, 2021, p. 8-9).

A crítica sobre o ensino tradicional no campo do Ensino de Ciências não é nova, mas ganha outras determinações no vínculo com as Neurociências. A superação de práticas inadequadas e pouco efetivas, a tão almejada renovação, se dá, em partes, pela apropriação das bases neurobiológicas da aprendizagem e dos achados neurocientíficos.

[...] é importante que o professor compreenda cientificamente como o cérebro funciona por sinapses e que estas resultam da interação do aluno com o meio externo e das suas disposições interiores. A mediação pedagógica a ser realizada pelo professor, desde a maneira como interage com o aluno, como mobiliza seu interesse pelo conteúdo, como gera empatia a partir dos procedimentos e recursos adotados, até o modo como avalia o percurso de aprendizagem dos discentes, impacta a ativação ou a inibição neuronal do sujeito aprendente, evidenciando que a “intencionalidade pedagógica” é algo crucial no processo de ensino (Amaral; Galvão; Farias, 2022, p. 339).

Existe uma certa crença de que, na posse de tais conhecimentos, professores realizarão um trabalho mais robusto, moderno, tecnológico, consciente e neuro cientificamente embasado nos pressupostos biológicos que subjazem a aprendizagem. Para Santiago Júnior (2016, p. 108), a formação de professores com base na Neuroeducação e nos princípios do sistema nervoso central ajudam a “aprimorar as estratégias de ensino e compreender melhor o potencial e algumas limitações da aprendizagem”.

Ao analisar o currículo de 33 cursos de licenciatura em física, Vizzotto (2019) notou não haver nenhuma disciplina sobre neurociência nas matrizes curriculares. O autor discute que as proposições ainda são muito insipientes no campo e que precisam ser feitos mais debates que contribuam para a interlocução Neurociências/Física.

Embora não deva ser considerada como a solução para os desafios do Ensino de Física, o conhecimento do funcionamento orgânico do cérebro, aliado às teorias cognitivas, pode servir de subsídio teórico para analisar quais práticas pedagógicas podem proporcionar maior efeito no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Física (Vizzotto, 2019, p. 163).

A pesquisa de Mourão (2015) chega na mesma conclusão, embora a autora não enuncie o que chama de conteúdos conceituais diretamente, ao avaliar o plano de curso da Licenciatura em Química de oito universidades federais. Para além da ausência das Neurociências, o currículo não estaria contemplando os processos cognitivos na interface com a aprendizagem de Química:

Ao observar os conteúdos conceituais presentes nos planos e ementas da disciplina Didática e nos projetos pedagógicos das licenciaturas, é possível dizer que essa disciplina e também a Licenciatura em Química, não consideraram, pelo menos nos documentos e de forma explícita a aprendizagem da química, os processos cognitivos e as neurociências na relação com a aprendizagem, como conteúdos conceituais da formação de professores (Mourão, 2015, p. 227).

Com base nos estudos de Squire e Kandel (2003) sobre a neurociência da memória, e sem apontar quais são as estratégias que viabilizam uma melhor apreensão das informações na sala de aula, Thomaz (2018) diz:

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 (Thomaz, 2018, p. 47).

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 [...] a formação profissional dos professores implica em entender a aprendizagem como um processo contínuo e requer uma análise cuidadosa desse aprender (Thomaz, 2018, p. 48)

Outros trabalhos, como Santos (2018), Silva (2018b), Amaral, Galvão e Farias (2022), Freitas e Sousa (2022) e Coelho e Malheiro (2021), partem desses mesmos fundamentos para discussão da formação e prática docente pautadas nos conhecimentos da Neurociência enquanto vias para escolhas metodológicas, de recursos didáticos e práticas de avaliação. De acordo com Santos (2018, p. 12):

O conhecimento do professor sobre como a aprendizagem se processa, sobre as funções do cérebro, sobre as funções executivas é fundamental na educação. Os órgãos se conectam com cada estrutura e com neurônios específicos e assim assumem um importante papel nesse aprender. [...] Do mesmo modo que o uso de metodologias adequadas no processo de ensino pode provocar mudanças na quantidade e qualidade das conexões sinápticas, modificando o funcionamento do cérebro, de forma positiva e permanente, com resultados extremamente satisfatórios no modo de aprender dos estudantes.

A pesquisa de Santos (2018) se baseia na Neurociência Cognitiva e discute sobre os fundamentos neurobiológicos da aprendizagem, funcionamento do cérebro, motivação,

memória, atenção, percepção, linguagem. Entende que a aprendizagem promove essas alterações sinápticas, mas não aponta quais são essas metodologias adequadas.

Consideramos ser uma contradição no texto, pois, em outro momento, tem-se nas páginas seguintes que “apesar de que se note entusiasmo com as contribuições da neurociência para a educação, é necessário entender que elas não sugerem metodologias, nem asseguram soluções para os problemas enfrentados na escola” (Santos, 2018, p. 16). Não há nas Neurociências ou Neuroeducação diretrizes e experimentos consolidados que façam tal demarcação. O que notamos nos trabalhos é essa busca por metodologias ou validação de metodologias que parecem estar dando voltas em círculos.

Há uma demanda colocada nas pesquisas por atualização de práticas em sala de aula, através da apropriação de conhecimentos modernos sobre o cérebro e seu funcionamento. De um lado, compreendemos que muitos dos problemas enfrentados na sala de aula têm vínculos com o fazer pedagógico e sua organização, cujas bases estão na precarização da formação docente em cursos de licenciatura e a desvalorização profissional.

Do outro, é preciso de cuidado na forma como essa problemática é tratada à luz das Neurociências, para que não haja um foco exacerbado no cérebro quando analisamos o processo educativo e que possamos extrapolar o verbalismo “Neurociências podem contribuir se o professor souber”.

Saber sobre o cérebro e os mecanismos de aprendizagem pode se tornar uma ferramenta importante para o docente, mas com um certo cuidado. O que notamos nessas pesquisas é um foco demasiado na descrição fisiológica dos processos que compõem a aprendizagem por meio de uma abstração sem retorno. O que isso quer dizer? Na análise do cérebro, abstraímos o sujeito para pensar como este órgão (o cérebro) funciona, mas esquecemos de fazer o caminho da volta. Estamos analisando a anatomia do cérebro e descrevendo suas particularidades e funções com certa autonomia com relação ao sujeito que o detém, sem considerar sua historicidade e seus vínculos sociais.

As pesquisas falam sobre respeito à diversidade e individualidade dos estudantes na sala de aula, sobre respeitar cada forma que cada um tem para aprender e que isso ocorre por meio da compreensão do cérebro. Segundo Vizzotto (2019, p. 163):

Acredita-se também, que conhecer o funcionamento do cérebro do aluno, auxilia o professor a compreender de forma mais ampla a sua individualidade. Isto significa estar atento, por exemplo, a como funciona a memória, motivação, retenção de conhecimentos, formas de aprendizagem, entre outros fatores, e assim, buscar modos de intervir com maior abrangência na discussão dos fenômenos a serem abordados, bem como modos de estimular com maior efetividade este indivíduo, para que este possua meios de alcançar sua potencialidade de aprender.

Ao mesmo tempo que fazem generalizações muito altas sobre o cérebro e seu funcionamento, sem pensar nas particularidades dos sujeitos que não são e não podem ser discutidas somente no âmbito da fisiologia. Podemos notar essa tendência no trato fisiológico da aprendizagem no espaço escolar.

Independente da concepção teórica adotada, a aprendizagem trata-se de um processo neurobiológico, ou seja, se cumpre no sistema nervoso central (SNC), onde são produzidas modificações muitas vezes permanentes que se traduzem em modificações funcionais e comportamentais, as quais permitem uma melhor adaptação do indivíduo no ambiente (ROTTA et al., 2007) (Santos *et al.* 2016, p. 155).

Luria (1981) aponta como o divórcio entre cérebro e sujeito acaba por gerar mais conflitos do que entendimentos sobre o cérebro e o desenvolvimento humano. Não é possível olhar apenas para a aprendizagem e o desenvolvimento do sujeito na dimensão biológica, sob a pena de reduzir o indivíduo a um órgão (Luria, 1981; 1992).

Conforme discutimos no capítulo anterior, partimos do princípio de que o ser humano surge do biológico, da matéria viva, e cria as condições para ultrapassar o que está apenas circunscrito nos seus genes (Luria, 1979a; Moradillo, 2010; Vigotski, 2023). Como nos diz Vigotski (2023), é com o início da vida social e histórica do ser humano que há uma modificação substancial que supera a condição de adaptação do organismo ao meio, alterando o curso e o caráter da evolução humana:

Não se trata de que a evolução biológica foi interrompida e que a espécie “humana” seja uma grandeza invariável, permanente, constante, mas que as leis e os fatores básicos que dirigem o processo de evolução biológica recuaram para o segundo plano, em parte desapareceram, em parte aparecem como regularidades reduzidas, subordinadas, em regularidades mais complexas, as quais dirigem o desenvolvimento social do ser humano (Vigotski, 2023, p. 161).

No outro extremo, Luria (1981; 1992) aponta que a concepção chamada de “espiritual”, cujo foco está apenas na mente, também não oferece bases adequadas para as pesquisas objetivas sobre o cérebro e seu funcionamento, porque considera este órgão apenas uma massa indiferenciada, na qual suas regiões não possuíam funções determinadas, sendo apenas o receptáculo da mente humana.

Segundo o autor, “rejeitávamos as teorias holísticas porque considerávamos absurda a manutenção de uma separação obsoleta entre ‘vida espiritual’ e cérebro, e a negação da possibilidade de descoberta da base material da mente” (Luria, 1992, p. 128-129). Não existe um sistema nervoso e um sistema cognitivo, uma vez que o cérebro é a base material sob a qual os processos psicológicos são desenvolvidos a partir da relação do ser humano no mundo da cultura (Luria, 1981; 1992).

A cisão cérebro/mente permaneceu durante muito tempo como argumentação da Psicologia Idealista, que rejeitava a possibilidade de uma análise materialista do cérebro (Luria, 1978). Por esta razão, a Psicologia Histórico-Cultural partiu de outro princípio para entendê-lo, rejeitando a localização direta e a cisão acima exposta para pensar os processos superiores tipicamente humanos. A raiz das atividades superiores, incluindo as funções de pensamento mais elevadas:

[...] não deve ser buscada nas profundezas do espírito ou em propriedades ocultas do tecido nervoso: deve ser buscada fora do organismo humano individual na **história social objetiva** [...]. As funções mentais superiores que se originaram no trabalho social e na fala permitiram ao homem alcançar um novo nível de organização em sua atividade. Adaptando os métodos criados para a comunicação verbal às suas próprias necessidades, ele desenvolveu formas de percepção inteligente, atenção voluntária, recordação ativa, pensamento abstrato e comportamento voluntário **que nunca existiram no mundo animal e que nunca, em nenhuma medida, foram demonstradas como propriedades primordiais do “espírito”** (Luria, 1978, p. 275, tradução nossa, grifo nosso).

Veja que não estamos negando a busca por regularidades sobre o desenvolvimento humano e sobre a aprendizagem no campo das Neurociências, mas isso não pode ser feito à revelia da dimensão histórico-cultural na qual estão sediadas as bases da formação humana. Nos casos analisados por Luria (1987a; 2008) sobre o mnemonista Shereshevsky e o soldado Zasetky⁴², a abordagem sobre a superdotação, memória e a recomposição das funções psicológicas não perdiam de vista aspectos referentes às particularidades dos indivíduos estudados. Concordamos com Silva (2018a, p. 3) que:

A construção da psicologia enquanto ciência passa por complicações peculiares à natureza de seu objeto de estudo. O homem concreto cuja personalidade é uma síntese entre o objetivo e o subjetivo impõe a condição de que a participação do cientista se confunda com o objeto estudado, já que analisa a sua própria condição e interfere diretamente nela, ao contrário de alguns objetos das ciências da natureza, como o movimento, o calor, etc. Porém, a história da ciência – e essa tendência segue com predominância até hoje – demonstra que a Psicologia e a psiquiatria, em nome de um determinado tipo de concepção de “objetividade”, têm se afastado da dimensão subjetiva e se direcionado à esquemas reducionistas como os que explicam a totalidade do comportamento humano a partir de mecanismos cerebrais, tão comuns na psiquiatria como nas neurociências.

⁴² Luria (2008) narra a história do paciente L. S. Zasetky, que havia sofrido uma lesão cerebral durante a Segunda Guerra Mundial, utilizando como referência o diário elaborado pelo paciente ao longo de 25 anos. No caso do soldado, a situação inicial não era nada fácil porque durante a Guerra um estilhaço de bomba atingiu e destruiu parte do lobo parietal do hemisfério esquerdo do cérebro (Luria, 1992). Zasetky teve seu “mundo fragmentado” porque tinha memórias esparsas, desconexas, esquecendo informações como o próprio nome, endereço, infância, como se todas as palavras que havia aprendido tivessem sumido (Luria, 1992, p. 188). Depois de meses de treinamento e reabilitação, reaprendeu por novos mecanismos a escrever rapidamente já que os movimentos de repetição e automação não haviam sido lesionados, mas na leitura ainda fazia mais devagar porque a parte do córtex visual fora afetada (Luria, 1992). O diário de Zasetky, que inicialmente havia sido intitulado por “A história de uma terrível lesão cerebral” passou a ser intitulado por “Continuarei lutando”, sendo finalizado com mais de 3000 páginas (Luria, 1992, p. 191).

Nesse sentido, consideramos que o enfoque fisiológico no trato dos estudantes e do processo de aprendizagem, que abstraem o sujeito do processo, também impactam na forma como professores são vistos e tratados nas pesquisas coletadas que envolvem observação de aulas e entrevistas (Mourão, 2015; Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Thomaz, 2018; Santos, 2018).

Mourão (2015) realizou entrevistas com oito docentes de universidades federais que atuam no campo da Didática e do Ensino de Ciências, ministrando disciplinas de graduação. Em sua pesquisa, cruzou os dados das entrevistas com os achados dos currículos dos cursos, avaliando as ementas das didáticas (Mourão, 2015).

Na pesquisa de Santiago Júnior (2016), participaram 16 professores de Ensino de Ciências da rede pública estadual que atuam nas séries finais do Ensino Fundamental. Santiago Júnior (2016) realizou observação das aulas, fez aplicação de questionário e entrevista sobre Neuroeducação e, ao final, fez uma oficina com o mesmo tema. A pesquisa tem como questões norteadoras:

Quais os conhecimentos das práticas pedagógicas realizadas pelos professores do Ensino de Ciências das séries finais Ensino Fundamental com vistas ao aprendizado dos alunos, considerando os saberes da Neuroeducação? Alguns conhecimentos das práticas pedagógicas utilizadas pelos professores das séries finais do Ensino Fundamental estão relacionadas com os fundamentos da Neuroeducação? Como a Neuroeducação pode inovar e otimizar o conhecimento das práticas pedagógicas dos professores das séries finais do Ensino Fundamental em Ciências? (Santiago Júnior, 2016, p. 16).

Galvão (2017) selecionou três professores de Biologia que atuam nas esferas público e privada. Os professores realizaram pré-testes sobre Neurociências e tiveram suas aulas observadas, em seguida participaram de um minicurso sobre Neurociências, respondendo um pós-teste no final. O objetivo principal dessa pesquisa é “analisar a prática pedagógica de três professores de biologia sob as perspectivas da neurociência cognitiva por meio de questionários, observações e aplicar um minicurso sobre os princípios norteadores da aprendizagem cerebral” (Galvão, 2017, p. 16).

Em Thomaz (2018, p. 16), a sua questão de pesquisa é: “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?”. Thomaz (2018) fez a sua pesquisa com 13 professores da Educação Básica em Ciências e 20 estudantes dos cursos de licenciatura da área de Ciências por meio de entrevistas e questionários. 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.

Santos (2018) realizou pesquisa similar à de Thomaz (2018), mas com professores do Ensino Superior que ministram disciplinas específicas de Educação/Didática/Ensino nas licenciaturas em Ciências Biológicas, Química e Física. A questão orientadora dessa pesquisa é: “De que modo docentes de cursos de licenciatura na área de Ciências da Natureza na Região Metropolitana de Porto Alegre e os projetos pedagógicos desses cursos valorizam os conhecimentos de Neurociência Cognitiva na formação de professores?” (Santos, 2018, p. 17).

Basicamente, todos os trabalhos consistem em avaliação de concepções prévias sobre Neurociências/Neuroeducação/Neurociência Cognitiva e como professores e/ou licenciandos compreendem conceitos dessas áreas e se fazem o uso ou não desses saberes na Educação Básica e na Universidade.

A pesquisa de Santiago Júnior (2016), a meu ver, começa com uma questão cuja resposta já está dada *a priori*. Segundo ele, 7 de 16 professores entrevistados apenas ouviram falar sobre Neuroeducação, 6 não conhecem nada e 3 não conhecem os fundamentos (Santiago Júnior, 2016). E qual o problema? A Neuroeducação não é uma área consolidada (aspecto reconhecido pelo autor) e há muitas discordâncias sobre o que efetivamente significa esse termo.

Então, Santiago Júnior (2016) constrói ao longo de seu trabalho uma determinada concepção de Neuroeducação a partir de costuras entre Neurociência Cognitiva, alguns autores que defendem a Neuroeducação e nas Inteligências Múltiplas e vai para a escola verificar se professores estão ou não usando Neuroeducação.

O autor responde que “durante o desenvolvimento da pesquisa, e a observação da realização das aulas, ficou bem evidente que as práticas pedagógicas dos professores das séries finais do Ensino Fundamental em Ciências, não fazem relação com os saberes da Neuroeducação” (Santiago Júnior, 2016, p. 106). Poderia parar aqui, mas o autor finaliza com “os professores são responsáveis em tornar relevante o aprendizado de seus alunos, porém suas práticas pedagógicas estão muito fora da realidade” (Santiago Júnior, 2016, p. 105). Então, note que, por uma fragilidade epistemológica da pesquisa, professores são penalizados por não atenderem às expectativas de Santiago Júnior (2016), por não usarem em suas aulas conhecimentos que nem estão consolidados na Educação e no Ensino de Ciências.

A pesquisa conclui que o Ensino de Ciências “ainda está muito precário, sem eficácia” e que “professores necessitam de um preparo que fuja do ensino tradicionalista, que torna o professor um escravo de um conteúdo planejado” (Santiago Júnior, 2016, p. 106). Além de ponderar que professores não tem uma “visão mais real de métodos e conteúdos que devem ser

apropriados” (Santiago Júnior, 2016, p. 107) pelos estudantes, fala sobre a suposta atualização constante que ocorre no campo e que professores precisam estar se modificando o tempo inteiro.

Agora, dando voz a estes professores, quando Santiago Júnior (2016) questiona sobre sugestões e propostas que pudessem melhorar suas práticas, nenhuma resposta foi de ordem neuroeducativa: mais matérias de apoio; videoaulas e visitas em espaços não formais; diminuição do número de alunos por salas; realização de oficinas e jogos; qualificações e recursos tecnológicos (Santiago Júnior, 2016, p. 96). São problemas concretos que afetam o trabalho docente e contribuem para sua precarização.

E aqui vale notar que a dimensão da precarização em Santiago Júnior (2016) é analisada muito mais pelo que falta internamente aos professores, do que sobre suas condições objetivas de trabalho. Concordamos com o autor, ao discutir sobre a qualificação docente, que “quando se tem investimentos em educação, se investe em livros-texto, tecnologia, e se esquecem do principal, as pessoas” (Santiago Júnior, 2016, p. 97), lógica essa que poderia contribuir mais, a meu ver, para a exposição de seus resultados e das inferências sobre docentes.

Em Galvão (2017), tem-se uma caracterização mais acentuada do panorama educacional brasileiro, e a autora diz que:

Não há como se ignorar a real situação da educação brasileira, com diversos desafios, que vão desde a estrutura física e material até os estados de ânimos dos docentes e discentes. Todos esses obstáculos geram no professor expectativas frustradas e anseios não satisfeitos. Esse cenário tem alcançado e impactado os cursos de formação de professores, que ao saírem da graduação se sentem inábeis e desmotivados para o exercício da profissão. De modo geral, o ofício de professor tem sofrido ampla banalização, a figura social do professor brasileiro é altamente desvalorizada e digna de “compaixão” por distintas camadas sociais (Galvão, 2017, p. 60).

Mas, do mesmo modo que o trabalho anterior, Galvão (2017, p. 7) também incorre no erro de ir para a escola buscar o que falta nos professores, o que é evidenciado pelo resultado de seu pré-teste e a observação das aulas, atestando que os professores possuem “pouco ou nenhum conhecimento sobre o cérebro e seus mecanismos de aprendizagem”.

Na pesquisa de Thomaz (2018, p. 126), há uma pergunta utilizada na entrevista que se assemelha ao que foi feito por Santiago Júnior (2016) e Galvão (2017), sendo ela: “Qual a importância atribuída, por você, ao tema “neurociências” na sua prática docente?”. Aqui existe um componente importante, ignorado pelas pesquisas mencionadas, o status do prefixo “neuro” em nossa sociedade.

As pesquisas em Neurociências adquiriram um status quase inquestionável sobre sua validade, pela forma como a relação entre Ciências e Sociedade é tecida em nosso contexto social e pela sua divulgação; além do prefixo “neuro” parecer carregar um grande peso de

objetividade científica. Assim, ninguém responde que as Neurociências não são importantes (Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Thomaz, 2018), sendo um possível efeito dessa pergunta o atestado de fracasso para quem não usa os conceitos neurocientíficos em suas aulas.

