



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARRAIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO DE PEDAGOGIA**

**GABRIELA ARAÚJO BARBOSA**

**NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE DA OBRA FUNDAMENTOS  
DE NEUROPSICOLOGIA (LURIA, 1981), E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A  
PEDAGOGIA**

**Arraias, TO**

**2025**

**Gabriela Araújo Barbosa.**

**NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE DA OBRA FUNDAMENTOS  
DE NEUROPSICOLOGIA (LURIA, 1981), E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A  
PEDAGOGIA**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Arraias para obtenção do título de licenciado em Pedagogia

Orientador (a): Márcia Cristina Barreto Fernandes de Abreu

**Arraias, TO**

**2025**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- B238n Barbosa, Gabriela Araújo.  
Neurociências e educação: uma análise da obra Fundamentos de Neuropsicologia (Lúria, 1981), e suas contribuições para a pedagogia. / Gabriela Araújo Barbosa. – Arraias, TO, 2025.  
44 f.  
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Arraias - Curso de Pedagogia, 2025.  
Orientadora : Márcia Cristina Barreto Fernandes de Abreu  
1. Neuroplasticidade. 2. Aprendizagem. 3. Unidades Funcionais. 4. Neuropsicologia. I. Título

**CDD 370**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**


GABRIELA ARAÚJO BARBOSA

NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO : UMA ANÁLISE DA OBRA FUNDAMENTOS  
DE NEUROPSICOLOGIA ( LURIA,1981) E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A  
PEDAGOGIA

Monografia foi avaliada e apresentada à  
Universidade Federal do Tocantins –  
UFT - Campus Universitário Prof. Dr.  
Sérgio Jacintho Leonor, Curso de  
Pedagogia, para obtenção do título de  
Pedagogo(a) e aprovada em sua forma  
final pela Orientadora e pela Banca  
Examinadora.


Data de Aprovação 21.11.2025

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **MARCIA CRISTINA BARRETO FERNANDES DE ABREU**  
Data: 22/11/2025 15:20:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Profa. Dra. Márcia Cristina Barreto Fernandes de Abreu, UFT  
Orientadora

Documento assinado digitalmente  
 **MARIA APARECIDA AUGUSTO SATTO VILELA**  
Data: 22/11/2025 21:09:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Maria Aparecida Augusto Satto Vilela UFU  
Professora Avaliadora 1

Documento assinado digitalmente  
 **ZAIRA NASCIMENTO DE OLIVEIRA**  
Data: 24/11/2025 10:57:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Me. Zaira do Nascimento Oliveira, UFT  
Professora Avaliadora 2

*A mim pela minha resistência em meio a tantas  
provações que poderiam ter me feito desistir,  
pela minha força e desejo em continuar e  
concluir o curso.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente toda gratidão à Deus, por me conceder a oportunidade de cursar um curso de nível superior, por me capacitar e me guiar, por me ajudar a vencer todos os obstáculos enfrentados durante o curso.

A minha mãe Deuseny que abriu mão de sua liberdade para que não me faltasse nada, reconheço que foi pelas suas renúncias e lutas que cheguei até aqui, é com imensa gratidão que me orgulho em ser a primeira filha a cursar e concluir um curso de nível superior.

Ao meu pai, que sempre trabalhou de domingo a domingo, faça sol e faça chuva, para que eu pudesse viver no conforto e focar nos estudos, permitindo que eu viva sob a sombra, pelas vezes em que me levou e buscou na faculdade mesmo estando cansado.

Aos meus irmãos, Deborah, Samuel e Caio, por se orgulharem de mim, por me defender, por me proteger e por me incentivarem nos estudos.

Ao meu irmão George e sua esposa Vaneyde por se disponibilizarem e me levar e buscar na faculdade, sem nenhum custo.

A minha orientadora, prof. Dr. Márcia Cristina Barreto Fernandes de Abreu, que me recebeu com alegria, por me incentivar todas as vezes que nos encontrávamos, por me guiar durante a escrita do trabalho, por me ouvir, me sinto grata por ter sido sua orientanda.

## RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo principal compreender os fundamentos teóricos da neuropsicologia, com ênfase nas três unidades funcionais do cérebro que trata de estudos acerca do funcionamento neurológico a partir de uma perspectiva da plasticidade cerebral. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza bibliográfica e exploratória, fundamentada principalmente em Luria (1981). A partir da análise ficou claro que as três unidades funcionais do cérebro responsáveis pela regulação do estado de vigília, pela recepção e processamento das informações e pela programação da atividade mental atuam de forma integrada e interdependente, possibilitando o desenvolvimento das funções cognitivas superiores. Com base nessa concepção, compreende-se a neuroplasticidade como um processo dinâmico e contínuo de reorganização neuronal, essencial para o aprendizado e a adaptação a novas experiências. Conclui-se que o conhecimento acerca do funcionamento cerebral contribui significativamente para o campo da educação, servindo de apoio para práticas pedagógicas mais conscientes, inclusivas e alinhadas ao desenvolvimento integral dos alunos.