Acreditamos que as críticas feitas até aqui também se aplicam para Santos (2018). Mas, há uma peculiaridade exposta pela autora sobre a entrevista com professores do Ensino Superior:

Por outro lado, também se percebe a desvalorização desse tema em alguns enunciados das entrevistas no momento em que há relatos dizendo que esse estudo não é prioridade do curso. Outro modo de perceber a desvalorização é a falta de busca por formação continuada na área de neurociência, além de opinarem que não há interesse dos professores e das escolas em relação a esse conhecimento (Santos, 2018, p. 70).

Aqui, mais uma vez, o problema está no professor que não valoriza os conhecimentos das Neurociências. Santos (2018) considera que a resolução desse impasse pode ser incluir a Neurociência Cognitiva nos cursos de licenciatura. Sobre isso, vamos observar o que um de seus entrevistados disse:

Participante 7: Eu tenho medo dessa coisa das disciplinas serem a salvação da humanidade. Quando a gente quer incluir uma coisa nova, a gente cria uma disciplina. E aí eu resolvo o problema criando uma disciplina? Às vezes, não, porque não é suficiente aquela novidade para preparar para o exercício da realidade concreta (Santos, 2018, p. 51).

Participante 7: Para eu poder trabalhar algumas operações de pensamento, eu preciso ter um pouco mais de liberdade, mas o professor não tem, ele é prisioneiro de uma lista de conteúdos que alguém achou que é adequado ele ministrar ao longo de uma carga horária. Não importa se isso foi desenvolvido levando em conta aspectos da neurociência e da neurolinguística. O professor, geralmente, está preso a uma lista de conteúdos que precisa ser “vencida” em um determinado tempo, e isso impede outras atividades (Santos, 2018, p. 54).

Assim, é preciso dar voz ao que professores enfrentam no seu cotidiano, defender as condições materiais de seu trabalho, pautar a diminuição da sua carga de trabalho e da quantidade de turmas e horas. Mais uma disciplina não seria colocar nas costas de professores a responsabilidade para atuar com a Neurociência Cognitiva? Docentes da Didática no Ensino de Química, entrevistados por Mourão (2015, p. 247), dizem que:

[...] a Didática pode e deve se aproximar dos estudos das Neurociências, mas com algumas ressalvas, seja porque tudo ainda é muito recente, seja por receio de que esses conhecimentos das neurociências e das ciências cognitivas possam ser incorporados pela Formação de Professores sem uma posição crítica.

Mais uma vez, repito: Não estamos desconsiderando que é possível haver interlocuções entre Neurociências e Ensino de Ciências, no entanto, isso não pode ser feito quase como uma punição. Professor não sabe? “Tem que ir se formar”. Aqui há uma outra dimensão também,

porque, às vezes, a busca por mais conhecimentos sobre aprendizagem não pode ocorrer pelas condições de trabalho e falta de tempo. São muitas variáveis que extrapolam os limites das Neurociências.

O que essas pesquisas fizeram é muito semelhante à pesquisa de Luria com povos interculturais. Entre os anos de 1930 e 1931, Luria vai para o campo estudar sobre desenvolvimento humano e elaboração de conceitos com minorias nacionais, tendo como ponto de partida uma determinada concepção de educação e desenvolvimento, que, obviamente não seria atendida pelos povos estudados. Nessas pesquisas, a mesma coisa. As pesquisas vão para a escola atestar que professores não sabem sobre Neurociências e não fazem Neurociências nas aulas.

Nas pesquisas de Santiago Júnior (2016) e Galvão (2017), oficinas sobre Neurociências foram realizadas para sanar as lacunas formativas dos professores, porém é preciso dar um passo atrás. Passo este que não foi feito em nenhuma das pesquisas. O que das Neurociências precisa ir para a Escola? Nesse sentido, verificamos alguns trabalhos e atestamos que muitas das proposições feitas são baseadas nos neuromitos.

Nos chama a atenção que, apesar das pesquisas advogarem pelo uso das Neurociências, não podemos concordar que tais conceitos sejam considerados neurocientíficos, e aqui essa compreensão independe se estamos usando a Neuropsicologia elaborada por Luria ou a Neurociência Cognitiva, ou seja lá qual for a vertente. São conhecimentos errados que estão chegando nas escolas. Se há uma falta dos professores em não utilizarem as Neurociências, também há uma falta na formação de muitas pesquisas que propõem determinados conhecimentos para a escola.

Muitas pesquisas advogam pelo uso de diversos métodos na sala de aula para ensinar conceitos científicos, apontando que estudantes aprendem cada um a seu modo e que professores que conhecem sobre as Neurociências tem maiores chances de atuar sob a diversidade de cérebros em sala de aula (Maiato, 2013; Teixeira, 2015; Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Cavalcante, 2021; Santos *et al.*, 2016; Costa; Souza, 2021; Freitas; Sousa, 2022; Rodrigues; Franco; Mello, 2021; Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018). Vejamos:

Diante da necessidade do professor estimular a inteligência dos alunos, atendendo a heterogeneidade de seus educandos, é fundamental que utilize metodologias que oportunizem que cada um aprenda da sua maneira (Maiato, 2013, p. 36).

Ao considerar a singularidade de cada estudante, pode-se entender que a homogeneização dos procedimentos didáticos é excludente, pois contempla apenas uma parte dos discentes. O processamento das informações obedece aos mesmos princípios da fisiologia, porém cada aprendiz tem uma área predominante, sendo

imprescindível que o conteúdo seja trabalhado em conjunto, com estratégias que alcancem a individualidade (Galvão, 2017, p. 45).

[Neurociências] auxilia no cotidiano do educador saber sobre a organização e as funções do cérebro, os mecanismos da memória e atenção, as relações entre motivação, emoção e aprendizado, as eventuais limitações de aprendizagem (nem todos aprendem da mesma forma) e as possibilidades de intervenção (Costa; Souza, 2021, p. 4).

Por fim, com referência às contribuições da neurociência para a educação, as publicações revelam que a alfabetização neurocientífica de professores permite considerar a aprendizagem de forma individualizada, valorizando os sujeitos da aprendizagem e suas especificidades na aquisição do conhecimento, assim também como suas experiências e o contexto em que estão inseridos, o que também contribui para a ocorrência da aprendizagem (Freitas; Sousa, 2022, p. 14).

Dessas pesquisas, algumas tentam fazer uma articulação mais aprofundada dessa ideia com alguns conhecimentos das Neurociências, como aspectos voltados para a neurobiologia da aprendizagem, memória e emoções, considerando que o uso de estratégias variadas em sala de aula evoca e desenvolve mecanismos variados do cérebro nos estudantes:

Referenciais teóricos da área do ensino de ciências, como a linha de investigação das Múltiplas Representações, defendem a utilização de diferentes formas de comunicação no processo de ensino e aprendizagem que respeitam a individualidade cognitiva dos alunos (AINSWORTH, 1999). Da mesma forma, estudos recentes da neurociência apontam resultados que se inserem nessa perspectiva, relacionando conhecimentos fundamentais das bases neurobiológicas da aprendizagem, da memória, das emoções e de outras funções cerebrais que são estimuladas durante a práxis docente em sala de aula (CAMPOS, 2010; FREITAS; MOTTA; MELLO-CARPES, 2015) (Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018, p. 2).

Recursos que explorem os canais multissensoriais, devidamente fundamentados no conhecimento neurocientífico, podem facilitar manutenção da atenção, motivação, facilitando a aprendizagem significativa de Genética. Estes recursos aumentam o acesso de informações ao cérebro, bem como ativam múltiplas redes neurais que estabelecerão associação entre si (GUERRA, 2011). Desta forma, o professor pode utilizar informações verbais, visuais, auditivas e táteis, através de recursos como textos, artigos científicos, imagens, músicas, internet, jogos educativos, objetos virtuais de aprendizagem, mapas conceituais, práticas que envolvam o corpo, bem como a construção e manipulação de modelos didáticos do conteúdo de Genética (Santos *et al.*, 2016, p. 168).

Como apontam Bica, Mello-Carpes e Roehrs, (2018, p. 2), o campo das múltiplas representações vem sendo investigado no Ensino de Ciências, como forma de contribuir para que “estudantes se apropriem dos diferentes instrumentos e símbolos utilizados na representação do discurso científico”. Ao apropriar-se de uma diversidade de representações sobre um dado fenômeno, estudantes podem mobilizar melhor a linguagem científica e estabelecer vínculos mais ricos entre variadas situações. Em Bica, Mello-Carpes e Roehrs, (2018, p. 13), temos que “é reconhecido que a aprendizagem do discurso científico pode ser potencializada quando associada à compreensão e à integração de diferentes formas de representação”.

Considerando, então, o que já está consolidado no campo do Ensino de Ciências e os saberes das Neurociências, as pesquisas de Teixeira (2015), Santiago Júnior (2016), Galvão (2017), Bica (2019), Costa e Souza (2021) e Bica, Mello-Carpes e Roehrs, (2018) se utilizam da Teoria das Inteligências Múltiplas (TIM), do psicólogo cognitivo americano Howard Gardner, para fazer buscar uma validação sobre a ideia de múltiplas representações que valorizem tanto a forma de se ensinar quanto a diversidade de cérebros na sala, considerando também como cada estudante aprende. O que diz essa teoria?

Em linhas gerais, a TIM, elaborada na década de 1980, propõe que cada pessoa tem um ou mais de um conjunto de inteligências que se destacam com relação aos outros tipos. De acordo com Santiago Júnior (2016, p. 48), Gardner define o termo inteligência como “um potencial biopsicológico para processar informações de determinadas formas, com o objetivo de resolver problemas ou criar produtos valorizados em um ou mais contextos culturais”.

Dos tipos de Inteligências, Gardner destaca que existem: a inteligência linguística, lógico-matemática, musical, especial, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal, naturalista e existencialista (Teixeira, 2015; Santiago Júnior, 2016; Costa; Souza, 2021). Cada uma dessas inteligências está vinculada a um domínio específico do sujeito num campo.

Por exemplo, pessoas com destaque maior para a inteligência lógico-matemática apresentam a habilidade de raciocínio abstrato e são capazes de estabelecer relações com mais facilidade, assim como reconhecem e resolvem problemas (Santiago Júnior, 2016). Costa e Souza (2021) destacam que consideram a relevância da proposição de Gardner para pensar a diversidade na sala de aula, mas que não consideram que cada pessoa possua uma única inteligência, tendo maior ou menor aproximação com todas as outras.

Na pesquisa de Teixeira (2015), o autor discute sobre a polissemia do termo “inteligência” na Psicologia e aponta alguns elementos históricos sobre o termo, desde os estudos de Binet e Galton até a proposição de Gardner. Ademais, pondera que o próprio Gardner compreende esse problema, chegando a dizer que “todas essas habilidades foram denominadas por Gardner como ‘inteligência’, no entanto, ele mesmo enfatizou que outro nome poderia ser dado, como competência, habilidade, ou mesmo talento, desde que o mesmo nome fosse concedido a todas” (Teixeira, 2015, p. 36).

Para Santiago Júnior (2016, p. 50), “apesar de a teoria de Gardner ter muita resistência por parte da psicologia experimental, os educadores de vários países foram atraídos por ela”. Neste texto, estamos firmemente do lado da resistência. Evidenciaremos os porquês a seguir.

No texto de Teixeira (2015), em defesa de uma cientificidade da TIM, notamos o seguinte:

Pesquisas recentes em Neurociência sinalizam para outras concepções. Sugerem a presença de regiões no cérebro humano que correspondem, pelo menos de maneira aproximada, a determinados espaços de cognição, relativamente como se um ponto do cérebro representasse um setor que abrigasse uma forma específica de competência e de processamento de informações. Apesar de ser uma tarefa difícil afirmar claramente quais são essas regiões, há o consenso de que possam, cada uma delas, evidenciar diferentes formas de inteligência (ANTUNES, 2010) (Teixeira, 2015, p. 35).

Infelizmente, não tivemos acesso à obra de Celso Antunes citada por Teixeira (2015), intitulada “Como identificar em você e em seus alunos as inteligências múltiplas”, para compreender exatamente quais são as pesquisas que embasam essa afirmação. Porém, essa ideia de localização de funções, nesse caso de inteligências, em distintas regiões do cérebro está errada. As evidências das pesquisas de Luria (1981; 1992) e da própria Neurociência Cognitiva (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019) mostram que o cérebro funciona como um todo interligado.

Os estudos sistemáticos sobre lesões cerebrais feitos por Luria e colaboradores na União Soviética revelaram o caráter sistêmico do cérebro, que as funções complexas dependem de um conjunto de estruturas e cujo fator cronogênico de desenvolvimento também é de extrema relevância (Luria, 1966; 1981). No capítulo anterior, fizemos essa discussão a partir dos conceitos de afasia e apraxia, que eram utilizados de modo generalizado para processos de distúrbio da fala e distúrbio motor, respectivamente. Luria (1966; 1981; 1992) demonstrou que, enquanto um sistema funcional complexo, a fala é composta por diversos fatores neuropsicológicos que não estão circunscritos numa região específica. Lesões em regiões diferentes do cérebro podem afetar a fala em aspectos particulares, como a dificuldade de passar de um articulema para outro, dificuldade de pronunciar sons específicos, de entender sentenças complexas, nomear objetos etc.

Sobre o funcionamento do cérebro, tomando como referência aqui as unidades funcionais, Luria (1981), enquanto crítico da perspectiva localizacionista, demonstrou que todas essas unidades, devido ao seu caráter sistêmico, operam em conjunto e com contribuições para cada tipo de atividade. “Seria um erro imaginar”, diz Luria, “que cada uma dessas unidades pode levar a cabo uma certa forma de atividade de maneira completamente independente” (Luria, 1981, p. 78). Os fatos da psicologia constituem bases sólidas para não apontar que a segunda unidade funcional está voltada para percepção e pensamento, enquanto a terceira unidade funcional está vinculada unicamente ao movimento e elaboração das ações (Luria, 1981).

A percepção de objetos, por exemplo, é um processo ativo e complexo de origem poli receptora e depende de um conjunto distinto de elementos analisadores do cérebro, assim como

a participação motora ativa (Luria, 1981). Ao observarmos um objeto, o “olhar discriminatório” não é estacionário, ou seja, os globos oculares não permanecem parados e dirigidos linearmente ao que se vê, sendo “virtualmente incapaz de propiciar a percepção estável de objetos complexos” (Luria, 1981, p. 79).

Os movimentos oculares para ampliação da percepção visual têm por função encontrar no objeto seus indícios essenciais. Ademais, os movimentos voluntários voltados para manipulação objetal se baseiam na operação em concerto de diferentes partes do cérebro. A primeira unidade contribui para ajustar o tono muscular adequado, viabilizando os movimentos coordenados; a segunda unidade fornece as sínteses aferentes decorrentes da estrutura dos movimentos; a terceira unidade orienta e subordina os movimentos e ações aos planos previamente estabelecidos, regulando e verificando o seu curso constantemente (Luria, 1981; Tuleski, 2007).

Não existe parte do cérebro que opere de modo isolado. Na obra de Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019, p. 516, tradução nossa), os autores discutem sobre os processos que envolvem o controle cognitivo, dizendo que “como se deve suspeitar de qualquer processo complexo, o controle cognitivo requer a função integrada de várias partes diferentes do cérebro”. Portanto, não existem centros especializados de inteligências na nossa cabeça.

Essa consideração, inclusive, mostra que as pesquisas de Galvão (2017) e Cavalcante (2021), por exemplo, estão cometendo um equívoco teórico grosseiro ao discutir sobre as possíveis aproximações da Neurociência Cognitiva e a TIM. Ainda que em Galvão (2017) haja uma ressalva de que no seu texto não há uma defesa completa da TIM, essa relação não pode ser estabelecida, considerando o núcleo teórico de ambos os constructos. Ressaltamos também que, numa investigação da obra de Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019), não achamos menções à teoria de Gardner

Se as pesquisas advogam por trazer o Ensino de Ciências para o século XXI, um abandono da teoria de Gardner parece um bom caminho. Entendo que parte da culpa por essa aceitação da TIM no Ensino de Ciências está nas considerações feitas por Cosenza e Guerra (2011), um dos textos utilizado como base em algumas pesquisas (Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Thomaz, 2018; Silva, 2018b, Santos, 2018; Maciel, 2020; Cavalcante, 2021; Menezes, 2022a; Costa; Souza, 2021; Amaral; Galvão; Farias, 2022; Rodrigues; Franco; Mello, 2021; Damasceno Júnior; Romeu, 2021).

Apesar das autoras advogarem pela relação cuidadosa entre Neurociências e Educação, não deixaram de fazer algumas proposições para a Educação, inclusive sobre a TIM. As autoras

descrevem a teoria de Gardner e a sua elaboração, apontando uma limitação que demonstramos anteriormente sobre os centros individualizados de inteligências no cérebro:

As pesquisas realizadas posteriormente mostram que as inteligências sugeridas por Gardner são altamente correlacionadas tanto com o fator g (com exceção da cinestésico-corporal) quanto umas com as outras. Portanto, não são autônomas como havia sido proposto, e não há suporte experimental que comprove a existência independente dessas inteligências (Cosenza; Guerra, 2011, p. 121).

Porém, mesmo sem um suporte adequado, as autoras seguem:

Contudo, a teoria das inteligências múltiplas tem o mérito de chamar a atenção para outros campos de aplicação da inteligência, em que, usualmente, presta-se pouca atenção, como o controle motor ou mesmo as habilidades musicais. A teoria tem sido empregada em muitos ambientes educacionais, e talvez o seu sucesso esteja ligado ao fato de que introduz atividades alternativas e promove o entusiasmo que, como sabemos, são fatores que facilitam a aprendizagem (Cosenza; Guerra, 2011, p. 121).

Ademais, consideramos que a TIM é problemática por atuar como reforço do neuromito sobre estilos de aprendizagem. Conforme Silva (2020), esse neuromito diz que ensinar no estilo de preferência do estudante, a aprendizagem se torna mais eficaz.

De acordo com Silva (2020) e Menezes (2022b), esse neuromito surgiu a partir das pesquisas que investigaram sobre o processamento da informação visual, cinestética e auditiva em diferentes regiões do cérebro. Segundo Silva (2020), os estilos de aprendizagem sugerem que pessoas “visuais” aprendem melhor por imagens, diagramas e afins; pessoas “auditivas” por músicas, sons, repetições sonoras; e as pessoas “cinestésicas” por movimento ou toque. Silva (2020, p. 48) também mostra que:

Não há evidências científicas que comprovem a eficácia do uso de estilos de aprendizagem de preferência para uma aprendizagem mais eficaz (ROHRER; PASHLER, 2012; PASHLER et al., 2009), pelo contrário, Rohrer e Pashler (2012) apontam que os resultados de estudos empíricos, controlados e sistematizados mostram que pessoas visuais que aprenderam com instruções visuais não tem melhor desempenho do que pessoas visuais que aprenderam com instruções incompatível com seu estilo, por exemplo com instrução verbal/auditiva.

De acordo com Westby (2019, p. 2 *apud* Ospina, 2023, p. 12), nem o próprio Gardner acreditava no vínculo entre a TIM e o neuromito dos estilos de aprendizagem:

Aprender diferentes tipos de conteúdo requer diferentes tipos de inteligências. As inteligências múltiplas não são estilos de aprendizagem. Gardner afirmou que não há evidências claras de que ensinar de acordo com o estilo de aprendizagem de um aluno produza melhores resultados. Na verdade, segundo Gardner, “a insistência em estilos de aprendizagem pode ser, na melhor das hipóteses, inútil e, na pior, equivocada.” A força ou fraqueza em um tipo de inteligência não prediz força ou fraqueza em outras inteligências. Todos nós apresentamos variações entre as diferentes inteligências descritas por Gardner. Algumas pessoas são melhores em matemática, outras em música, arte ou escrita. Isso não significa que se deva usar uma abordagem matemática para ensinar música.

Na pesquisa de Menezes (2022b), ao investigar sobre a prevalência de neuromitos entre docentes e licenciandos na área de Ciências da Natureza do Distrito Federal, o autor disse que 97,6% dos professores em formação e 92,2% dos professores em exercício acreditam que essa afirmação é verdadeira, sendo o neuromito de maior prevalência. O autor conclui que os professores e licenciandos não possuem conhecimentos adequados sobre o cérebro, ainda que apresentem interesse nas Neurociências. É preciso adicionar mais alguns componentes nessa conclusão.

A primeira é que esse neuromito sobre estilos de aprendizagem e a TIM levam o debate sobre o processo educativo muito mais para uma discussão moral do que neurocientífica. Qual o professor que não quer respeitar a individualidade de cada estudante ou criar situações de aprendizagem que abracem a todos? Qual professor não quer usar diversas estratégias?

Como vimos em Bica (2019) e Bica, Mello-Carpes e Roehrs (2018), a prática do Ensino de Ciências envolvendo múltiplas representações é aceita no campo e são legítimas as proposições de uso durante a aula de diferentes ferramentas de ensino, mas não podemos justificar essa prática com aspectos que são falsos, que não se sustentam por evidências empíricas robustas, nem na Educação e nem nas Neurociências.

A segunda adição é que, conforme apontado anteriormente, o prefixo “neuro” carrega um poder de cientificamente válido, pela forma como é socialmente tratado. Isso tem uma relação direta com a forma pela qual muitos grupos têm lucrado com a disseminação de informações falsas sobre as Neurociências.

Tomemos o exemplo do neuromito sobre o uso de música clássica para melhorar a aprendizagem. Chamado de “Efeito Mozart”, há uma crença de que música (em especial a música clássica) pode aprimorar a inteligência de discentes enquanto realizam atividades escolares.

Especialmente, com a publicação do achado de Rauscher et al. (1993) sobre o efeito Mozart, (ouvir Mozart K.448 aprimora o raciocínio espacial e a memória), que afirma que os participantes pontuam mais alto em testes padronizados que avaliam o desempenho de tarefas espaciais após a exposição ao primeiro movimento “allegro con spirito” da sonata de Mozart. O mesmo implicou grande interesse na comunidade científica, bem como na mídia popular e abriu uma nova página para o estudo do impacto da música nos seres humanos (PIETSCHNIG; VORACEK; FORMANN, 2010; XING et al., 2016) (Silva, 2020, p. 51-52).

Nas análises de Silva (2020), o autor constatou que esse “neuromito” atingiu o auge a partir de uma declaração em 1998 do ex-governador do estado da Geórgia, Zell Miller, alegando que mães deveriam obter CDs gratuitos com músicas de Mozart para desenvolver a inteligência de recém-nascidos. Segundo o autor, muitos livros foram publicados no sentido de indicar

meios para estimular a inteligência das crianças e garantir um aumento de QI usando música clássica.

Os estudos do “Efeito Mozart” foram realizados originalmente com estudantes universitários para medir a capacidade espacial e, em seguida, a capacidade mental, mas o efeito final foi avaliado em crianças realizando tarefas envolvendo habilidades espaciais (Silva, 2020). Segundo o autor, a pesquisa conclui que a exposição a Mozart pode melhorar a inteligência e essa informação foi espalhada pela mídia, acarretando o desenvolvimento de uma nova indústria comercial que vendeu dezenas de discos, fitas e CDs com músicas de Mozart para o público infantil.

Dentro da comunidade científica, essa pesquisa e a descoberta original foram contestadas e as evidências posteriores mostraram que não há base factual para sustentar que o Efeito Mozart contribua para melhoria de habilidades espaciais sem que haja prática ou excitação emocional (Silva, 2020).

Ao contrário das evidências relatadas pelos estudos de Efeito Mozart, vários estudos consideráveis relataram evidências que não confirmam tais melhorias (CHABRIS, 1999; STEELE, 2003; STEELE, BASS; CROOK, 1999; STEELE; BROWN; STOECKER, 1999). Chabris (1999) relatou que uma metanálise de 16 estudos com Efeito Mozart não encontrou mudança no QI ou capacidade de raciocínio espacial. Também reportou que uma replicação de Rauscher et al. (1995) não demonstrou mudança significativa no QI espacial. As experiências de pesquisa de Steele, Bass e Crook (1999) e Steele, Brown e Stoecker (1999) também não conseguiram replicar o Efeito Mozart (Silva, 2020, p. 52).

Além desse fenômeno social, não podemos perder de vista, mediante o exposto até aqui, que não é somente um problema de professoras e professores não saberem distinguir sobre conceitos neurocientíficos de inverdades, de neuromitos. É preciso reconhecer que, na própria área do Ensino de Ciências, as pesquisas estão mobilizando neuromitos como se fossem conceitos validados cientificamente.

Nossas análises evidenciam como as pesquisas, direta ou indiretamente, reforçam a ideia de incompetência do professor por não dominar os conceitos neurocientíficos (independente da qualidade do que as pesquisas chamam de conceitos neurocientíficos).

É por essa razão que as pesquisas precisam rever o trato puramente neurobiológico da aprendizagem, com riscos de cair em outro neuromito, de enriquecimento ambiental. Desse neuromito mencionado, há duas derivações da informação falsa sobre ambientes enriquecidos. São estes: a) A diversidade de estímulos do ambiente estimula a produção de células do cérebro; b) Ambientes ricos em estímulos aumentam a capacidade cerebral de crianças no nível pré-escolar (Silva, 2020, p. 79). De acordo com o autor:

A lógica por trás desses dois neuromitos se relacionam a pesquisas relacionadas a ambientes enriquecidos, que teoricamente possibilita uma gama superior de estímulos que promovem supostos benefícios cognitivos, seja a formação de novas células cerebrais, seja o aumento da capacidade cerebral e melhor alfabetização infantil (Silva, 2020, p. 41).

O primeiro “neuromito” diz que quanto mais estímulos estiverem no ambiente da criança, o ambiente enriquecido, mais sinapses estarão disponíveis, a atividade nervosa é ampliada e isso implicaria no surgimento de novos neurônios que favorecem a aprendizagem (Silva, 2020). Essa consideração errônea deriva de uma pesquisa com roedores apresentada pelo cientista Dr. William Greenough, que analisou e verificou a densidade sináptica dos roedores, notando um aumento dessa densidade nos casos dos roedores que estiveram em ambientes mais complexos, “como uma gaiola com outros roedores e vários objetos para explorar” (Silva, 2020, p. 42).

Esses ratos foram submetidos a vários testes de aprendizado em labirinto e tiveram melhor desempenho em comparação ao grupo controle que foi estudado em ambientes mais pobres e privados de interação. Os estudos com roedores e crustáceos visaram determinar as contribuições dos fatores ambientais que atuam na regulação da neurogênese (Silva, 2020). De acordo com o autor, as condições de enriquecimento ambiental incluíam tocas, plantas, áreas de exploração e realização de exercícios físicos, porém o estudo não aclarou qual ou quais elementos podem estar diretamente vinculados à regulação da neurogênese (Silva, 2020).

Nos mamíferos, definir a influência de ambiente enriquecidos em gerações precursoras de neurônios específicas é particularmente desafiador, porque vários tipos de células precursoras coexistem nos nichos neurogênicos que produzem neurônios (SERI et al., 2004; ZHAO et al., 2008) e a linhagem nas relações entre esses tipos de células não foram demonstradas diretamente (KAN et al., 2011). Portanto, para detectar alterações no índice mitótico em classes específicas de precursores, vários marcadores que caracterizam estágios nesta linhagem devem ser avaliados em conjunto com indicadores de ciclo celular (KUHN; PETERSON, 2008) (Silva, 2020, p. 42).

Assim, o autor aponta que não há evidências suficientes para determinar o papel do enriquecimento ambiental na neurogênese e nem em quais células são influenciadas. E daqui decorre o segundo “neuromito” de que os ambientes enriquecidos podem interromper a etapa de poda neural da criança ou que pode criar mais sinapses, gerando um aumento na inteligência (Silva, 2020). Para Silva (2020, p. 43), isso é um problema para a educação, “pelo fato de citar os resultados de um estudo pertinente e depois atribuir significados que vão muito além de evidência apresentada no trabalho de pesquisa original”.

Esse neuromito diz que crianças devem ser expostas a ambientes mais ricos e com mais estímulos para o desenvolvimento do cérebro, e Silva (2020, p. 43) alerta que, “embora não

esteja claro o que exatamente contemple ambientes enriquecidos, a maioria dos que acreditam neste mito do cérebro, considera se tratar de um ambiente visual altamente estimulante”.

O estudo que deu origem a essa informação falsa foi também a partir de estudos com ratos que investigaram a densidade sináptica dos bichos quando criados em ambientes mais ricos ou mais pobres, mas sem dizer exatamente o que são estes ambientes “ricos” e “pobres” e seus componentes. Além disso, os resultados obtidos na pesquisa evidenciaram que a diferença na densidade neuronal existia entre ratos independentemente da idade.

Silva (2020) mostrou que, por uma analogia feita a partir dos achados da pesquisa, se ratos possuem maior densidade sináptica em ambientes enriquecidos e que estes são mais espertos que os ratos com menos sinapses criados em ambientes pobres, isto se aplicaria para estudantes. Segundo o autor, ainda que a sinaptogênese e a poda sináptica tenham implicações diretas nos processos cognitivos de roedores, o mesmo não pode ser dito ou estendido para os seres humanos.

Recomendações foram sugeridas para que professores e pais fornecessem um ambiente colorido, interessante e sensorial para garantir uma criança significativamente mais inteligente. Por isso, o neuromito de ambientes enriquecidos tem sido relacionado fortemente a Educação pré-escolar, acreditando que a criação de ambientes visualmente estimulantes para estudante da Educação Infantil, incentivaria o desenvolvimento cerebral de forma mais eficaz (Silva, 2020, p. 43).

Na pesquisa de Coelho e Malheiro (2021, p. 4), as autoras buscaram elaborar Indicadores de Habilidades Cognitivas que pudessem servir de “ferramenta, com base na qual os professores poderão verificar como, e se, a aprendizagem de seus alunos está ocorrendo em contextos reais de sala de aula”. As autoras afirmam que os Indicadores de Habilidades Cognitivas usam o pensamento, o conhecimento e a memória como suporte, possibilitando uma integração maior entre estes processos. A justificativa da criação desses Indicadores se dá a partir da área Neuroeducação:

Assim, a Neuroeducação objetiva explicar porque as atividades práticas, estimulantes e desafiadoras são imprescindíveis e possuem funções essenciais no processo de desenvolvimento do conhecimento e, por assim dizer, dos Indicadores de Habilidades Cognitivas, já que os **fortes estímulos, como o de visualizar e de aprender fazendo, culminam com o aumento do número de processos que ocorrem no cérebro para que se desenvolva a aprendizagem** (Coelho; Malheiro, 2021, p. 7, grifo nosso).

De acordo com Silva (2020), essa concepção que se baseia em deduções sobre sinapses e aprendizagem não se sustenta nas pesquisas recentes em Neurociências:

[...] de acordo com Bruer (1999) é difícil obter evidências simultâneas e diretas, relacionando contagens de densidades sinápticas e a aprendizagem, pois dados têm sido coletados de seres humanos ou animais de forma póstuma. Também há uma carência de evidências neurocientíficas em humanos sobre a relação preditiva entre

densidades sinápticas no início da vida e mais tarde na vida, além de não haver evidências neurocientíficas diretas em animais ou seres humanos que vinculem as densidades sinápticas de adultos a uma maior capacidade de aprender (Silva, 2020, p. 43-44).

Outra implicação, que não está presente nas pesquisas analisadas, mas que pode derivar daqui, seria de que pessoas mais pobres, que vivem nos supostos “ambientes mais empobrecidos”, seriam menos inteligentes⁴³, considerando que não há uma descrição efetiva do que se entende por “ambiente enriquecido”. Essa perspectiva se aproxima do que Patto (2022) chamou de Teoria da Carência Cultural.

Nessa teoria, a pobreza material e as condições de vida da pessoa pobre justificariam o fracasso ao longo da trajetória escolar e nas outras esferas da vida (trabalho, vida social etc.). Assim, um ambiente sem instrumentos, brinquedos, estímulos e as devidas mediações, produzem na Teoria da Carência Cultural, barreiras que dificultam mais o desenvolvimento das pessoas pobres. De acordo com Patto (2022, p. 105):

As diferenças de qualidade de vida entre as classes sempre foram justificadas através de explicações geradas pelos que, em cada ordem social, são considerados competentes para elaborar uma interpretação legítima do mundo. E a interpretação tida como verdadeira é a que dissimula e oculta, com maior sutileza, que as divisões sociais são divisões de classes, o que equivale a afirmar sua condição ideológica [...].

A centralização do fracasso nas condições de vida do sujeito tira do horizonte a possibilidade de elaboração de políticas públicas educacionais que atuem diretamente no problema. Ao mesmo tempo, essa visão individualizante empurra a pessoa pobre para a Psicologia e Psiquiatria, na tentativa de resolver problemas cujas origens são sociais (Patto, 2022).

Nessa perspectiva, as diferenças individuais numa sociedade de classes reforçam preconceitos e estereótipos sociais, como o racismo e a misoginia. Concordamos com Vidal e Ortega (2019, p. 18-19) que “da frenologia à neuroimagem funcional, o conhecimento e as representações neurocientíficas se tornaram um apoio poderoso a uma visão prescritiva do indivíduo e da sociedade”, muitas vezes repetindo e reproduzindo aspectos ideológicos como a teoria da carência cultural.

⁴³ Durante o mestrado, em 2022, tive a oportunidade ingrata de ler e analisar dois artigos publicados na Science que reforçam esse estereótipo. Longe dessa afirmação ser apenas uma conjectura minha e da Profa. Dra. Angelina Pandita (quem sinalizou isso na minha qualificação), você pode conferir esses textos em: MANI, Anandi *et al.* Poverty impedes cognitive function. **Science**, v. 341, n. 6149, p. 976-980, 2013. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1238041>. Acesso em: 03 jul. 2022; RIDLEY, Matthew *et al.* Poverty, depression, and anxiety: Causal evidence and mechanisms. **Science**, v. 370, n. 6522, p. eaay0214, 2020. Disponível: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aay0214>. Acesso em: 03 jul. 2022

Nesse mesmo sentido de mobilização indevida de conceitos das Neurociências, também achamos ser problemática a relação com o termo “Funções Executivas” e a derivação que se faz a partir do que se compreende pelo termo e das implicações para a prática docente.

Os estudos em Psicologia Histórico-Cultural e Neuropsicologia utilizam o termo Funções Psicológicas para debater elementos que compõem o psiquismo, considerando a relação entre o aparato psicofísico (o cérebro) e o desenvolvimento social e cultural do ser humano ao longo da vida. Na leitura das pesquisas selecionadas e nos textos em Neurociências, há um termo muito utilizado que, por muito tempo, me deixou confuso, as chamadas “Funções Executivas”.

Em princípio, achei que houvesse uma correspondência de significados entre Funções Psicológicas e Funções Executivas, que fosse somente uma alteração de nomenclatura como via de ocultar as produções soviéticas. No decorrer da pesquisa, pude compreender dois aspectos: 1) Os termos não são equivalentes; 2) Não há uma definição consensual no campo das Neurociências sobre o significado do termo Funções Executivas. E este segundo aspecto é o que nos interessa para iniciar esta seção.

Uma análise pormenorizada de alguns livros utilizados como referências das pesquisas selecionadas evidencia essa problemática. Segundo Cosenza e Guerra (2011, p. 86), o termo é definido “como o conjunto de habilidades e capacidades que nos permitem executar as ações necessárias para atingir um objetivo”. E aqui, as autoras incluem a identificação e ação dirigida a metas, planejamento e controle do comportamento, a execução e monitoramento do desempenho (Cosenza; Guerra, 2011). Reforçam que as Funções Executivas “devem assegurar [...] que as normas sociais sejam respeitadas, em um padrão comportamental considerado apropriado para um contexto ou situação” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 86). Mais adiante, afirmam que as evidências neurocientíficas relacionam as Funções Executivas à região do córtex pré-frontal.

Em Gazzaniga, Ivry e Mangun (2019, p. 61, tradução nossa), os autores apontam que o córtex pré-frontal participa de aspectos complexos de planejamento, organização, controle e execução do comportamento e, “devido à sua facilidade com essas tarefas, o lobo frontal é frequentemente considerado o centro do controle cognitivo, frequentemente chamado de funções executivas”.

Em outra passagem do livro, os autores dizem que as funções executivas se referem aos processos de controle cognitivo que servem de base para o comportamento dirigido a metas, como atenção, planejamento, tomada de decisões, manutenção e manipulação de informações

na memória, inibição de pensamentos indesejados, sentimentos e ações, além de permitir uma flexibilidade na transição entre tarefas (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019).

Noutra obra, Malloy-Diniz *et al.* (2014, p. 115) dizem que:

As funções executivas correspondem a um conjunto de habilidades que, de forma integrada, permitem ao indivíduo direcionar comportamentos a metas, avaliar a eficiência e a adequação desses comportamentos, abandonar estratégias ineficazes em prol de outras mais eficientes e, desse modo, resolver problemas imediatos, de médio e de longo prazo. Essas funções são requisitadas sempre que se formulam planos de ação e que uma sequência apropriada de respostas deve ser selecionada e esquematizada.

Ademais, os autores apontam que existem diversos modelos teóricos que divergem na explicação, partindo de hipóteses distintas. Na primeira, busca-se verificar “se as funções executivas são um construto único ou vários construtos paralelos e integrados”, e na segunda hipótese “quais são os componentes das funções executivas” (Malloy-Diniz *et al.*, 2014, p. 115). Kluwe-Schiavon, Viola e Grassi-Oliveira (2012 *apud* Malloy-Diniz *et al.*, 2014, p. 116, grifo nosso) descrevem que muitas teorias entendem as funções executivas como um construto único, como “as divisões funcionais de **Luria** (a unidade 3, ou unidade executiva, corresponderia à base das funções executivas) e o modelo de memória operacional de Baddeley e Hitch”.

Na segunda hipótese, Malloy-Diniz *et al.* (2014) apontam que autores consideram as funções executivas enquanto diversos processos independentes, que interagem entre si numa estrutura hierárquica ou de modo paralelo, como as elaborações da professora e pesquisadora em Neurociências, a estadunidense Adele Diamond. Nessa hipótese, as funções executivas abarcam uma gama de processos: “memória operacional (ou memória de trabalho), planejamento, solução de problemas, tomada de decisão, controle inibitório, fluência, flexibilidade cognitiva e categorização” (Malloy-Diniz *et al.*, 2014, p. 116). De acordo com esses autores, ainda existem outras propostas explicativas, mas uma delas destaca que existem três funções executivas principais definidas com base em testes psicométricos: memória operacional, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, atuando como as bases das atividades complexas que o ser humano se engaja (Malloy-Diniz *et al.*, 2014).

Esses três eixos são os que mais aparecerem enquanto conceitos similares nas diferentes obras analisadas. O controle inibitório refere-se à inibição de respostas do organismo indesejadas ou inadequadas para o momento, atuam na interrupção de respostas em curso e no controle das interferências que distraem o sujeito (Malloy-Diniz *et al.*, 2014). A memória operacional “envolve a manutenção de representações mentais, retrospecção, prospecção e orientação temporal” e a flexibilidade cognitiva como a capacidade de adaptar-se às situações externas e alternar entre tarefas (Malloy-Diniz *et al.*, 2014, p. 116).

De modo geral, estes três aspectos mencionados acima aparecem, em maior ou menor medida, nas definições apresentadas. Sem consenso, o termo é tratado como controle cognitivo; conjunto de capacidades e habilidades; habilidades cognitivas; integração de processos cerebrais hierárquicos ou paralelos.

Ocorre que esse problema da indefinição de funções executivas e as concepções modernas precisam ser debatidas e resolvidos pelos profissionais do campo das Neurociências, Medicina, Fisiologia, Neuropsicologia, Psicologia. No entanto, enquanto essa tarefa não está feita, e dado os problemas de fundamento do que se chama por Funções Executivas, precisamos lidar com as consequências da incorporação do termo extremamente polissêmico no Ensino de Ciências. E aqui parece que está cada um por si.

Há uma dimensão epistemológica séria nos trabalhos analisados quando tratam das funções executivas e das Neurociências em geral, que vão se ramificando em outros problemas. Vejamos o exemplo de uma sequência de eventos similares a um telefone sem fio, em que a mensagem inicial chega ao final de modo equivocado.

Num dos trabalhos coletados, Zompero, Gonçalves e Laburú (2017) apontam que Luria foi o primeiro a usar o termo, a partir dos estudos das unidades funcionais, com base num artigo de 2013 intitulado “Funções executivas: Um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito”, com autoria atribuída a Emmy Uehara, Helenice Charchat-Fichman, Jesus Landeira-Fernandez.

Nesse artigo, Uehara, Charchat-Fichman e Landeira-Fernandez (2013) dizem que o marco da origem e popularização do termo está na publicação de um artigo da neuropsicóloga americana Muriel Lezak (1927-2021), intitulado por “The problem of assessing executive functions”, publicado em 1982. No entanto, as autoras ressaltam que Luria utilizou esse termo pela primeira vez num artigo de 1968, “Disturbances of the active perception in lesions in the posterior and anterior regions of the brain”, publicado em conjunto com mais duas pessoas, B. A. Karpov e A. L. Yarbuss.

Em Karpov, Luria e Yarbuss (1968), não há em nenhum trecho o uso do termo “executive function/functions”. A palavra *executive* aparece uma única vez no resumo, que diz o seguinte “em pacientes com lesões das zonas parieto-occipitais do cérebro, as tentativas de orientação ativa preliminar são preservadas, mas a avaliação dos padrões visuais é prejudicada na sua fase executiva final” (Karpov; Luria; Yarbuss, 1968, p. 157, tradução nossa). Os termos “function/functions” aparecem em outros contextos que não dão a entender a relação feita pelas autoras do artigo anterior.

Essa aproximação feita por Zompero, Gonçalves e Laburú (2017), e que aparece no texto de Malloy-Diniz *et al.* (2014) sobre a aproximação de Lúria com o conceito de funções executivas, é inadequada, considerando o núcleo teórico da Neuropsicologia elaborado por Lúria sobre as unidades funcionais e o que temos hoje na Neurociência Cognitiva e na Neuropsicologia mais recente.

Não é porque pesquisadores como Lúria, Malloy-Diniz, Adele Diamond ou o trio Gazzaniga, Ivry e Mangun trabalham com o mesmo objeto de estudo, as funções psicológicas complexas, que suas formulações possam ser diretamente vinculadas. O controle inibitório, na perspectiva de Lúria, não é um processo unitário, sendo composto por outros fatores neuropsicológicos distintos. O mesmo aspecto diz respeito ao que se entende por memória operacional ou flexibilidade cognitiva.

Observamos esse mesmo movimento em algumas pesquisas que fazem misturas de teóricos distintos (Galvão, 2017; Santos *et al.*, 2016; Menezes, 2022a). Em Galvão (2017, p. 42-54), por exemplo, a autora busca vincular a Neurociência Cognitiva com “o princípio da diversidade e Gardner, o princípio da interação e Vygotsky, o princípio da significância e Ausubel, o princípio maturacional de Piaget” e “o princípio da afetividade e Wallon”.

Na dissertação de Menezes (2022a), o autor compreende função executiva enquanto termo equivalente de função psicológica, ao fazer um mix da Neurociência Cognitiva e pesquisas da Psicologia Histórico-Cultural e Neuropsicologia, o autor chama “atenção” de função executiva, diferente da perspectiva descrita anteriormente.

Ademais, Menezes (2022a) propõe uma atividade voltada para ensino do conteúdo químico “Funções Orgânicas” a partir dos conhecimentos da atenção seletiva. Também sugere que, a partir dos estudos de Lúria sobre as três unidades funcionais, é possível dizer que Lúria foi o autor que primeiro mencionou sobre “funções cognitivas presentes no desenvolvimento da aprendizagem e do pensamento – memória, atenção e percepção” (Menezes, 2022a, p. 65). Diz que:

[...] considerando as ideias ilustradas pela literatura sobre a estrutura cerebral e suas respectivas funções mentais, pode-se inferir que, tais concepções convergem para a estruturação das funções mentais, provenientes do encéfalo, principalmente a atenção, memória e o pensamento. Além disso, nota-se também que as perspectivas interacionistas corroboram para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo (Menezes, 2022, p. 66).

Tem-se reproduzido uma concepção, em diversos campos, de que Piaget é o teórico do desenvolvimento humano a partir do viés biológico e Vigotski a partir do aspecto social. Como Lúria estudou o cérebro, autores focam apenas na dimensão da fisiologia. E isso não poderia

ser mais equivocado. Tanto na teoria de Piaget quanto na Psicologia Histórico-Cultural/Neuropsicologia há um debate sobre questões biológicas e sociais, mas em núcleos teóricos distintos (Vigotski, 2010).

Do mesmo modo, entendendo essa diferença teórica, não seria adequado propor uma soma mecânica entre as proposições dos pesquisadores mencionados. Segundo Tuleski (2007, p. 283):

Somente uma perspectiva de análise que dicotomiza o interno-externo, mundo objetivo-subjetivo, social e individual pode estabelecer que, para analisar as transformações internas, é preciso uma abordagem naturalizante e, para analisar as relações interpessoais, uma abordagem socializante. Esta dicotomia, como tão bem Luria criticou em diversos de seus estudos, é compatível com a psicologia ocidental ou burguesa que ele procurou superar com sua abordagem dialética do desenvolvimento humano.

Nesse sentido de mix teórico, consideramos que a pesquisa de Rodrigues, Franco e Mello (2021) cai no erro de tentar estabelecer vínculos entre as Neurociências e a Psicologia Histórico-Cultural tomando como ponto de partida as elaborações de Cosenza e Guerra (2011) e da Neurociência cognitiva. Acreditamos que essa aproximação direta não seja possível pela inconsistência entre os constructos teóricos analisados pelas autoras.

Notamos também que, a partir do conceito de funções executivas, e da necessidade de desenvolvê-las que aparecem nas pesquisas, alguns trabalhos fazem um paralelismo entre função do cérebro e atividade escolar para validar e propor atividades. Na pesquisa de Bica, Mello-Carpes e Roehrs (2018) há uma descrição do conjunto córtex entorrinal + hipocampo (entorrinal-hipocampal) enquanto um sistema que combina a capacidade de nos situarmos no espaço com a consolidação da memória. Essa união possibilita a aprendizagem de estímulos associados e em sequência objetiva. Logo:

Assim, a opção da utilização de mapas que apresentem conceitos de maneiras objetiva, hierárquica e associativa, como mapas conceituais (MOREIRA; MANSINI, 2009) podem auxiliar os estudantes a compreender melhor e ainda promover a ele intuição a novos conceitos relacionados ao conteúdo (Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018, p. 9).

Zompero, Golçalves e Laburú (2017) também buscaram estudar as possibilidades de vínculos entre o Ensino Investigativo, as Habilidades Cognitivas e as Funções Executivas a partir de um paralelismo entre o que o cérebro é capaz de fazer e a atividade pedagógica proposta. Uma vez que o aparato psicofísico dispõe de uma região que é voltada para planejamento, conceitualização, tomada de decisão, elaboração de esquemas e planos etc., a metodologia de Ensino por Investigação pode ajudar no desenvolvimento dessas Habilidades cognitivas. Nesse texto, há um entendimento de que habilidades cognitivas voltadas para a

investigação científica são “a capacidade de observar, registrar, analisar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências, concluir, aprimorar o raciocínio e argumentar” (Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017, p. 420). Nos dizeres originais:

As implicações didáticas destas relações remetem à função que professores de Ciências Naturais têm de estimular, orientar e avaliar seus estudantes quanto aos comportamentos descritos em cada função executiva aplicada ao longo das práticas de investigação científica nas escolas (Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017, p. 428).

O problema aqui não é necessariamente ser contra as metodologias que pautam as práticas investigativas e nem os mapas conceituais, mas o argumento que sustenta a escolha metodológica está errado. Vale dizer que a prática por investigação e o uso de mapas conceituais são referendados no Ensino de Ciências e temos pesquisas que debatem essas temáticas há tempos. O texto do professor Marcelo Giordan (1999), intitulado “O papel da experimentação no Ensino de Ciências”, por exemplo, discute sobre aspectos epistemológicos e a importância das atividades investigativas. Sobre os mapas conceituais, temos pesquisas de Moreira (1988) e Borges (1999).

Por isso, acreditamos que, de muitos trabalhos analisados até aqui, a presença da Neurociência não se faz necessária, sendo utilizada mais como um argumento de autoridade do que científico nas pesquisas, para validar esta ou aquela proposição metodológica. Para Vidal e Ortega (2019, p. 17-18):

[O “neuro”] Não apenas partilha, como outras ciências, um conjunto de suposições, conceitos e métodos, mas em toda parte deriva valor epistemológico ou social de supostamente validar, tornar mais real ou objetivamente conhecidos fenômenos que são bem documentados nas ciências humanas.

Ainda que os conhecimentos da Neurociência não devam sobrepor os estudos no campo do Ensino de Ciências, as pesquisas têm utilizado critérios (cada um a seu modo) da Neurociência para orientar a forma como se ensina de modo equivocado e/ou não necessário. E isso tudo vem acompanhado de perspectivas educacionais hegemônicas, como o ensino de competências e habilidades proposto nos currículos como a BNCC. Segundo Amaral, Galvão e Farias (2022, p. 338):

No bojo dessa discussão, cabe pontuar que a educação escolar é uma prática social que se realiza na sociedade com propósitos definidos no âmbito legal. No Brasil, a educação é um direito público subjetivo inerente a todo cidadão, regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9.394/1996, que, em seu artigo 3º, inciso IX, preconiza que o ensino será ministrado com base no princípio da garantia do padrão de qualidade. Partindo dessa premissa legal, é pertinente ratificar que os processos educativos formais devem incorporar, nas suas múltiplas dimensões, os conhecimentos produzidos no campo científico, a fim de qualificar os saberes e os fazeres docentes e, assim, oferecer subsídios relevantes para o desenvolvimento docente, especialmente no que se refere à sua profissionalidade.

Damasceno Júnior e Romeu (2022), amparados na argumentação da BNCC sobre os direitos de aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades, atitudes, valores e que o ensino deve exercitar a curiosidade intelectual dos estudantes (investigação, reflexão, análise crítica etc), buscam na Neurociência correlações com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de D. Ausubel para fugir do ensino tradicional. Em Bica (2019), notamos o mesmo movimento nessa correlação:

Além da memória, das emoções, do estado de atenção, a neurociência ao estabelecer uma interface ao processo de aprendizagem ressalta a importância de outro tipo de atividade neural, extremamente influente no desenvolvimento da nossa capacidade cognitiva, que são denominadas como Funções Executivas - (FE) [...]. Definidas por alguns autores como o conjunto de habilidades e capacidades que nos permitem realizar ações para atingir um determinado objetivo, e relacionam-se com muitas das competências específicas inerente ao estudo das Ciências da Natureza para o ensino básico (Bica, 2019, p. 28).

Não é de se estranhar que a maioria dos trabalhos analisados até aqui têm um foco direcionado a forma de se ensinar, ao sujeito subsumido às funções cerebrais, mas sem debater sobre os conteúdos escolares, os conceitos científicos. Os trabalhos, ao discorrerem sobre a aprendizagem no viés neurobiológico, caem na perspectiva de que basta ensinar um conteúdo de modo neurocientífico para viabilizar o desenvolvimento dos estudantes sem discutir, em momento algum, sobre a qualidade dos signos disponibilizados nas aulas e se os signos demandam (ou não) do psiquismo dos estudantes. Em certa medida isso acaba sendo um reforço à BNCC, considerando que o documento apagou os conteúdos escolares em função do treinamento de estudantes para as competências e habilidades requeridas no modo de sociabilidade capitalista (Spinelli Jr.; Cássio, 2017; Siqueira, 2019).

Concordamos com Luria que, se a consciência é um todo integrado que cria um reflexo do real, a internalização de conceitos pode mudar toda essa dinâmica e refazer ou reorganizar os vínculos entre os processos funcionais. Segundo Luria (1987b), o desenvolvimento da linguagem, apropriação das palavras e ampliação de conceitos dão à consciência novos elementos para a construção do reflexo com mais determinações do real por meio da aprendizagem sobre o mundo objetal.

Deste modo, ao mencionar determinada palavra, o homem não apenas reproduz certo conceito direto, mas suscita praticamente todo um sistema de ligações que vão muito além dos limites de uma situação imediatamente perceptível e têm caráter de matriz complexa de significados [...]. A palavra que forma conceito pode ser considerada, com todo fundamento, o mais importante mecanismo que serve de base ao movimento do pensamento (Luria, 1979d, p. 36).

Como a aprendizagem é vista por um processo interno, individual, subjetivo, Cosenza e Guerra (2011) vão chegar na conclusão de que é preciso ensinar para estudantes conteúdos que sejam estimulantes! Segundo Codea (2019, p. 30), professores devem dar aulas “dopaminérgicas ou serotoninérgicas” que provoquem “intensas reações positivas no indivíduo”. E o que seria estimulante ou dopaminérgico/serotoninérgico para estudantes? Para Cosenza e Guerra (2011) e, em certa medida, Codea (2019), aqueles conteúdos que estão no cotidiano dos alunos, já previamente conhecidos, que atendam as expectativas, sendo estimulantes e agradáveis.

Como o cérebro já tem uma “motivação intrínseca para aprender” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 48), que só o faz quando reconhece algo como significante, fica a cargo do professor os maiores malabarismos para ser engraçado, divertido e ensinar o que é de interesse único e exclusivo dos estudantes. Para nós, que vivemos numa sociedade capitalista cujas desigualdades são acentuadas, essa afirmação tira do horizonte a possibilidade de discutir em sala de aula sobre temas que envolvam opressão, considerando que não são tópicos felizes, positivos.

Esse conjunto de pressupostos sobre as aulas dopaminérgicas/serotoninérgicas também serviram de base para as pesquisas no Ensino de Ciências que discutem sobre a questão da motivação. A falta de motivação do sujeito nunca é compreendida em sua integralidade e as propostas são, em sua maioria, a partir da dinâmica estímulo-resposta e do desenvolvimento das funções executivas, por experiências positivas que ocultam os problemas educacionais mais graves que produzem o fenômeno da desmotivação para a atividade de estudo.

[...] a falta de motivação dos estudantes durante esse processo é também um dos principais fatores da dificuldade de compreensão da matéria; tornar interessante um assunto em determinada área impulsiona o prazer de conhecimento do aluno, proporciona a investigação, a busca pela solução de problemas e os questionamentos se tornam mais palpáveis, assim, possibilita a construção de uma aprendizagem significativa (Cavalcante, 2021, p. 35).

Um dos componentes da motivação é a excitabilidade do organismo (Luria, 1981; Leontiev, 2021), mas a motivação não é somente isso, há uma dimensão social na formação e hierarquização de motivos que orientam as nossas atividades no mundo (Leontiev, 2021). O problema dos processos motivacionais e dos debates feitos nessas pesquisas é que estes trabalhos não ultrapassam a dimensão fisiológica do processo, e, entendendo motivação somente pela excitação, as práticas na escola têm se voltado para o fornecimento de estímulos que “capturem” a atenção do sujeito e criem espontaneamente os motivos de estudo.

Outro ponto é que há possibilidade de não gostarmos de algumas coisas, de algumas aulas, conteúdos ou temas, considerando a dimensão afeto-cognitiva entre sujeito e conceito, mas é perverso, do ponto de vista do desenvolvimento humano, retirar da pessoa a possibilidade de conhecer algo que, a princípio, não salta aos seus olhos. Por isso, ensinar somente o que é de interesse de estudantes é uma concepção precarizada de ensino e desenvolvimento, porque muitos dos conhecimentos elaborados pela humanidade ainda não foram apreendidos, ainda não foram conhecidos. Como se gosta de Química sem saber? Ou de Física e Biologia? A ausência de uma teoria psicológica concreta faz, nos termos de Luria (1979a), uma análise mecanicista dos processos psíquicos e seu desenvolvimento integral.

Em síntese, até aqui, consideramos que, antes de estabelecermos relações diretas entre as Neurociências e o Ensino de Ciências, é urgente que pesquisadoras e pesquisadores dessa área retomem as discussões sobre epistemologia e produção de conhecimentos das Neurociências, para que, no final das contas, nossas pesquisas não estejam reproduzindo o discurso hegemônico da OCDE/OECD.

As pesquisas nessas áreas não são menos científicas do que os dados obtidos em exames de neuroimagem utilizados nas Neurociências. A validação do nosso trabalho de pesquisa em Educação/Ensino de Ciências é dada pelas análises e sínteses das suas interrelações com realidade escolar, e não pelas tecnologias utilizadas. A neuroimagem não determina como o sujeito se forma na cultura, ainda que seja de grande valia para compreendermos os mecanismos cerebrais e processos patológicos.

Essa perspectiva apregoada pela OECD (2002) de rebaixar a Educação por não ser uma área de estudo objetiva como a medicina ou fisiologia tem um papel ideológico claro na naturalização do processo educativo, na massificação dos diagnósticos, no direcionamento de políticas públicas e na descaracterização completa do fazer docente.

Por esse conjunto de razões, recorreremos às análises históricas da formação dos conhecimentos neurocientíficos e as análises sócio-histórica da formação do ser humano feitas por Luria, Vigotski, Leontiev e o grupo de pesquisa. Esses fundamentos nos ajudam a pensar com criticidade os achados da Neurociência, o desenvolvimento humano e o processo educativo. Considero que há um problema geral nas pesquisas de ordem epistemológica

Ao analisar os conhecimentos produzidos sobre o cérebro até sua época, Luria não fez apenas uma sistematização cronológica, mas um debate profundo sobre as bases e as condições nas quais foram produzidos (Luria, 1966; 1979a; 1981). E por que esse movimento foi e continua sendo importante?

Para compreendermos, de um lado, a dimensão epistemológica que subjaz a produção desses conhecimentos, entendendo que cada área, como a Neurociência Cognitiva, quer enuncie ou não, carrega uma determinada concepção de mundo, sujeito e desenvolvimento e por outro, os problemas das teorias puramente biológicas ou espirituais (cisão cérebro/mente) e suas implicações para o desenvolvimento humano. Precisamos aceitar que nem todo neuro é científico.

[...] as formas superiores de atividade consciente, de atenção ativa, memorização arbitrária e pensamento lógico que são específicas do homem não podem ser consideradas produto natural da evolução do cérebro, sendo o resultado da forma social específica de vida, que é característica do homem. Para explicar por via causal as funções psíquicas superiores do homem, é necessário ir além dos limites do organismo e procurar-lhes as fontes não no recôndito da alma ou nas peculiaridades do cérebro mas na história social da humanidade, nas formas de linguagem e trabalho social que se constituíram ao longo da história da sociedade e trouxeram para a vida tipos mais aperfeiçoados de comunicação e novas formas de atividade consciente (Luria, 1979a, p. 6).

A dimensão política dessa afirmação é arma contra a ideologia dominante, mais especificamente da dimensão que naturaliza a vida em suas distintas esferas. E este não é um apontamento inovador deste trabalho. Há tempos, pesquisas como as de Tuleski (2007) vêm sinalizando sobre os perigos dessa dimensão ideológica no âmbito educacional.

[...] entende-se que o processo de naturalização do social, que é apontado no presente estudo, manifesta-se na crescente biologicização ou subjetivização dos problemas de escolarização, tornando-os objeto de tratamento de psicólogos, fonoaudiólogos, neurologistas, psicopedagogos. Esta concepção naturalizada acaba isolando os problemas das discussões sobre a educação/cultura e da condição de acesso a estas pela grande maioria da população (Tuleski, 2007, p. 8).

Assim, mediante o que ponderamos nesta seção, não podemos dizer que o professor do Ensino de Ciências seja “neuro” e até agradecemos por não ser, considerando os termos que o “neuro” é pautado nas pesquisas. Precisamos parar de mirar num futuro hipotético sobre quem os professore um dia podem ser e lutar pelas condições concretas do agora. Vivenciamos um alto cenário de precarização da atividade docente e desvalorização da carreira, faltam recursos e investimentos que extrapolam os limites da suposta modernização neurocientífica.

O conceito de modernização, nos moldes do capitalismo, significa lucro a qualquer custo, acima de qualquer pessoa e qualquer coisa. Temos que ter o cuidado para não estarmos transpondo essa mesma lógica para nossas pesquisas, empurrando o “neuro” para professores de qualquer jeito, em um mar de formações.

Não podemos desconsiderar também que a discussão social dos problemas escolares e das questões envolvendo a dinâmica ensino-aprendizagem é quase inexistente nos textos

avaliados. Fica uma impressão de que, pela via da forma de se ensinar e os conhecimentos neurocientíficos, parte dos problemas pode deixar de existir.

Nesse sentido, o próximo conjunto de análises é dado a partir do problema das correlações entre conceitos da Neurociência Cognitiva e Educação e o que tem se proposto enquanto metodologia.

2.2 SE O CÉREBRO É ATIVO, A METODOLOGIA TEM QUE SER A ATIVA?

Antes de começar o debate e análise nesta seção, quero destacar um trecho específico de uma das pesquisas coletadas que roubou minha atenção por quase um dia inteiro. De acordo com Amaral, Galvão e Farias (2022, p. 340, grifo nosso):

No ano de 2010, pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), em Boston, fizeram o seguinte experimento: durante um período de sete dias, de modo ininterrupto, colocaram um sensor eletrotérmico no pulso de um estudante universitário para aferir a atividade elétrica do cérebro. **Os pesquisadores identificaram que a atividade cerebral do estudante enquanto assistia a uma aula expositiva (tipo palestra) era semelhante aos momentos em que assistia à televisão, sendo praticamente nula a atividade cerebral** (MENÁRGUEZ, 2018). Tais conhecimentos são úteis para que se reflita sobre a necessidade de que processos de ensino ativos sejam cada vez mais incentivados.

Nenhuma atividade cerebral? Atividade cerebral quase nula? Seria possível? A pessoa morreu? Confesso que, dentro da lógica formal e de uma concepção epistemológica inadequada, meu primeiro pensamento foi: É um experimento, talvez tenha acontecido... Porém, ao retomar a consciência e pensar esse experimento sob o referencial utilizado (e até mesmo a literatura moderna, como a Neurociência Cognitiva), vieram as dúvidas e questionamentos mais sérios quanto à validade dessa proposição.

No contexto da Neuropsicologia, os escritos de Luria (1981) são extremamente enfáticos ao dizer que o cérebro não funciona como um sistema lâmpada-interruptor. Se estamos acordados, “a luz está acesa”, o cérebro em ação; se desligamos o interruptor, “a luz apaga”, o cérebro deixa de operar. Na nossa descrição sobre a primeira unidade funcional apresentada por Luria (1981), vimos que a formação reticular possui um papel importante na manutenção e regulação do tônus cortical, do estado de vigília e alerta, sendo uma estrutura que regula o córtex e sofre suas influências.

Luria (1981) afirma que essa estrutura é composta não por uma série de neurônios isolados, mas uma rede nervosa dispersa que não opera pela lei do “tudo ou nada”, noutros termos, do “liga/desliga”. Nosso organismo é capaz de realizar ajustes para que possamos imprimir uma energia adequada nas atividades que realizamos.

A excitação espalha-se pela rede dessa estrutura nervosa, conhecida como formação reticular, não como impulsos isolados, individuais, e não de acordo com a lei do "tudo-ou-nada", mas sim gradualmente, modificando seu nível pouco a pouco e modulando, assim, todo o estado do sistema nervoso (Luria, 1981, p. 30).

Essa ideia de “liga/desliga” é considerada um neuromito. Dos neuromitos investigados por Menezes (2022b), um deles foi “quando dormimos o cérebro desliga”. Em sua pesquisa, constatou que 97,4% dos professores em formação consideram essa informação incorreta, 5,2% não souberam responder e 2,6% acreditaram ser verdadeira. Para os professores em exercício, 95,2% consideraram essa afirmação falsa, 4,8% não souberam responder e ninguém acreditou ser correta. Entre 16 neuromitos investigados em Menezes (2022b), esse foi o de menor aceitação.

Essa concepção não é reconhecida pela comunidade científica atualmente e, assim como Luria descreveu e sistematizou a partir de achados anteriores à sua pesquisa, há atividade neural, ainda que desorganizada, enquanto dormimos, o cérebro é um órgão efetivamente ativo, assim como o sujeito que o detém nas atividades que realiza, independentemente de ser assistir uma aula expositiva ou uma aula com metodologias diferentes.

Logo, vamos agora para mais um telefone sem fio. Ao investigar a referência utilizada pelas pesquisadoras, descobrimos que essa afirmação é baseada no texto “O cérebro precisa se ‘emocionar’ para aprender”, de 26 de junho de 2018, publicado numa revista digital sem ISSN. Esse texto é uma tradução adaptada com base numa notícia veiculada no *El País*, em 18 de julho de 2016. O texto na versão brasileira começa com o seguinte parágrafo:

Em 2010, uma equipe de pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), em Boston, colocou um sensor eletro-térmico no pulso de estudante universitário de 19 anos para medir a atividade elétrica de seu cérebro 24 horas por dia durante sete dias. O experimento produziu um resultado inesperado: a atividade cerebral do aluno quando assistia a uma aula palestrada era a mesma de quando ele assistia televisão; praticamente nulo. **Os cientistas poderiam provar que o modelo pedagógico baseado em um aluno como um receptor passivo não funciona.** “O cérebro precisa se mexer para aprender”, explica José Ramón Gamó, um neuropsicólogo infantil e diretor do Mestrado em Neurodidática na Universidade Rey Juan Carlos. Nos últimos cinco anos, diferentes correntes surgiram na Espanha que querem transformar o modelo educacional e uma delas é a neurodidática.⁴⁴

Nesse primeiro site visitado, não havia referência nenhuma quanto ao experimento, mas tinha o link da publicação original, um texto do *El País*, com autoria de Ana Torres

⁴⁴ O CÉREBRO precisa se “emocionar” para aprender. **Revista Pazes**, 2018. Disponível em: https://www.revistapazes.com/cerebro-precisa-se-emocionar-para-aprender/#goog_rewarded. Acesso em: 10 jul. 2024.

Menárguez.⁴⁵ Nessa publicação, não há uma descrição da pesquisa que embasa a afirmação, mas o termo “o experimento” está vinculado com um hiperlink que leva o leitor para mais uma outra página.

A terceira página é um blog chamado *Escuela con cerebro: Un espacio de documentación y debate sobre Neurodidáctica*, e a publicação original de 2015, com autoria de Jesus C. Guillén⁴⁶, é intitulada “Enseñar menos y aprender más: actividad cerebral del alumno durante la tradicional clase magistral”⁴⁷ (Ensinar menos e aprender mais: atividade cerebral de aluno durante a aula magistral tradicional, tradução nossa).

O autor que começou com a correlação *aula tradicional/expositiva = baixa/nula resposta neural*, repetido nas outras publicações, colocou a referência do estudo base no final. Saliento que outros sites⁴⁸ fizeram a divulgação da pesquisa no sentido de referendar as metodologias ativas.

A pesquisa utilizada é um artigo publicado na revista de Engenharia Biomédica, com autoria de Ming-Zher Poh, Nicholas C. Swenson e Rosalind W. Picard (2010), intitulado “A Wearable Sensor for Unobtrusive, Long-Term Assessment of Electrodermal Activity” (Um sensor utilizado como acessório para avaliação discreta e a longo prazo da atividade eletrodérmica, tradução nossa).

De acordo com Pomer-Escher (2015), uma das formas de detecção de estresse é a condutância da pele, a partir de um sensor. Este sensor mede a impedância elétrica da pele, dando uma medida da sua resistência, a atividade eletrodérmica (Pomer-Escher, 2015). A resistência elétrica da pele diminui na presença de suor, em casos de estresse ou surpresa, fenômeno usualmente associado à atividade do sistema nervoso simpático⁴⁹ (Poh; Swenson; Picard, 2010; Pomer-Escher, 2015).

O objetivo de Poh, Swenson e Picard (2010) era produzir e validar, a partir dos parâmetros estabelecidos pelo órgão regulatório estadunidense, *Food and Drug Administration*

⁴⁵ MENÁRGUEZ, Ana Torres. El cerebro necesita emocionarse para aprender. **El País**, 17 jul. 2016. Disponível em: https://elpais.com/economia/2016/07/17/actualidad/1468776267_359871.html. Acesso em: 10 jul. 2024.

⁴⁶ Referência sobre o autor: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/quienes-somos-2/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

⁴⁷ GUILLÉN, Jesus C. Enseñar menos y aprender más: actividad cerebral del alumno durante la tradicional clase magistral **Escuela con cerebro**, 17 ago. 2015. Disponível em: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2015/08/17/ensenar-menos-y-aprender-mas-actividad-cerebral-del-alumno-durante-la-tradicional-clase-magistral/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

⁴⁸ MOURTHÉ, Carlos. A atividade eletrodérmica em diferentes contextos de aprendizagem. **Metodologias Ativas Online**, 07 dez. 2018. Disponível em: <https://metodologiasativasonline.com.br/a-atividade-eleto-dermica-em-diferentes-contextos-de-aprendizagem/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

⁴⁹ Sistema usualmente associado a estados de alerta e estresse no organismo. O aumento na atividade do sistema simpático, em geral, acarreta num “aumento da frequência cardíaca, pressão arterial, transpiração, além de redirecionar o sangue do reservatório intestinal para os músculos esqueléticos, pulmões, coração e cérebro, em preparação para a ação motora” (Poh; Swenson; Picard, 2010, p. 1243, tradução nossa).

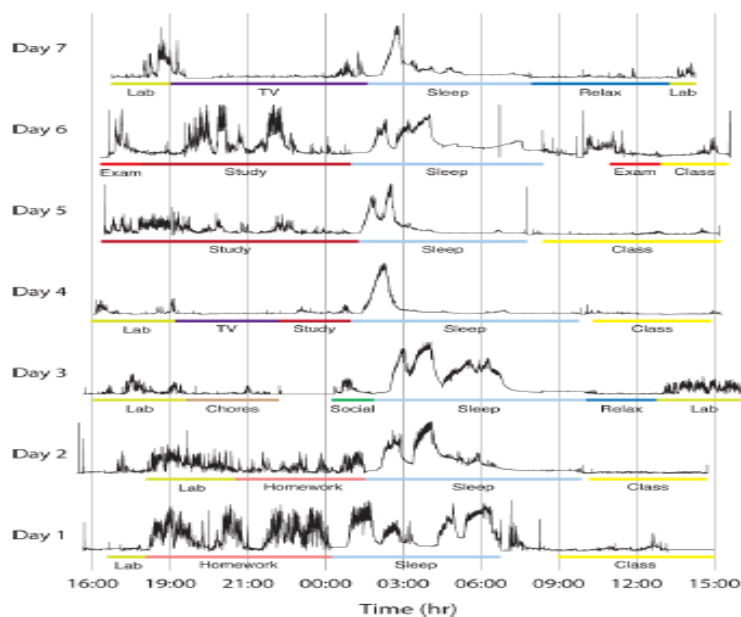
(FDA), um aparelho para medir em longos períodos a condutância da pele. Elaboraram um aparelho descrito como confortável, portátil e capaz de avaliar a atividade eletrodérmica enquanto a pessoa realiza atividades cotidianas, uma vez que essas medidas eram mais restritas aos laboratórios. Os pesquisadores fizeram medidas em diferentes contextos e ocasiões.

O experimento foi realizado em diferentes condições e com diferentes grupos de controle. Numa das etapas de teste e validação do aparelho, um voluntário de 19 anos utilizou a pulseira com dois eletrodos conectados em dedos das mãos durante sete dias, e a cada 24-30h fazia *upload* dos dados coletados e registrados num cartão de memória que ficava alojado na pulseira e troca de baterias (Poh; Swenson; Picard, 2010). As medidas eram realizadas durante o dia inteiro, enquanto o jovem fazia diversas atividades e durante o sono.

Nesse experimento, os pesquisadores afirmaram que não houve queixas de desconforto ou efeitos colaterais por parte do jovem e que os dados obtidos foram estáveis (Poh; Swenson; Picard, 2010). Como as medidas foram consistentes e sem interferências ou necessidade de recalibração do aparelho, a pesquisa conclui que o protótipo era adequado para medidas de atividade eletrodérmica da pele.

No caso dessa etapa da pesquisa com o rapaz, um gráfico foi elaborado mostrando as variações de condutância da pele ao longo de sete dias e em atividades distintas (Figura 5). Entre as atividades que compuseram a rotina daquela semana: Atividades de laboratório (Lab), Tarefas diárias (Chores), Atividade social (Social), Aulas (Class), Estudo (Study), Assistir Tv (TV), Momento de relaxamento (Relax), Provas (Exam), Tarefa de casa (Homework) e Sono (sleep) (Poh; Swenson; Picard, 2010).

Figura 5 - Medidas da variação da condutância da pele de um jovem de 19 anos



Fonte: Poh; Swenson; Picard (2010, p. 1250).

Não há nessa pesquisa nenhuma menção a metodologias educacionais ativas ou comparação de atividade cerebral com atividade realizada pela pessoa na discussão dos resultados dessa etapa. O objetivo era criar e validar um aparelho portátil para avaliar condutância da pele em diferentes contextos e concluem afirmando:

Medições contínuas de EDA a longo prazo durante atividades diárias normais, como as da Fig. 9, não foram demonstradas de maneira prática antes deste artigo, e, portanto, a nova tecnologia desenvolvida representa um avanço significativo em relação aos sistemas existentes. Investigações sobre a atividade a longo prazo do sistema nervoso simpático podem potencialmente adicionar informações valiosas e enriquecer a compreensão de condições neurológicas amplamente disseminadas. Estudos estão atualmente em andamento para avaliar o uso do sensor de EDA proposto em uma variedade de aplicações clínicas, incluindo autismo, epilepsia e distúrbios do sono (Poh; Swenson; Picard, 2010, p. 1250).

Então, o que aconteceu? O trabalho publicado no *blog* mencionado acima (do sr. Jesus C. Guillén) retirou apenas a imagem do gráfico de avaliação de condutância da pele do artigo original e concluiu, baseado em impressões particulares, que, se a atividade eletrodérmica da pele é quase nula quando a pessoa está assistindo TV e quando está assistindo aula expositiva (no artigo original isso não é especificado), significa que a pessoa não está engajada ou ativa no que está fazendo. E aí a falsa correlação que parte desse artigo de 2015 e se estende até a pesquisa de Amaral, Galvão e Farias (2022).

Partindo dessa falsa correlação, eu poderia dizer que, como o padrão eletrofisiológico do momento de relaxamento é igual ao medido assistindo aula, a pessoa, na verdade, estaria tranquila. Ou, de modo análogo, como os picos de atividade eletrodérmica são mais altos

durante o sono, a pessoa estaria tendo pesadelos diários tão estressantes quanto fazer uma prova ou as tarefas de casa.

O que esses trabalhos fizeram ao retirar de contexto um gráfico de um artigo que não avalia atividade cerebral de modo integral (e sem finalidade educativa), foi buscar uma validação de suas posições teórico-metodológicas de modo nada científico e com muito pouco rigor. Não tivemos muito problema para descobrir essa falsa correlação, e, mesmo não sendo da área de Engenharia Biomédica, o artigo original da pesquisa sobre o aparelho que avalia a condutância da pele expõe claramente seu objetivo desde o resumo até o final. Veja no resumo que:

A atividade eletrodérmica (EDA) é um índice sensível da atividade do sistema nervoso simpático. Devido à falta de sensores que possam ser usados de forma confortável durante atividades normais do dia a dia e por longos períodos, a pesquisa nesta área é limitada a ambientes de laboratório ou ambientes clínicos artificiais. Desenvolvemos um sensor integrado inovador, discreto, não gera estigmas, que é usado no pulso, e apresentamos, pela primeira vez, uma demonstração de avaliação contínua e a longo prazo da EDA fora de um ambiente de laboratório. Avaliamos o desempenho de nosso dispositivo em comparação com um sistema aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) para a medição de EDA durante estressores físicos, cognitivos e emocionais, tanto em locais palmares quanto no antebraço distal, e encontramos altas correlações em todos os testes. Também avaliamos a escolha do material do eletrodo comparando tecido condutor com eletrodos de Ag/AgCl e discutimos as limitações encontradas. Um resultado importante apresentado neste artigo é a evidência de que o antebraço distal é uma alternativa viável aos locais tradicionais palmares para medições de EDA. Nosso dispositivo oferece a capacidade sem precedentes de realizar uma avaliação confortável, a longo prazo e *in situ* da EDA. Este artigo abre oportunidades para investigações futuras que antes não eram viáveis e pode ter implicações de grande alcance para o diagnóstico e a compreensão de condições psicológicas ou neurológicas (Poh; Swenson; Picard, 2010, p. 1243, tradução nossa).

Em Poh, Swenson e Picard (2010) não há referências às metodologias ativas, teorias pedagógicas, debate sobre aula expositiva e seus malefícios. Essa conclusão foi criada 5 anos depois da publicação. Não acreditamos que isso seja um problema exclusivo da pesquisa de Amaral, Galvão e Farias (2022), mas temos notado até aqui em algumas pesquisas coletadas o estabelecimento de correlações entre Neurociências e Ensino de Ciências que não se sustentam, funcionando mais como um *plus* no argumento de autoridade para a escolha das metodologias ativas e afins.

Como ponderamos anteriormente, a obra de Cosenza e Guerra (2011) abriu alguns precedentes para o campo da Educação sobre as aproximações com as Neurociências. As autoras, ao longo da obra, discutem que é preciso parcimônia nas aproximações entre as áreas e repetem que as Neurociências podem contribuir para práticas já consolidadas entre educadoras e educadores (Cosenza; Guerra, 2011).

E o que vêm se consolidando ao longo dos anos no Ensino de Ciências são as práticas baseadas nas metodologias ativas e na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (1918 – 2008). Além de construírem paralelos com a Teoria das Inteligências Múltiplas e advogarem por um ensino voltado para o respeito da diversidade de cérebros na sala de aula, Cosenza e Guerra (2011) também afirmam que:

Quem ensina precisa ter sempre presente a indagação: por que aprender isso? E em seguida: qual a melhor forma de apresentar isso aos alunos, de modo que eles o reconheçam como significativo? Terá mais chance de ser significativo aquilo que tenha ligações com o que já é conhecido, que atenda a expectativas ou que seja estimulante e agradável. Uma exposição prévia do assunto a ser aprendido, que faça ligações do seu conteúdo com o cotidiano do aprendiz e que crie expectativas adequadas é uma boa forma de atingir esse objetivo. Lições centradas nos alunos, o uso da interatividade, bem como a apresentação e supervisão de metas a serem atingidas são também recursos compatíveis com o que conhecemos do funcionamento dos processos atencionais (Cosenza; Guerra, 2011, p. 48).

Compreendemos que o uso dos termos “significativo” e “lições centradas nos alunos” carregam uma determinada concepção de Educação e de formas de se ensinar que se baseiam nas metodologias ativas e Teoria da Aprendizagem Significativa. Mais recentemente, em 2022, uma das autoras, Leonor Guerra, publicou em conjunto com a pesquisadora Ana Luiza Neiva Amaral uma obra intitulada *Neurociência e Educação: Olhando para o futuro da aprendizagem*. Nessa obra, Amaral e Guerra (2022, p. 155) tratam diretamente sobre as metodologias ativas:

As metodologias ativas propiciam ao estudante aprender por meio de uma construção ativa do próprio conhecimento, por isso se concentram mais no desenvolvimento das habilidades cognitivas e socioemocionais dos estudantes do que na transmissão passiva de informações. Elas exigem um engajamento cognitivo e emocional ao colocar o estudante em ação, favorecendo a exploração das próprias ideias, experiências, atitudes e valores.

Do mesmo modo, consideram um paralelo entre a TAS e Neurociências:

Para Ausubel, a aprendizagem é significativa quando a nova informação é associada a um conhecimento prévio. Na perspectiva da Neurociência, os estudos indicam que novas conexões cerebrais se organizam e são mais consistentes se forem construídas sobre conexões já existentes. Por isso, para a aprendizagem de determinados conceitos, são necessárias a compreensão e a consolidação de dada informação para que seja possível, posteriormente, o registro de uma nova informação mais complexa. Além disso, quanto maior o número de representações mentais e de associações entre os diversos circuitos neurais, mais consolidado estará o conhecimento na memória de mais longa duração, garantindo uma aprendizagem mais plena e significativa (Amaral; Guerra, 2022, p. 44).

Assim, as pesquisas no Ensino de Ciências têm se apropriado desse discurso para fundamentar suas proposições e validar determinadas escolhas, como as metodologias ativas:

Cosenza e Guerra (2011) explicitam que um ensino significativo provoca alterações na taxa de conexão sináptica e afeta a função cerebral, sendo possível, assim, estabelecer um paralelo entre as proposições e as contribuições da psicologia cognitiva com a Aprendizagem Significativa (Damasceno Júnior; Romeu, 2021, p. 13).

Pesquisas na área da Neuroeducação têm mostrado como o cérebro aprende e como esse conhecimento pode ajudar os professores a refletirem sobre a sua prática pedagógica, auxiliando na escolha de novas metodologias que auxiliem no ensino e na aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011). Acredita-se que, a adoção de metodologias ativas, como o uso do jogo didático, constitui-se de uma ferramenta para a prática pedagógica que pode contribuir para que os estudantes se tornem sujeitos ativos na sua aprendizagem. Dessa forma, o presente estudo procurou desenvolver, aplicar, analisar qualitativamente e avaliar um jogo didático com bases em referências neurocientíficas (Maciel, 2020, p. 17).

De tal modo, encontramos trechos que evidenciam os vínculos com a Teoria da Aprendizagem Significativa:

Uma outra vertente do campo educacional, de acordo com Kandel e Cols (2003), ganhou notabilidade na década de 1990: a Neurociência Cognitiva. A utilização de novos instrumentos de imagens e os avanços de pesquisas comportamentais oportunizaram novas perspectivas, que podem ser aproveitadas no desenvolvimento de metodologias, que tornem ou reflitam para uma aprendizagem significativa, de acordo com os pressupostos de Ausubel (1982) (Oliveira C.; Oliveira A., 2019, p. 73-74).

Um modelo de aprendizagem baseado em uma mera transmissão de conteúdos será ineficiente, haja vista que pouco estabelece vínculo/ligações com informações já disponíveis no cérebro do indivíduo. É mister que o professor, à luz da Aprendizagem Significativa e da Neurociência, elabore mecanismos e estratégias no processo de ensino e aprendizagem que favoreçam as conexões/associações entre os conhecimentos prévios do estudante com o que se deseja ensinar, levando em conta o alcance dos objetivos traçados, o desenvolvimento de habilidades e a aquisição de novos conceitos (Damasceno Júnior; Romeu, 2021, p. 13).

Assim a neurociência aproxima das ideias de Ausubel quando defende que para a efetivação da aprendizagem é essencial um ambiente que instigue a reflexão, a imaginação, o desafio e a comunicação dos discentes a fim de possibilitar uma incorporação e transformação de novos conceitos que se relacionam com o cotidiano do aluno e apresentar o que deve ser aprendido de maneira que faça sentido para o aluno e a partir daquilo que ele já saiba (Galvão, 2017, p. 48-49).

[...] buscou-se base teórica nos campos da Aprendizagem Significativa, principalmente nas teorias de Ausubel, e também nos princípios da Neurociência Cognitiva (KANDEL, et al. 2014; CONSENZA; GUERRA, 2011; SANTOS; SOUSA, 2016) como fundamento para compreender os aspectos de como é construído o aprendizado no indivíduo. Com isso, essa pesquisa pretende disseminar os conhecimentos sobre a relação da Neurociência Cognitiva com a Aprendizagem Significativa como uma alternativa de compreender como ocorre o processo de ensino-aprendizagem e assim, incentivando a busca por metodologias alternativas e recursos didáticos que estimulem a criatividade, o dinamismo e a interatividade dos alunos (Cavalcante, 2021, p. 15-16).

Entre os aspectos apontados pelas pesquisas, temos a necessidade do abandono de um ensino tradicional focado na transmissão de conhecimentos, a valorização de estudantes no processo educativo e o foco na dimensão do desenvolvimento cognitivo, a valorização de

saberes prévios e o uso de metodologias alternativas. Aqui, há uma “casadinha” entre as Neurociências que entendem como o sujeito aprende e isso é retido no cérebro e a TAS que propõe caminhos para promover essa consolidação do conhecimento no cérebro por meio da Educação (Maiato, 2013; Teixeira, 2015; Santiago Júnior, 2016; Galvão, 2017; Oliveira, 2018; Bica, 2019; Vieira, 2019; Cavalcante, 2021; Santos *et al.*, 2016; Costa; Souza, 2021; Freitas; Sousa, 2022; Bedin; Del Pino, 2016; Oliveira C.; Oliveira A., 2019; Vizzotto, 2019; Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018; Damasceno Júnior; Romeu, 2021).

Se, na seção anterior, buscamos evidenciar como as relações tecidas entre as Neurociências com o Ensino são ainda hoje bastante frágeis, aqui vamos destacar como isso foi feito em prol de uma determinada concepção de Educação e sujeito e suas reverberações no trato das funções psicológicas.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel pensa a aprendizagem escolar a partir da perspectiva cognitivista, compreendendo a aprendizagem “como um processo de modificação de conhecimento” (Maiato, 2013, p. 31). De acordo com a TAS, as pessoas possuem uma organização cognitiva que se complexifica na medida que aprendem novos conceitos, desde que possuam um determinado conhecimento prévio sobre o assunto. A aprendizagem significativa parte da ideia de que a aquisição de novos saberes depende, necessariamente, de um ponto de ancoragem no sujeito, o seu conhecimento prévio. De acordo com Santos *et al.* (2016, p. 160):

Os conhecimentos que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva são definidos por Ausubel como conceitos subsunçores ou simplesmente subsunçores, que funcionam como uma âncora ou ponte cognitiva para a aquisição de novos conhecimentos (MOREIRA, 2012). A aprendizagem significativa ocorre quando as novas informações interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. A terminologia “substantiva” quer dizer não literal, ou não ao “pé da letra”, e não arbitrária significa que a interação não ocorre com qualquer ideia, mas com conhecimentos especificamente relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Para que a aprendizagem ocorra é preciso dessas “âncoras” (os conhecimentos prévios) e que o indivíduo tenha vontade e motivação de aprender (Maiato, 2013; Teixeira, 2015; Santiago Junior, 2016; Navegante, 2016; Galvão, 2017; Oliveira, 2018; Cavalcante, 2021; Santos *et al.*, 2016; Vizzotto, 2019; Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018; Damasceno Júnior; Romeu, 2021). Assim, as pesquisas apontam que três requisitos asseguram a aprendizagem significativa, sendo “a preexistência de conhecimentos na estrutura mental do indivíduo, a predisposição de aprender de forma ativa e a disponibilidade de novas informações coerentes” (Galvão, 2017, p. 48).

O professor, nesse caso, deve avaliar os conhecimentos dos estudantes e atuar na busca por conexões entre o que se sabe e o que vai ser ensinado, favorecendo “a padronização das informações e gerar significado para o cérebro do aprendiz” (Galvão, 2017, p. 49). Na ausência de uma dessas condições, ocorrerá uma aprendizagem mecânica, “a qual não mobiliza a estrutura cognitiva e nem o conhecimento prévio do sujeito” (Maiato, 2013, p. 31).

Conforme Santos *et al.* (2016) explicitam, a aprendizagem mecânica, diferente da aprendizagem significativa, diz respeito ao processo em que estudantes memorizam informações sem atribuir significados e sem compreensão do conteúdo, mas com capacidade de aplicar tais conhecimentos numa prova escolar por uma breve retenção dos conhecimentos. Essa aprendizagem mecânica é vinculada com o que se chama de ensino tradicional (Santos *et al.*, 2016; Cavalcante, 2021).

Segundo Cavalcante (2021, p. 52, grifo nosso), o Ensino de Química hoje é baseado na pedagogia tradicional, com aulas monótonas e que se restringe “a interação com os conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno, onde, a informação transmitida pelo professor é armazenada de forma literal e **praticamente sem significância**”. A autora pontua que na pedagogia tradicional e na aprendizagem mecânica os novos conceitos surgem sem levar em conta “o fator cognitivo e o contexto sociocultural idiossincrático” (Cavalcante, 2021, p. 52).

É corriqueiro o ensino dos conceitos químicos vinculando, primeiramente, a ideias da matemática, expressões e cálculos complicados de ser compreendidos, não disseminando a interpretação científica, o significado, a contextualização, caracterizando em um processo de ensino mecânico adotada pela pedagogia tradicional (GIESBRECHT, 1994). A consequência desse tipo de ensino mostra um conhecimento abstrato, aulas expositivas, atividades irrelevantes e práticas metodológicas ineficientes, aprendizagem **engessada e insignificante** (HENNING, 1986) (Cavalcante, 2021, p. 52-53).

Nem todas as pesquisas concordam com essa visão sobre a aprendizagem mecânica, considerando ser um dos polos necessários na aprendizagem (Santos *et al.*, 2016; Cavalcante, 2021), porque para que algo se torne conhecimento prévio ou subsunçor, é preciso que estudantes aprendam de alguma forma.

A teoria de Ausubel (1978) afirma que, durante a fase infantil, uma pessoa constrói diversas ideias âncoras, nesse momento, a aprendizagem mecânica em determinado assunto é primordial, pois ainda não existem subsunçores que possam relacionar os conceitos dentro da estrutura cognitiva do indivíduo, entretanto, no decorrer do tempo, os conceitos estudados posteriormente são acrescentados, agregando valores aos iniciais, e assim sendo essencial ressaltar a importância da construção de significados na formação de um futuro cidadão, consciente e ético com o meio em que vive (Cavalcante, 2021, p. 53).

Com base nesses enunciados mais gerais, as pesquisas fazem algumas costuras entre a TAS com aspectos específicos das Neurociências. E aqui, mais uma vez, vemos uma correlação direta entre as áreas por usarem dos mesmos termos, sem uma reflexão sobre os aspectos históricos e o núcleo teórico de cada proposição. Diferentes teorias podem estudar o mesmo objeto, o que não significa concordância. A Neurociência Cognitiva é mencionada enquanto o campo que abarca “processos correspondentes ao aprendizado e a memória a nível molecular e celular, interpretando como o cérebro se comporta nos mais diversos contextos” (Cavalcante, 2021, p. 55), e, por tratar da cognição, contribui para a TAS.

De acordo com a autora, Ausubel não era um teórico das Neurociências:

[...] entretanto essa relação entre a importância das estruturas cognitivas no processo do ensino-aprendizado, faz-se entender que as conexões neurais e a neuroplasticidade foram importantes nos estudos de Ausubel (1980), onde segundo a neurociência, a relação entre os subsunçores e os novos significados dados através da diferenciação progressiva surge novas ligações no sistema nervoso e assim, progressivamente irá ocorrer a plasticidade neural (Cavalcante, 2021, p. 54-55)

A discussão feita em Navegante (2016), Galvão (2017), Oliveira (2018), Cavalcante (2021) e Vizzotto (2019) partem do funcionamento cerebral a partir da organização e comunicação entre neurônios e a realização das sinapses para pensar a aprendizagem. Para Navegante (2016), essa importância da Neurociência e a TAS se dá pelo seguinte motivo:

Diante das possibilidades da aprendizagem significativa e da estrutura cognitiva, dizemos que pensar o ensino requer, além de uma formação consolidada e continuada do educador, a necessidade de integrar à sua formação aos diversos saberes e necessário do funcionamento do cérebro, para melhor compreender a forma como esse cérebro pode ser mais bem estimulado. Os estudos científicos vão demonstrando como cada cérebro do indivíduo recebe, processa, seleciona, transforma, memoriza e elabora todas as sensações captadas pelos diversos elementos sensores para que, a partir dessa compreensão, poder aplicar novas metodologias e estratégias educacionais aos alunos das series iniciais, desenvolvendo efetivamente as competências relativas aplicação dos novos conhecimentos, para além do ensino de ciências e, por conseguinte, um verdadeiro e harmonioso processo ensino-aprendizagem (Navegante, 2016, p. 66)

Os professores, então, precisam estimular cérebros, sabendo sobre seu funcionamento, para promover uma aprendizagem significativa. Desse modo, o conceito de plasticidade cerebral é evocado para pensar as modificações estruturais que decorrem da aprendizagem.

O cérebro possui plasticidade, e por isso, para Oliveira (2014), necessita ser desafiado, estimulado e reestruturado a todo o tempo. A cada experiência existe uma nova conexão, dando surgimento à novas sinapses neurais. Pode-se dizer que um ser humano nunca é o mesmo à medida que se articula com novas informações, pois o cérebro é moldável a novas situações. Tal concepção incentiva a escola a buscar desafiar os alunos, estimulando-os a estabelecerem ligações significativas aos conceitos ensinados (Vizzotto, 2019, p. 156).

As pesquisas afirmam que:

[...] evolutivamente, a procura por significado é inata, o cérebro precisa do que é familiar, e automaticamente o registra, ao mesmo tempo em que procura estímulos adicionais e reage a eles. Essa busca de relações de sentido e significação já vinha sendo apontada por David Ausubel (1918-2008), que elaborou a teoria da aprendizagem significativa (Galvão, 2017, p. 47).

Algumas estruturas cerebrais, indiferente do hemisfério a que pertence, tem estreita relação com a aprendizagem significativa, de modo, que os conceitos preexistentes serão agregados aos novos conhecimentos e transformados em conhecimento significativo (Oliveira, 2018, p. 56).

Com base nessas definições, nota-se que um ensino significativo provoca alterações na taxa de conexão sináptica e afeta a função cerebral, o que para a psicologia cognitiva, com vistas a estabelecer um paralelo, dentro da teoria de Ausubel pode ser denominado de Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) (Vizzoto, 2019, p. 156).

A partir desses conhecimentos e no estudo da memória, as pesquisas apontam que, para a elaboração de uma aprendizagem significativa, docentes precisam compreender que durante o ato educativo conexões são formadas e refeitas a partir dos estímulos fornecidos, e que “quanto maior o número de estímulos visuais, motores, auditivos, maior também será a possibilidade de a informação ser recebida de uma forma satisfatória e armazenada na memória de longo prazo, concretizando o aprendizado” (Navegante, 2021, p. 14).

Nessa perspectiva, a Neurociência Cognitiva (KANDEL, et al., 2014; CONSENZA; GUERRA, 2011; SANTOS; SOUSA, 2016) avança juntamente com as teorias sobre Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1978) em busca de entender como funcionam esses mecanismos de recepção e armazenamento dos conceitos na memória e quais os melhores métodos e recursos para trabalhar efetivamente as estruturas cerebrais em prol do aperfeiçoamento da aprendizagem no ensino (KANDEL et al. 2003) (Navegante, 2021, p. 14-15).

Nesse ponto, concordamos com Vidal e Ortega (2019) que saber quais são os correlatos neurais de um fenômeno não tornam um processo mais real, “nem saber que fatores experienciais moldam circuitos neurais ajuda a promover um comportamento social positivo” ou, no nosso caso, uma aprendizagem significativa.

Toda atividade que o ser humano leve a cabo envolve e afeta o cérebro de algum modo. Este órgão não é ativado ou desativado em certos momentos. Notamos nas pesquisas, como Vidal e Ortega (2019) também haviam destacado, que os trabalhos utilizam fatos psicológicos e conhecimentos da educação já amplamente conhecidos justapostos a conhecimentos neurocientíficos na suposta construção de um “neuro” alguma coisa, sem efetivamente trazer contribuições novas. E isso passa pela descrição da memória acrescida de seus correlatos neurais, da aprendizagem e das sinapses etc.

[...] numerosos artigos e palestras alegando oferecer explicações neurocientíficas para fenômenos psicológicos não fazem mais que apresentar dados comportamentais justapostos a poucas informações neurocientíficas – ou simplesmente descrever processos psi acompanhados de afirmações de que o cérebro deve estar envolvido (Vidal; Ortega, p. 18).

Ademais, existem atividades que demandam mais ou menos do sujeito, mas não há nenhuma metodologia na qual o sujeito esteja inativo. Inclusive, numa aula expositiva, processos altamente complexos podem ser mobilizados, a exemplo da atenção seletiva e das operações de pensamento, por isso, não podemos afirmar que não exista aprendizagem nessas condições ou que seja insignificante.

Entendemos que compreender as concepções prévias dos estudantes e como estes mobilizam o que sabem para descrever a realidade seja importante. Do mesmo modo, não podemos esquecer que a aprendizagem tem caráter social e não podemos reduzi-la, de um lado ao indivíduo, do outro ao fornecimento/recebimento de estímulos na sala de aula. A aprendizagem de conceitos não é uma tarefa simples que depende unicamente do volume de informações, e tampouco acreditamos que a motivação para o estudo, como descrevemos na seção anterior, deva partir unicamente dos estudantes como se fosse algo natural. Perde-se de vista que um dos objetivos em sala de aula é a construção de significados sociais e de motivos que auxiliem na aprendizagem e nas atividades de estudo.

Ensinamos a partir do que os sujeitos já sabem e, com a devida mediação, ensinamos também a partir do que não sabem, mas que podem vir a saber. Luria (2008) nos diz que a aprendizagem e a consolidação da memória dependem muito mais das mediações sociais e dos significados culturais compartilhados e bem menos de um processo linear de acúmulo de informações.

O conhecimento não está armazenado na memória como mercadorias num armazém, ou livros numa biblioteca, mas é preservado mediante um sistema sucinto de codificação que cria uma estrutura de ideias. Portanto, o que quer que a memória tenha retido desse modo conciso pode ser revivido e desenvolvido (Luria, 2008, p. 138).

Como vimos em Luria (1981; 1992) e em Vigotski (2023), a aquisição de elementos da cultura pode promover o desenvolvimento, uma requalificação dos processos psicológicos e modificação, assim, em toda estrutura da consciência. Ou seja, é importante que ensinemos operações, que possamos contribuir para o desenvolvimento de aspectos da memória, atenção, pensamento etc., contribuir para a apropriação dos conceitos. E, muito dos conceitos e operações que precisamos ensinar não estão dados, *a priori*, para estudantes, nem as suas bases.

A crítica ao ensino chamado tradicional está sendo feita a partir de uma concepção errada de cérebro e sobre seu funcionamento. Parece-nos, inclusive, que, de um lado, o ensino

tradicional só favorece a memória de curto prazo, e a TAS favorece a formação da memória de longo prazo. O foco na dimensão biológica tem tirado do horizonte a dimensão pedagógica do ato educativo.

Navegante (2021, p. 56) diz que, com base nos vínculos entre as Neurociências e a TAS, é possível refletir sobre metodologias e técnicas que favoreçam e explorem melhor as conexões realizadas no cérebro, com enfoque em “sensações, emoções, estímulos e experiências proporcionando sucesso no trabalho docente, facilitando a aprendizagem dos alunos”. Mas fica uma pergunta: A partir desse vínculo, qual é a régua que mede a aprendizagem significativa?

Ausubel (2000) não apresentou um instrumento que pudesse medir a aprendizagem significativa obtida por um indivíduo, de todo modo, Novak (1977), Moreira e Masini (1982), Darroz, Rosa e Ghiggi (2015), entre outros autores, argumentam que um aluno, ao organizar suas ideias e informações, de um assunto estudado qualquer, de modo esquematizado, hierarquizado e com os conceitos relacionados, estará manifestando evidências de uma aprendizagem significativa (Damasceno Júnior; Romeu, 2021, p. 9).

A dimensão da organização do trabalho educativo é estudada há muito tempo no campo da Didática, então, mais uma vez, se tirarmos o neuro das pesquisas, encontramos os velhos discursos sob uma falsa ideia de novidade.

As pesquisas têm encontrado suas âncoras nas Neurociências muito menos pelo que essa área pode ofertar de conteúdo e mais pelo seu status social. E isso fica nítido nas propostas educativas. Bica, Mello-Carpes e Roehrs (2018) defendem, por exemplo, o uso de múltiplas representações alegando que “essas diferentes ações didáticas são representações que podem complementar, confirmar ou reforçar conhecimentos anteriores de cada aluno, de modo a sustentar uma aprendizagem significativa, quando utilizados de forma integrada” (Bica; Mello-Carpes; Roehrs, 2018, p. 1).

Em Vieira (2019), a autora propõe uma sequência didática baseada nas Neurociências, tomando como referência os aspectos emocionais e desenvolvimento das funções executivas, além da aprendizagem significativa. Na aula 1 é feito um levantamento de concepções prévias de estudantes e a exposição do plano de trabalho. A aula 2 consistiu na leitura e discussão de um texto, com o uso de imagens ao final para ilustrar o conceito trabalhado. Na aula 3, estudantes assistiram vídeos de animações conhecidas que envolvessem o conceito trabalhado e depois passaram por uma aula expositiva. Na aula 4, estudantes trabalharam em equipe usando um simulador. E na última aula, 5, receberam uma lista de exercícios.

A atividade propõe formas interessantes de desenvolvimento de operações importantes vinculadas aos conceitos da Física e cria situações de maior interação entre os próprios estudantes e com professores. O que, mais uma vez, nos leva a observar que procedimentos já

validados no Ensino de Ciências são acrescidos do prefixo “neuro” sob a perspectiva de uma inovação que não chega.

Teixeira (2015) realizou uma sequência didática para trabalhar o conteúdo de reações químicas e alguns experimentos em grupo foram realizados. Baseado nos textos de Ausubel e Howard Gardner, vinculando às neurociências, conclui:

No trabalho em equipe para a produção do sabão em cada grupo – fazer anotações, selecionar materiais, misturar reagentes, trabalhar com diferentes opiniões – a atividade proposta potencializou a inteligência interpessoal. A destinação correta para óleos de uso doméstico usados como produção de novos bens de consumo ambientalmente sustentáveis aguçou ainda mais a inteligência naturalista além de promover uma aprendizagem significativa das reações químicas envolvidas. Nessa perspectiva, as atividades destes módulos foram pensadas como estratégias para o incentivo à discussão e reflexão; o trabalho em equipe corrobora com o estímulo à inteligência interpessoal e a temática proposta vai ao encontro da inteligência naturalista. Salienta-se também nesta atividade, o estímulo à inteligência corporal-cinestésica uma vez que a realização de experimentos está associada ao movimento (Teixeira, 2015, p. 108).

Observemos agora outra pesquisa fora da área das Neurociências que realiza uma atividade similar ao que foi feito em Teixeira (2015). No texto de Côgo, Terra e Rainha (2019), intitulado “Contribuições do CTS/CTSA para o Ensino de Ciências: O sabão como temático sociocientífica”, a conclusão diz o seguinte:

A intervenção pedagógica “O sabão no seu cotidiano”, promove ricos momentos de diálogos. O Ensino de Ciências sob perspectiva CTS/CTSA de um tema sociocientífico é defendida, pois estimula a reflexão sobre os saberes prévios, enquanto são transformados em aprendizagens ressignificadas. A metodologia demonstra uma forma contextualizada para trabalhar os conteúdos científicos em atendimento ao curricular vigente, contribuindo para a formação crítica e reflexiva dos participantes. As discussões mostram marcas argumentativas em consequência à aprendizagem. As contribuições de Santos e Schnetzler (2010) corroboram com os resultados desta pesquisa, quando reverberam sobre o aprendizado ocorrer ao aproximar os conhecimentos escolares com a vida cotidiana, promovendo a capacitação para a resolução de problemas reais [6]. Quando o professor-mediador possibilita a produção, construção e reelaboração dos conhecimentos pelos discentes decorre um constante processo de ressignificação (Côgo; Terra; Rainha, 2019, p. 5).

Se compararmos ambas as conclusões de Teixeira (2015) e Santos (2018), sem entrar no mérito dos referenciais, podemos achar os mesmos componentes: valorização do conhecimento sobre sustentabilidade e olhar crítico para questões ambientais; atividade prática que auxilia na aprendizagem de elementos sobre técnicas e manuseio de materiais de laboratório; interdisciplinaridade; discussão de conceitos e valorização das relações interpessoais (já que em ambos os casos equipes trabalharam juntas e houve momentos de discussão com docentes).

Encontramos também algumas proposições sobre uso de tecnologias, TAS e Neurociências. De acordo com Bedin e Del Pino (2016, p. 37):

[...] acredita-se que as tecnologias possam auxiliar na capacidade de o educando receber estímulos exteriores de aprendizagem, pois quando estas foram utilizadas como estratégias pedagógicas pelo professor no momento de trabalhar sobre a temática na rede social durante os processos de ensino e aprendizagem, caracterizaram a constituição de estímulos que produziram a reorganização do Sistema Nervoso (SN) em desenvolvimento, resultando em aprendizagem significativa no educando.

Segundo os autores, foi realizada uma pesquisa de cunho etnográfico virtual, no Facebook, em grupo fechado com estudantes de nível médio. Estudantes tiveram aulas presenciais sobre sustentabilidade e, após um certo período, responderam perguntas de múltipla escolha sobre o conteúdo estudado (Bedin; Del Pino, 2016).

Segundo os autores, houve uma aproximação entre ensino de Química, Neurociências e uso de tecnologias nessa proposta. Concluem que:

Em particular, averiguou-se que com o auxílio das tecnologias a aprendizagem dos estudantes foi significativa, uma vez que aprenderam sobre Sustentabilidade Ambiental e conseguiram memorizar o conceito trabalhado; a atividade desenvolvida no Ensino de Química foi realizada com atenção, seriedade e comprometimento dos estudantes, uma vez que se memoriza as experiências que passam pelo filtro da atenção; memória é imprescindível para a aprendizagem (GUERRA, 2011). Assim, entende-se que a estratégia pedagógica desenvolvida pelo professor, o qual **utilizou recursos tecnológicos para trabalhar a questão de Sustentabilidade Ambiental no Ensino de Química, agrupou ações multissensoriais, as quais foram fundamentais para ativar as múltiplas redes neurais que estabelecem associação entre si no cérebro dos estudantes** (Bedin; Del Pino, 2016, p. 37, grifo nosso).

Na pesquisa de Maiato (2013), a autora realiza uma pesquisa envolvendo imageamento cerebral com três estudantes de Ensino Médio em três situações: na primeira, estudantes observam um experimento de química feito por uma professora; na segunda, os estudantes realizam o experimento acompanhados da professora; e, na terceira, os estudantes assistem novamente o experimento realizado na situação 1. Além disso, “após a situação 1, foi aplicado o teste de evocação de memória de curta duração, e após as situações 1 e 2, foi aplicado o teste de evocação de memória de longa duração” (Maiato, 2013, p. 47). A pesquisa é interessantíssima, atuando como um reforço das práticas de experimento em Ensino de Ciências:

O ato de observar o experimento possibilita a construção de memórias e pode constituir fonte de construção de conhecimento. Contudo, os resultados demonstram que a aula de experimentação em que o aluno faz o experimento, além de ter potencial de envolver o indivíduo positivamente, exige mais esforço cognitivo, ampliando as possibilidades de manter e/ou evocar informações na memória. Essas atividades emergem como uma boa estratégia de ensino, pois envolvem habilidade motora, raciocínio e proporcionam ao aluno utilizar os diferentes sentidos na aprendizagem, aprendendo de forma mais adequada ao seu estilo cognitivo e desenvolvendo várias estratégias de pensamento (Maiato, 2013, p. 65-66).

No entanto, não podemos concordar com os fundamentos que sustentam a pesquisa, baseada na Aprendizagem Significativa e nas múltiplas representações, voltada para a formação e desenvolvimento de cérebros que aprendem de modos distintos, dado o exposto na fundamentação teórica. Ademais, a conclusão também não difere no que as pesquisas em experimentação propõem.

Conforme a neurociência, nas práticas multisensoriais diversas e diferentes áreas cerebrais são estimuladas para o processamento das informações, resultando numa aprendizagem mais complexa, uma vez que quanto maior o número de estímulos sensoriais, maior a chance de aumentar o número de dicas de evocação de memórias. Nesse sentido haveria possibilidade das memórias semânticas serem ampliadas através da formação de memórias episódicas que podem ser mais marcantes pra o aluno, pois está exposto a uma experiência com maior riqueza de detalhes (Maiato, 2013, p. 66).

De acordo com Brockington (2021), no Brasil, ainda não existem grupos que trabalhem do mesmo modo que a pesquisa de Maiato (2013) foi feita. O autor apresenta uma gama de pesquisas sobre imageamento cerebral e atividades envolvendo conceitos matemáticos e físicos, concluindo que alguns dos achados expostos “podem ser utilizados para a elaboração de modelos atuais de mudança conceitual que, de fato, tratem da persistência das concepções alternativas ao invés de simplesmente constatá-las” (Brockington, 2021, p. 19).

Muitos trabalhos analisados advogam pelo uso dos achados a partir de neuroimagens, porém, a partir do que analisamos até esse ponto, achamos ser importante dar um passo atrás. É preciso considerar uma série de outras variáveis que atravessam as produções científicas, sobre o que se considera como Neurociências, como tais conhecimentos são produzidos e quais concepções de mundo e sujeito atravessam tal perspectiva. Por esse motivo, não podemos pensar somente na imagem em si, mas na forma como experimentos são delineados, conduzidos e como os resultados obtidos são interpretados.

Para além desses problemas mencionados, a visão equivocada sobre o funcionamento do cérebro impacta também na forma como os processos psicológicos são tratados. O cérebro é visto de modo particionado, considerando que temos propostas didáticas criadas a partir de um determinado processo psicológico e seus correlatos neurais. O objetivo da pesquisa de Silva (2018b, p. 15) é:

O objetivo principal desta pesquisa foi investigar os efeitos de recursos pedagógicos, como modelos moleculares físicos alternativos e virtuais (Realidade Aumentada), na aprendizagem e desenvolvimento de habilidades visuoespaciais associadas às noções de geometria molecular. Complementarmente, verificou-se como algumas escolhas didáticas baseadas em princípios neuroeducativos¹ podem contribuir para a aquisição, formação e evocação da Memória de Longo Prazo.

Importante pontuar o que Silva (2018b, p. 15) entende por princípios neuroeducativos, afirmando que “referem-se ao resultado de evidências científicas de campos do conhecimento, como psicologia, educação e neurociência que justifica a aprendizagem escolar sob várias condições”.

Tal princípio é aduzido da obra *From the laboratory to the classroom: translating science of learning for teachers* (Do laboratório para a sala de aula: traduzindo a ciência da aprendizagem para professores, tradução nossa), com autoria de J. C. Horvath, J. M. Lodge e J. Hattie, publicado originalmente em 2017. Sobre o termo Ciência da Aprendizagem, Silva (2018b, p. 15) diz que é o “campo do conhecimento [...] criado justamente para correlacionar achados de laboratório com práticas de sala de aula, tendo como resultado o surgimento de princípios educativos”.

Em Menezes (2022a, p. 20), o objetivo enunciado é:

Por isso, o principal objetivo dessa pesquisa foi investigar os efeitos que a aplicação de um jogo didático baseado nos constructos da Neurociência Cognitiva, especificamente na função executiva atenção seletiva tem sobre as adaptações neurocognitivas de adolescentes estudantes do Ensino Médio em relação à aprendizagem do conteúdo Funções Orgânicas.

Em ambos os casos, temos a proposição de sequências didáticas para o ensino de um determinado conceito químico. Nesse caso, temos mais uma vez a descrição de fatos educacionais e psicológicos acrescidos de correlatos neurais que incluem o “neuro” na pesquisa. Os autores fazem a proposição de atividades inovadoras, não pelo neuro, mas pela organização das tarefas. Preocupa-nos a crença que conhecer a estrutura psicológica de um determinado processo possa servir de esqueleto para a construção de proposições didáticas. As ferramentas de estudo da atenção nas neurociências e seus resultados podem ser ajustados para caberem na sala de aula ou numa sequência didática?

Para nós, toda essa problemática deriva do estudo particionado da consciência no campo das Neurociências e de como esse debate vem sendo deixado em segundo plano, como vimos no capítulo anterior. No capítulo teórico, discorreremos sobre os problemas basilares de método dos estudos mais recentes sobre a consciência. Aqui nesta seção, vemos a consequência.

A incorporação das Neurociências hegemônicas na pesquisa é também a incorporação da consciência enquanto essa qualidade interna e inerente do sujeito. É a individualização do sujeito em todas as suas dimensões. Essa concepção de consciência, de sujeito e a visão do cérebro apenas como uma rede interligada têm contribuído para uma visão de ser humano fragmentado e reduzido às suas funções mentais.

Vimos, a partir dos estudos de Luria, Vigotski e Leontiev, que os estudos dos processos psicológicos em separado tinham um núcleo único, a compreensão da formação da consciência humana e seu desenvolvimento histórico. E como Luria (1992) relata, nem sempre as formas de se estudar esses processos (dentro ou fora da Psicologia Histórico-Cultural) foram adequados e eram necessárias constantes revisões e sínteses. Dente os questionamentos colocados por Luria (2010, p. 194):

É a consciência realmente um estado primário, sem qualidade, dado diretamente a cada um de nós? É ela um estado simples e indivisível, destituído de toda história, ao longo da qual poderia ser gradualmente formada? Deve ser a consciência, de fato, entendida como um “estado interior” primário, e suas raízes devem ser procuradas no interior do organismo, nas profundezas da mente ou nas estruturas neuronais do cérebro?

É um problema que o Ensino de Ciências não vai resolver (e nem é seu objetivo responder questões seculares sobre o cérebro e da Psicologia), mas que também em nada contribuirá se seguir, nos termos de Vidal e Ortega (2019), olhando para o ser humano enquanto um sujeito-cérebro, destituído de todas as outras propriedades que caracterizam sua humanidade, reproduzindo concepções equivocadas sobre aprendizagem e desenvolvimento.

A consciência nunca foi um “estado interior” primário da matéria viva; os processos psicológicos surgem não no “interior” da célula viva, mas em suas relações com o meio circundante, na fronteira entre o organismo e o mundo exterior, e ela assume as formas de um reflexo ativo do mundo exterior que caracteriza toda atividade vital do organismo (Luria, 2010, p. 194).

Não existe aluno inativo, não existe cérebro particionado e independente de qual seja a metodologia, o sujeito está sempre ativo, seja em repouso ou se movimentando, assistindo uma aula expositiva ou palestra. Não existe fundamento neurocientífico conciso que justifique esta ou aquela escolha metodológica e que evidencie porque uma escolha é melhor que outra. O prefixo “neuro” tem sido usado como um reforço de práticas conhecidas e difundidas no Ensino de Ciências, mas esse reforço vem acompanhado de concepções e ideologias que não estão sendo sequer debatidas. A Neurociência Cognitiva, por exemplo, sequer é questionada em seus fundamentos por ser uma área “objetiva” com intuito de estudar os processos psicológicos superiores a partir de dados científicos.

Sei que fiz muitas perguntas ao longo desta dissertação, mas gostaria de deixar a última para nossa reflexão nesta seção: As neurociências hegemônicas ajudaram em exatamente o que para o Ensino de Ciências?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegamos ao final da dissertação. Uau.

Fico muito feliz com o que fizemos até aqui! Ainda que eu tenha sensações mistas sobre a pesquisa, esta é também uma valorização do ser humano enquanto potência e não somente um cérebro. Mesmo chegando até aqui com muitas lacunas e perguntas sem respostas, esperamos ter contribuído de algum modo para a reflexão sobre o que estamos chamando de “Neurociência”, “conhecimentos neurocientíficos”, e como isso têm reproduzido concepções erradas e, muitas vezes, problemáticas sobre o que é o ser humano e a que serve a Educação.

Todo esse texto resulta do nosso esforço homérico em compreender o tal do “neuro” e como isso chega no Ensino de Ciências. No processo de escrita, buscamos mostrar que não é o cérebro que vai para a escola, mas um estudante, uma pessoa com histórias, experiências e particularidades. É um indivíduo que não pode ser reduzido em suas funções mentais. Luria (1992) nos ensinou que o estudo objetivo do cérebro e do seu funcionamento a partir de métodos científicos e instrumentos auxiliares de laboratório não deve renunciar à riqueza da experiência humana.

O autor complementa que o desenvolvimento da medicina e das técnicas e representações matemáticas produziram médicos em seu tempo incapazes de utilizar os métodos e técnicas combinados à observação dos fenômenos clínicos, sem entender a realidade clínica em sua inteireza, sem efetivamente olhar para as pessoas (Luria, 1992). Se quisermos valorizar os estudantes na escola, sem incorrer no erro dos médicos mencionados por Luria, não podemos olhar para estes sujeitos enquanto cérebros e funções.

Também não achamos que criar uma horda de “neuroeducadores” seja um caminho possível ou adequado. A defesa do “neuro” a qualquer custo tem atropelado e silenciado docentes, desconsiderando as condições concretas de efetivação do seu trabalho e suas demandas. A pressão por uma constante atualização, para chegarmos no século XXI, é uma ilusão que projeta um futuro neurocientífico que talvez nem venha a existir e que oculta as mazelas que passamos no agora.

Para enfrentarmos essas questões, construímos uma dissertação que dá um passo para trás, no sentido de investigarmos as dimensões filosóficas e epistemológicas do que chamamos hoje por Neurociências e de tentar trazer essa arguição. Isso foi possível através de um estudo sistemático das obras do médico e psicólogo soviético A. R. Luria.

Nós vimos que a construção da neuropsicologia luriana pautada no Materialismo Histórico-Dialético ocorreu por meio de uma revisão dos conhecimentos neurocientíficos de

sua época não somente pelos resultados das pesquisas, mas pelos seus fundamentos. A análise minuciosa das concepções de cérebro, ser humano, sociedade, desenvolvimento, feitas por Luria, nos auxiliaram bastante na compreensão dos problemas enfrentados nesta dissertação.

A partir da nossa questão de pesquisa, objetivamos compreender o que as pesquisas do Ensino de Ciência têm chamado de Neurociências e como os conhecimentos desse campo foram mobilizados para pensar formação e atuação docente, além das implicações para ações de planejamento e execução de atividades com viés neurocientífico.

Sob tais fundamentos, elaboramos nosso primeiro eixo de análise que expõe as fragilidades nas relações entre as Neurociências e o Ensino de Ciências, voltadas para a formação e prática docente.

Vimos que desde o uso de teorias indevidas, como as Inteligências Múltiplas e os neuromitos, tem-se proposto para professores conhecimentos esvaziados de Ciência e preenchidos com achismos e ideologia dominante. Isso tem implicado no reforço da ideia de incompetência docente pelo não domínio do que tem se chamado de conhecimento neurocientífico nas pesquisas, de modo a empurrar para a subjetividade docente a culpa pelo fracasso de estudantes e da Educação como um todo.

Por essa razão, reiteramos que o fato de docentes não saberem sobre Neurociências, Neuroeducação e outras variações não significa que estes docentes não estejam mobilizando processos psicológicos em sala de aula, que não estejam ensinando conceitos e operações! Toda e qualquer atividade proposta em sala de aula, adjetivada como neuroeducativa ou não, vai demandar um grau de esforço do sujeito que é ativo em todo momento do processo.

Não há um debate nas pesquisas sobre as raízes sociais e históricas dos problemas escolares enfrentados em nível de Brasil. Na contramão, o que vemos é uma repetição de jargões comuns no Ensino de Ciências, como o apelo contra o tradicional, a necessidade de valorizar práticas divertidas que gerem motivação e de valorização dos cérebros dos estudantes. Vemos também a aceitação da BNCC e seu uso, desconsiderando todas as críticas já feitas ao documento desde a primeira versão em 2015.

Já no segundo eixo de análise, mostramos como certas metodologias e procedimentos são justificados a partir das Neurociências enquanto argumento de autoridade e efetivamente não trazem nada de novo para o campo. A inovação prometida pelo “neuro” não chegou. Temos a criação de novos nomes para práticas já validadas no Ensino de Ciências e temos descrições de fatos psicológicos acompanhados de correlatos neurais que tem agregado uma roupagem ideológica nas práticas já consolidadas.

Vimos que a visão fragmentada sobre a formação da consciência tem levado a proposição de atividades que se fundamentam numa visão de um cérebro compartimentalizado em funções que se interligam de modo quase que mecânico.

Muito importante pontuar que trabalhos recentes sobre o estudo de uma função psicológica particular, ou que propõem tarefas de caráter desenvolvimental de uma única função, deixam de lado que o cérebro funciona como um sistema dinâmico interligado e que há pessoas com sua singularidade envolvidas no processo, com suas distintas formas de organização da atividade, formas de comunicação e relação com o mundo etc.

Algumas das pesquisas analisadas nesta dissertação advogaram pela criação de pontes entre as Neurociências e o Ensino de Ciências, mas precisamos derrubar algumas das pontes feitas até aqui. É preciso questionar criticamente sobre as ideologias que têm atravessado essas pontes e que têm adentrado nas escolas. Dentro do nosso contexto societário, as Neurociências têm servido enquanto um tentáculo da ideologia dominante, reproduzindo concepções antigas com novos nomes. Isso está evidente na ideia dos ambientes enriquecidos e a Teoria da Carência Cultural. Vidal e Ortega (2019, p. 19) ainda destacam que “sob a superfície neuro há crenças e até mesmo instruções práticas que remontam aos manuais higienistas do século XIX”.

Acreditamos que a Neurociência pela ótica do materialismo possa fornecer um caminho possível para a busca de elos entre os conhecimentos sobre o desenvolvimento humano, sistema nervoso e a Educação que superem algumas dessas ideologias e concepções ultrapassadas sobre o cérebro. Até o momento, consideramos que os trabalhos de Luria ainda precisam ser melhor explorados no campo do Ensino de Ciências para pensarmos no passo adiante, o que fazer, então, a partir da nossa análise, para que possamos pensar em qual “neuro” chega na escola e como isso deve ou não ser feito. Desse modo, construir pontes que realmente tragam avanços, que barrem retrocessos.

REFERÊNCIAS

- AMADO, Jorge. “Depoimento literário sobre o acadêmico Anokhin”. *In*: BURZA, J. B. **Cérebro, neurônio, sinapse: teoria do sistema funcional**, de P. K. Anokhin, seguidor avançado de I. P. Pavlov. São Paulo: Ícone: 1986.
- AMARAL, Maria Gerlaine Belchior; GALVÃO, Willana Nogueira Medeiros; FARIAS, Isabel Maria Sabino. Neurociência na formação de professores: uma análise das matrizes curriculares dos cursos de licenciatura de uma universidade pública do Nordeste. **Interfaces da educação**, v. 13, n. 38, p. 332-351, 2022.
- AMARAL, Ana Luiza Neiva; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e Educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília: SESI/DN, 2022.
- BEDIN, Everton; DEL PINO, José Cláudio. Tecnologias no Ensino de Química: Uma Avaliação Neurocientífica para os Processos de Ensino e Aprendizagem. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 1, p. 31-40, 2016.
- BICA, Mário Sérgio Nunes. **Discutindo avaliação no ensino de ciências para estudantes do ensino fundamental: uma estratégia metodológica baseada em múltiplas representações e neurociência**. 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2019.
- BICA, Mário Sérgio Nunes; MELLO-CARPES, Pâmela Billing; ROEHRS, Rafael. A neurociência e as múltiplas representações: possíveis convergências para o ensino de ciências. **#Tear: revista de educação, ciência e tecnologia**, Canoas, v. 7, n. 2, p. 1-18, 2018.
- BORGES, Evelyse Lemos. Os mapas conceituais como instrumento de avaliação formativa. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM CIÊNCIAS, 2., Valinhos, 1999. **Anais...** Valinhos, SP: ABRAPEC, p. 232-236, 1999.
- BOWDEN, Douglas M. Meta-principles in Luria’s neuropsychology. **SKOLEPSYCOLOGI**, n. 6, p. 407-408, 1971.
- BROCKINGTON, Guilherme. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200430 (1-21), 2021.
- BURZA, J. B. **Cérebro, neurônio, sinapse: teoria do sistema funcional**, de P. K. Anokhin, seguidor avançado de I. P. Pavlov. São Paulo: Ícone: 1986.
- CARVALHO, Fernanda Antoniollo Hammes de. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 537-550, 2010.
- CÁSSIO, Fernando (Org.). **Educação contra a barbárie: por escolas democráticas e pela liberdade de ensinar**. São Paulo: Boitempo, 2019.
- CAVALCANTE, Valdiana Gomes. **A neurociência como base para a aprendizagem significativa de estereoquímica dos compostos orgânicos: uma pesquisa no curso técnico**

em química do IFCE – Campus Maracanaú. 2021. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2021

CODEA, André. **Neurodidática: Fundamentos e Princípios**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2019.

COELHO, Antonia Ediele de Freitas; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Neuroeducação e a construção de indicadores de habilidades cognitivas. **Educação**, v. 46, n. 1, p. e109 (1-29), 2021.

COELHO, Pâmela Cadima; HERNÁNDEZ, Hansel Soto; HAZIN, Izabel. A concepção neuropsicológica de Aleksander Lúria e Liev Vigotski: uma abordagem histórico-cultural. *In*: TOASSA, Gisele; MARQUES, Priscila Nascimento (orgs.). **Novas perspectivas em Vigotski: História, Filosofia, Arte, Ciência**. Bauru, SP: Editora Mireveja, 2024.

CÔGO, Sannya Maria Britto; TERRA, Vilma Reis; RAINHA, Karla Pereira. Contribuições do CTS/CTSA para o Ensino de Ciências: O sabão como temática sociocientífica. *In*: ENCONTRO CIENTÍFICO DE FÍSICA APLICADA, 10., São Paulo, 2019. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2019, p. 93-98.

COSENZA, Ramon M. Neuroanatomia funcional básica para o neuropsicólogo. *In*: FUENTES, Daniel et al. (orgs.). **Neuropsicologia Teoria e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

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

COSTA, Amanda Cristina Magalhães; SOUZA, Vinícius Catão de Assis. Análise de trabalhos que abordam a relação entre Neurociências e Educação no período de 2014 a 2019 e suas interfaces com o Ensino de Ciências/Química. **Educação**, v. 46, n. 1, p. e111 (1-25), 2021.

CUBELLI, Roberto. The history of neuropsychology according to Norman Geschwind: continuity and discontinuity in the development of science. **Cortex**, v. 41, n. 2, p. 271-274, 2005.

DAMASCENO, Benito Pereira. Contribuições dos estudos de autores soviéticos para a psicologia e a neurociência cognitiva contemporâneas. **Cadernos CEDES**, v. 40, n. 111, p. 156-164, 2020.

DAMASCENO JÚNIOR, José Ademir; ROMEU, Mairton Cavalcante. Contribuições da neurociência e da aprendizagem significativa para o ensino de física e de conceitos básicos de astronomia: algumas aproximações preliminares. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e033 (1-22), 2021.

DIAS, Juliana Vilas Bôas Costa; SIQUEIRA, Rafael Moreira. O Recuo da Teoria nas Atuais Reformas Curriculares Analisadas a partir da Pedagogia Histórico-crítica. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 4, n. 1, p. 1-20, 2023.

FREITAS, Priscila dos Santos Caetano de; SOUSA, Carlos Eduardo Batista de. Contribuições da Neurociência para a formação docente em ciências: uma revisão sistemática integrativa de literatura. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 1-18, 2022.

GALVÃO, Sirlândia Kelis Pereira Agra. **Implicações da neurociência cognitiva na prática pedagógica de professores de biologia**. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

GARDNER, Esther. P; JOHNSON, Kenneth O. A codificação sensorial. *In*: KANDEL, Eric K. *et al.* **Princípios de neurociências**. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2014.

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MANGUN, George R. **Cognitive Neuroscience: The biology of the mind**. 5. ed. New York: W. W. Norton & Company, 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GILBERT, Charles D. A natureza construtiva do processamento visual. *In*: KANDEL, Eric K. *et al.* **Princípios de neurociências**. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2014.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOULD, Stephen Jay. **A falsa Medida do Homem**. Tradução de Valter Lellis Siqueira. São Paulo: Martins Fontes. 2014.

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

HAZIN, Izabel *et al.* Neuropsicologia no Brasil: passado, presente e futuro. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 18, n. 4, p. 1137-1154, 2018.

HOMSKAYA, Evgenia D. **Alexander Romanovich Luria: A Scientific Biography**. New York: Springer Science & Business Media, 2001.

HORVATH, Jared C., LODGE, Jason M.; HATTIE, John (Eds.) **From the laboratory to the classroom: translating science of learning for teachers**. New York: Routledge, 2017.

KANDEL, Eric K. *et al.* **Princípios de neurociências**. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2014.

KARPOV, B.; LURIA, A.; YARBUS, A. Disturbances of the structure of active perception in lesions in the posterior and anterior regions of the brain. **Neuropsychologia**, v. 6, n. 2, p. 157-166, 1968.

KOSIK, Karel. **Dialética do concreto**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

LEFÈVRE, A. B. “Depoimento científico sobre o acadêmico Anokhin”. *In*: BURZA, J. B. **Cérebro, neurônio, sinapse: teoria do sistema funcional**, de P. K. Anokhin, seguidor avançado de I. P. Pavlov. São Paulo: Ícone: 1986.

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

LEONTIEV, A. N. **O Desenvolvimento do Psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Editora Centauro, 2004.

LEONTIEV, A. N. **Atividade, Consciência e Personalidade**. Bauru, SP: Editora Mireveja, 2021.

LOWRY, Louis. **O doador de memórias**. São Paulo: Arqueiro, 2014.

LURIA, A. R. **Higher Cortical Functions in Man**. New York: Basic Books Publisher, 1966.

LURIA, A. R. **The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology**. New York: Basic Books Publisher, 1973.

LURIA, A. R. **The selected writings of A. R. Luria**. New York: M. E. Sharp, 1978.

LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral. v. I**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979a.

LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral. v. II**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979b.

LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral. v. III**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979c.

LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral. v. IV**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979d.

LURIA, A. R. **Fundamentos de Neuropsicologia**. São Paulo: EDUSP, 1981.

LURIA, A. R. **The mind of a mnemonist: A little book of a vast memory**. Cambridge: Harvard University Press, 1987a.

LURIA, A. R. **Pensamento e linguagem: as últimas conferências de Luria**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1987b.

LURIA, A. R. **A construção da mente**. São Paulo: Ícone, 1992.

LURIA, A. R. **O homem com o mundo estilhaçado**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2008.

LURIA, A. R. O cérebro humano e a atividade consciente. *In*: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 2010.

MACHADO, Angelo. **Neuroanatomia Funcional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 2005.

MACIEL, Dayenne Godoy Pellucci. **Contribuições do jogo didático na aprendizagem de ciências**: uma estratégia que exercita as habilidades cognitivas e sociais e promove a motivação. 2020. 112 f. Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

MAIA, Heber. **Neurociências e desenvolvimento cognitivo**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.

MAIATO, Alexandra Moraes. **Neurociências e aprendizagem**: O papel da experimentação no ensino de ciências. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013.

MALLOY-DINIZ, Leandro F. *et al.* Neuropsicologia das funções executivas e da atenção. *In*: FUENTES, Daniel *et al.* (orgs.). **Neuropsicologia Teoria e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

MARTINS, Lígia Márcia. A internalização de signos como intermediação entre a psicologia histórico-cultural e a pedagogia histórico-crítica. **Germinal - Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 44-57, 2015.

MARTINS, Lígia Márcia; LAVOURA, Tiago Nicola. Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. **Educar em Revista**, v. 34, n. 71, p. 223-239, 2018.

MASSI, Luciana *et al.* Incorporação da Pedagogia Histórico-Crítica na Educação em Ciências: Uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 212-255, 2019.

MENEZES, Thiago de Carvalho. **Influências da neurociência cognitiva no ensino de química**: como os conhecimentos sobre atenção seletiva poderiam auxiliar na aprendizagem das funções orgânicas?. 2022. 221 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022a.

MENEZES, João Paulo Cunha de. Neurociência e formação docente: prevalência de mitos em licenciandos e professores no ensino de ciências: um estudo de caso no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 14, n. 30, p. 181-195, 2022b.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva. **Contribuições da psicologia histórico-cultural para ludicidade e experimentação no ensino de química**: além do espetáculo, além da aparência. 2015. 248 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2015.

MOGRABI, Daniel C.; MOGRABI, Gabriel J. C.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Aspectos históricos da neuropsicologia e o problema mente-cérebro. *In*: FUENTES, Daniel *et al.* (orgs.). **Neuropsicologia Teoria e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

MORADILLO, Edilson Fortuna de. **A dimensão prática na licenciatura em química da UFBA: possibilidades para além da formação empírico-analítica.** 2010. 267 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2010.

MOREIRA, Marli Merker. **The use of concept maps and the five questions in a foreign language classroom: effects on interaction.** Ithaca, NY, Cornell University, 1988.

MOURÃO, Ireuda da Costa. **Ensino de didática na Licenciatura em Química no Brasil.** 2015. 276f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

NAVEGANTE, Polyana Milena Barros. **Neurociência e os processos cognitivos: práticas pedagógicas e perspectivas da aprendizagem no ensino de ciências nos anos iniciais.** 2016. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Ciências na Amazônia) – Universidade Estadual do Amazonas, Manaus, 2016.

O DOADOR de memórias. Direção de Phillip Noyce. EUA: The Waldem Media, 2014. 1 DVD (97 min.)

OLIVEIRA, Cleyton Machado de. **Contribuições da neurociência cognitiva para refletir o processo de ensino e aprendizagem em ciências: conhecendo e reconhecendo as potencialidades do cérebro.** 2018. 159 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

OLIVEIRA, Cleyton Machado de; OLIVEIRA, André Luís de. Dissertações e Teses Encontradas no Banco da Capes (2000–2017) Correlacionadas à Neurociência Cognitiva e o Ensino de Ciências. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 1, p. 70-88, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Understanding the brain: Towards a new learning science.** Paris: OECD Publishing, 2002.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Understanding the brain: The birth of a learning science.** Paris: OECD Publishing, 2007.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Compreendendo o cérebro: Rumo a uma nova ciência do aprendizado.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.

OSPINA, Valentina Castaño. **Multiple Intelligences (MI) Theory in Education: A Critical Analysis of The Neuromyth.** 2023. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Inglês e Espanhol) - Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, 2023.

PATTO, Maria Helena Souza. **A produção do fracasso escolar: Histórias de submissão e rebeldia.** São Paulo: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. 2022

PASQUALINI, Juliana Campregher; MARTINS, Lígia Márcia. Dialética singular-particular-universal: implicações do método materialista dialético para a psicologia. **Psicologia & Sociedade**, v. 27, n. 2, p. 362-371, 2015.

PASQUALINI, Juliana Campregher. Dialética singular-particular-universal e sua expressão na Pedagogia Histórico-Crítica: Primeiras Aproximações. **Revista SimbioLogias**, v. 12, n. 17, p. 1-16, 2020.

POH, Ming-Zher; SWENSON, Nicholas C.; PICARD, Rosalind W. A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 57, n. 5, p. 1243-1252, 2010.

POMER-ESCHER, Alexandre Geraldo. **Análise do nível de estresse baseada em sinais de eletroencefalografia e de condutância da pele**. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

PRIBRAM, Karl. Prefácio da Edição Inglesa. *In*: Luria, A. R. **Fundamentos de Neuropsicologia**. São Paulo: EDUSP, 1981.

RODRIGUES, Anthony Renan Brum; FRANCO, Ronan Moura; MELLO, Elena Maria Billig. Neurociência e Teoria Histórico-cultural: perspectivas inovadoras para o ensino de ciência. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 7, n. 21, p. 524-538, 2021.

SACKS, Oliver. O caso do pintor daltônico. *In*: **Um antropólogo em Marte**: sete histórias paradoxais. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SACKS, Oliver. Prefácio. *In*: Luria, A. R. **O homem com o mundo estilhaçado**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2008.

SALLES, Jerusa Fumagalli; RODRIGUES, Jaqueline de Carvalho. Neuropsicologia da linguagem. *In*: FUENTES, Daniel et al. (orgs.). **Neuropsicologia Teoria e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11 n. 1, p. 83-89, 2007.

SANTIAGO JÚNIOR, Clorijava de Oliveira. **Neuroeducação e práticas pedagógicas dos professores de escolas públicas das séries finais do ensino fundamental em ensino de ciências**. 2016. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia) – Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2016.

SANTOS, Fabio Seidel *et al.* Interlocação entre neurociência e aprendizagem significativa: uma proposta teórica para o ensino de genética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 149-182, 2016.

SANTOS, Martha Rheingantz dos. **O conhecimento de neurociência cognitiva e a valorização por professores de cursos de licenciatura da área de ciências da natureza**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

SCHACTER, Daniel L.; WAGNER, Anthony D. Aprendizado e Memória. *In*: KANDEL, Eric K. *et al.* **Princípios de neurociências**. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2014.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2014.

SHUARE, Marta. **A Psicologia Soviética: meu olhar**. Tradução de Laura Marisa Carnielo Calejon. São Paulo: Terracota, 2017.

SILVA, Rafael Iglesias Menezes da. Luria e a ciência romântica. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PSICOLOGIA DA UEM, 7., Maringá, 2018. **Anais...** Maringá, PR: UEM, 2018a.

SILVA, Kleyfton Soares da. **A neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular: um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo**. 2018. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018b.

SILVA, Matheus Augusto. **Neurociência, Educação e Formação de professores: A percepção sobre a origem e aceitação de neuromitos entre licenciandos em Ciências da Natureza**. 2020. 174f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020.

SIQUEIRA, Rafael Moreira. **Currículo e políticas curriculares para o ensino médio e para a disciplina química no Brasil: uma análise na perspectiva histórico-crítica**. 2019. 253f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

SOARES, Fabiana Pegorano. A influência do Banco Mundial e da OCDE na educação básica no Brasil e no ensino de geografia. *Geografia, Ensino & Pesquisa*, v. 24, n. 15, p. 1-26, 2020.

SOUZA, Raysa Taynara Vasconcelos *et al.* Organoides de cérebro como modelos de doenças de Alzheimer e Parkinson: uma revisão narrativa sobre as perspectivas para medicina regenerativa e personalizada. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 56, n. 2, p. 1-11, 2023.

SPINELLI JR, Ronaldo; CÁSSIO, Fernando L. A Base Nacional Comum Curricular segundo a consulta pública e a consulta pública na Base Nacional Comum Curricular. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2017.

STERN, Elsbeth. Pedagogy meets Neuroscience. **Science**, v. 310, n. 5749, p. 745, 2005.

TEIXEIRA, Kelison Ricardo. **Uma sequência didática elaborada à luz da teoria das inteligências múltiplas para o ensino de reações químicas: novas possibilidades para a aprendizagem**. 2015. 148 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

THOMAZ, Estrella Marlene da Silva. **Neurociência e seus vínculos com o ensino, aprendizagem e formação docente: percepções de professores e licenciados da área de**

ciências da natureza. 2018. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciência e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Metodologia da Pesquisa**. 2. ed. Curitiba: IESDE, 2009.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. Três Enfoques na Pesquisa Ciências Sociais: o Positivismo, a Fenomenologia e o Marxismo. *In: Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. 1 ed. 19. reimp. São Paulo: Atlas, 2010.

TRUJILLO, Cleber A. *et al.* Complex Oscillatory Waves Emerging from Cortical Organoids Model Early Human Brain Network Development. **Cell Stem Cell**, v. 25, n. 4, p. 558-569. e7, 2019.

TULESKI, Silvana C. **A Unidade Dialética entre Corpo e Mente na Obra de A. R. Luria: Implicações para a Educação Escolar e para a Compreensão dos Problemas de Escolarização**. 2007. 363f. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2007.

TULESKI, Silvana; GOMES, Marília Daefiol Herrero. As apropriações dos estudos neuropsicológicos de Luria na atualidade. **Revista Eletrônica Arma da Crítica**, Fortaleza, v. 10, n. 13, p. 178-201, 2020.

UEHARA, Emmy; CHARCHAT-FICHMAN, Helenice; LANDEIRA-FERNANDEZ, Jesus. Funções executivas: um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. **Neuropsicologia Latinoamericana**, Bogotá, v. 5, n. 3, p. 25-37, 2013.

VIDAL, Fernando; ORTEGA, Francisco. **Somos nosso cérebro?: Neurociências, subjetividade, cultura**. São Paulo: n-1 edições, 2020.

VIEIRA, Rejane Tanira. **Uma proposta didática para o ensino de energia mecânica à luz das neurociências**. 2019. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2019.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VIGOTSKI, L. S. **El significado histórico de la crisis de la psicología**. Traducción de Alejandro Ariel González. Buenos Aires: Ediciones IPS, 2022.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia, desenvolvimento humano e marxismo**. Tradução de Priscila Marques. Organização, introdução e notas de Gisele Toassa, e Priscila Marques. São Paulo: Hogrefe, 2023.

VIZZOTTO, Patrick Alves. A Neurociência na formação do professor de Física: Análise curricular das licenciaturas em Física da região Sul do Brasil. **Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 2, p. 150-165, 2019.

VYGOTSKY, L. S. Comportamento do macaco antropóide: O uso do instrumento como requisito psicológico para o trabalho. *In: Vygotsky, L.; Luria, A. R. **Estudos sobre a história do comportamento**: símios, homem primitivo e criança.* Porto Alegre: Artmed, 1996.

ZOMPERO, Andréia de Freitas; GONÇALVES, Carlos Eduardo de Souza; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 419-436, 2017.

APÊNDICE A – TESES E DISSERTAÇÕES SELECIONADAS PARA A PESQUISA

BASE DE DADOS	ANO	AUTORIA	TÍTULO	INSTITUIÇÃO	TIPO	DESCRIPTOR
BDTD/CTDC	2013	MAIATO, ALEXANDRA MORAES	NEUROCIÊNCIAS E APRENDIZAGEM: O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	FURG/UFRGS/ UFSM	DISSERTAÇÃO	F1
BDTD	2015	MOURÃO, IREUDA DA COSTA	ENSINO DE DIDÁTICA NA LICENCIATURA EM QUÍMICA NO BRASIL	UFAM	TESE	F2
BDTD	2015	TEIXEIRA, KELISON RICARDO	UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELABORADA À LUZ DA TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS: NOVAS POSSIBILIDADES PARA A APRENDIZAGEM.	UFOP	DISSERTAÇÃO	F3
CTDC	2016	JUNIOR, CLORIJAVA DE OLIVEIRA SANTIAGO	NEUROEDUCAÇÃO E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DOS PROFESSORES DE ESCOLAS PÚBLICAS DAS SERIES FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS	UEA	DISSERTAÇÃO	F4
CTDC	2016	NAVEGANTE, POLYANA MILENA BARROS.	NEUROCIÊNCIA E OS PROCESSOS COGNITIVOS: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E PERSPECTIVAS DA APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS'	UEA	DISSERTAÇÃO	F5

CTDC	2017	GALVAO, SIRLANDIA KELIS PEREIRA AGRA	IMPLICAÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES DE BIOLOGIA	UFOP	DISSERTAÇÃO	F6
BDTD/CTDC	2018	OLIVEIRA, CLEYTON MACHADO DE	CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA PARA REFLETIR O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS: CONHECENDO E RECONHECENDO AS POTENCIALIDADES DO CÉREBRO	UEM	DISSERTAÇÃO	F7
BDTD/CTDC	2018	THOMAZ, ESTRELLA MARLENE DA SILVA	NEUROCIÊNCIAS E SEUS VÍNCULOS COM ENSINO, APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DOCENTE: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES E LICENCIADOS DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	PUC/RS	DISSERTAÇÃO	F8
BDTD/CTDC	2018	SILVA, KLEYFTON SOARES DA	A NEUROCIÊNCIA COGNITIVA COMO BASE DA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA MOLECULAR: UM ESTUDO SOBRE ATRIBUTOS DO FUNCIONAMENTO CEREBRAL RELACIONADOS À MEMÓRIA DE LONGO PRAZO	UFS	DISSERTAÇÃO	F9
BDTD/CTDC	2018	SANTOS, MARTHA RHEINGANTZ DOS	O CONHECIMENTO DE NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E A VALORIZAÇÃO POR PROFESSORES DE CURSOS DE LICENCIATURA DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	PUC/RS	DISSERTAÇÃO	F10
BDTD/CTDC	2019	BICA, MÁRIO SÉRGIO NUNES	DISCUTINDO AVALIAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA	UNIPAMPA	DISSERTAÇÃO	F11

			ESTRATÉGIA METODOLÓGICA BASEADA EM MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES E NEUROCIÊNCIA			
CTDC	2019	VIEIRA, REJANE TANIRA	UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIA MECÂNICA À LUZ DAS NEUROCIÊNCIAS	UFSC	DISSERTAÇÃO	F12
BDTD/CTDC	2020	MACIEL, DAYENNE GODOY PELLUCCI	CONTRIBUIÇÕES DO JOGO DIDÁTICO NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS: UMA ESTRATÉGIA QUE EXERCITA AS HABILIDADES COGNITIVAS E SOCIAIS E PROMOVE A MOTIVAÇÃO	UFMG	DISSERTAÇÃO	F13
CTDC	2021	CAVALCANTE, VALDIANA GOMES	A NEUROCIÊNCIA COMO BASE PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ESTEREOQUÍMICA DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS: UMA PESQUISA NO CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA DO IFCE – CAMPUS MARACANAÚ	IFCE	DISSERTAÇÃO	F14
BDTD/CTDC	2022	MENEZES, THIAGO DE CARVALHO	INFLUÊNCIAS DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: COMO OS CONHECIMENTOS SOBRE ATENÇÃO SELETIVA PODERIAM AUXILIAR NA APRENDIZAGEM DAS FUNÇÕES ORGÂNICAS?	UFS	DISSERTAÇÃO	F15

Fonte: Elaboração própria (2024).

OBS: Os trabalhos que apareceram em ambas as plataformas de busca estão sinalizados no campo da tabela 'Base de Dados' com as siglas BDTD/CTDC.

APÊNDICE B -ARTIGOS SELECIONADOS PARA A PESQUISA

REVISTA	QUÁLIS	ANO	AUTORIA	TÍTULO	DESCRITOR
CIÊNCIA & EDUCAÇÃO	A1	2017	ZÔMPERO, ANDREIA DE FREITAS; GONÇALVES, CARLOS EDUARDO DE SOUZA; LABURÚ, CARLOS EDUARDO	ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS RELACIONADAS A FUNÇÕES EXECUTIVAS	R1*
REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA	A1	2021	BROCKINGTON, GUILHERME	NEUROCIÊNCIA E ENSINO DE FÍSICA: LIMITES E POSSIBILIDADES EM UM CAMPO INEXPLORADO	R2*
REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (RBECT)	A2	2016	SANTOS, FABIO SEIDEL DOS; FRANCISCO, ANTONIO CARLOS DE; KLEIN, ÂNGELA INÊS; FERRAZ, DANIELA FRIGO	INTERLOCUÇÃO ENTRE NEUROCIÊNCIA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA TEÓRICA PARA O ENSINO DE GENÉTICA	R3
EDUCAÇÃO (UFSM)	A2	2021	COSTA, AMANDA CRISTINA MAGALHÃES; SOUZA, VINÍCIUS CATÃO DE ASSIS	ANÁLISE DE TRABALHOS QUE ABORDAM A RELAÇÃO ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO NO PERÍODO DE 2014 A 2019 E SUAS INTERFACES COM O ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA	R4
EDUCAÇÃO (UFSM)	A2	2021	COELHO, ANTONIA EDIELE DE FREITAS; MALHEIRO, JOÃO MANOEL DA SILVA	NEUROEDUCAÇÃO E A CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE HABILIDADES COGNITIVAS	R5
INTERFACES DA EDUCAÇÃO	A2	2022	AMARAL, MARIA GERLAINE BELCHIOR; GALVÃO,	NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UMA ANÁLISE DAS MATRIZES CURRICULARES DOS	R6

			WILLANA NOGUEIRA MEDEIROS; FARIAS, ISABEL MARIA SABINO DE	CURSOS DE LICENCIATURA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO NORDESTE	
RENCIMA	A2	2022	FREITAS, PRISCILA DOS SANTOS CAETANO DE; SOUSA, CARLOS EDUARDO BATISTA DE	CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A FORMAÇÃO DOCENTE EM CIÊNCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA DE LITERATURA	R7
REDEQUIM	A3	2016	BEDIN, EVERTON; DEL PINO, JOSÉ CLÁUDIO	TECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA AVALIAÇÃO NEUROCIÊNCIA PARA OS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	R8
C&I	A3	2019	OLIVEIRA, CLEYTON MACHADO DE; OLIVEIRA, ANDRÉ LUIS DE	DISSERTAÇÕES E TESES ENCONTRADAS NO BANCO DA CAPES (2000-2017) CORRELACIONADAS À NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS	R9*
RECEI	A3	2021	RODRIGUES, ANTHONY RENAN BRUM; FRANCO, RONAN MOURA; MELLO, ELENA MARIA BILLIG	NEUROCIÊNCIA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL: PERSPECTIVAS INOVADORAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	R10
RIS	A4	2019	VIZZOTTO, PATRICK ALVES	A NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE FÍSICA: ANÁLISE CURRICULAR DAS LICENCIATURAS EM FÍSICA DA REGIÃO SUL DO BRASIL	R11*
RBFPF	A4	2022	MENEZES, JOÃO PAULO CUNHA DE	NEUROCIÊNCIA E FORMAÇÃO DOCENTE: PREVALÊNCIA DE MITOS EM LICENCIANDOS E PROFESSORES NO ENSINO DE CIÊNCIAS. UM ESTUDO DE CASO NO DISTRITO FEDERAL	R12

TEAR	B1	2018	BICA, MÁRIO SÉRGIO NUNE; CARPES, PÂMELA BILLIG MELLO; ROEHRS, RAFAEL	A NEUROCIÊNCIA E AS MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES: POSSÍVEIS CONVERGÊNCIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	R13
REVISTA PRÁTICA DOCENTE	B1	2021	DAMASCENO JÚNIOR, JOSÉ ADEMIR; ROMEU, MAIRTON CAVALCANTE	CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA E DE CONCEITOS BÁSICOS DE ASTRONOMIA: ALGUMAS APROXIMAÇÕES PRELIMINARES	R14*

Fonte: Elaboração própria (2024).

OBS: Os descritores marcados com asterisco indicam que os artigos foram encontrados posteriormente na plataforma de busca dos periódicos CAPES.