**Palavras-chave:** Neuroplasticidade. Aprendizagem. Unidades funcionais. Neuropsicologia. Educação.

## **ABSTRACT**

This research aims to understand the theoretical foundations of neuropsychology, with an emphasis on the three functional units of the brain, focusing on studies of neurological functioning from the perspective of brain plasticity. The research is characterized as qualitative, bibliographical, and exploratory in nature, primarily based on Luria (1981). The analysis revealed that the three functional units of the brain responsible for regulating wakefulness, receiving and processing information, and programming mental activity act in an integrated and interdependent manner, enabling the development of higher cognitive functions. Based on this concept, neuroplasticity is understood as a dynamic and continuous process of neuronal reorganization, essential for learning and adapting to new experiences. It concludes that knowledge about brain function contributes significantly to the field of education, supporting more conscious, inclusive pedagogical practices aligned with the integral development of students.

**Keywords:** Neuroplasticity. Learning. Functional units. Neuropsychology. Education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1:Os lobos e hemisférios cerebrais	17
Figura 2:Formação reticular	24
Figura 3 Estrutura de um neurônio	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

SNC	Sistema Nervoso Central
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>14</b>
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL E ATIVIDADE MENTAL.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1 Lesões Cerebrais Locais e Localização de Funções .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2 AS UNIDADES FUNCIONAIS DE LURIA .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.3 Unidade para regular o estado de vigília e tônus cortical (Tronco encefálico e estruturas relacionadas); .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.4 Unidade para recepção, análise e armazenamento de informações (lóbulos occipital, parietal e temporal) .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.5 Unidade para a programação, regulação e verificação da atividade consciente (Lóbulos frontais) .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 PLASTICIDADE CEREBRAL COMO ALIADA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O neuropsicólogo russo Alexander Romanovich Luria (1902-1977), que viveu no século XX, destacou-se como especialista em psicologia do desenvolvimento. É reconhecido como o pai da Neuropsicologia moderna, conceito dado por ele mesmo. Segundo a autora, os primeiros escritos de Luria surgiram nos anos iniciais da Revolução Russa. Posteriormente, em um momento de maior amadurecimento intelectual, ele se voltou ao projeto de elaborar uma nova psicologia que conseguisse integrar, de forma dialética, o ser humano em sua totalidade: corpo e mente, dimensão biológica e cultural, pertencente a uma espécie animal, mas também inserido em um processo histórico. Dessa forma, incorporou aos seus estudos os fundamentos do materialismo histórico-dialético. (COELHO, 2018)

A.R Luria é apresentado por Oliveira e Rego (2010) como uma das maiores referências do século XX no que diz respeito ao estudo e a compreensão dos processos mentais, tendo sido considerado o “pai da neuropsicologia”, foi um dos pilares para as descobertas relacionadas ao desenvolvimento do cérebro humano. Assim como diz Coelho (2018), foram os estudos do autor sobre a avaliação das funções cognitivas relacionadas a áreas do cérebro lesionadas que o levaram a ser nomeado dessa forma. Além disso, uma de suas maiores contribuições foi a elaboração do conceito de Neuroplasticidade, que impactou fortemente as pesquisas atuais em Neurociências, ao evidenciar a possibilidade de reabilitação cognitiva por meio da reorganização dos circuitos neuronais, estimulados pelo contato com o ambiente.

Mesmo tendo falecido há mais de três décadas, Luria deixa um legado para a neuropsicologia moderna, com estudos pioneiros que desenvolveu sobre memória, linguagem e desenvolvimento cognitivo, muitos já reconhecidos como clássicos, continuam despertando interesse e atenção. Sua atuação criativa como pesquisador, amplamente valorizada nas áreas da psicologia, neurologia e linguística, mas ainda pouco explorada pelos estudiosos da educação no Brasil, oferece contribuições relevantes para a compreensão da importância de preservar a riqueza da experiência humana em toda a sua complexidade. (OLIVEIRA; REGO, 2010)

Segundo Muller (1976), Luria, dedicou sua trajetória a investigar, por meio da análise do comportamento de pacientes com lesões cerebrais, em articulação com dados coletados através de testes e exames, complementando para Oliveira; Rego (2010), o neuropsicólogo compreende o cérebro como um sistema biológico aberto, que está em permanente interação com o ambiente físico e social no qual o indivíduo se encontra. Nesse contexto, ganha relevância o conceito de plasticidade cerebral, ou seja, a noção de que as funções mentais

superiores, características do ser humano, são desenvolvidas ao longo da evolução da espécie, da trajetória social da humanidade e do próprio processo de desenvolvimento individual e neurológicos, como o cérebro atua e se relaciona com as funções psicológicas superiores.

Adiante, durante sua trajetória Alexander, foi autor de diversas obras relevantes ao estudo do desenvolvimento do cérebro, inclusive teve duas obras publicadas até mesmo no Brasil, sendo a primeira publicação em 1984, intitulada como, *Curso de Psicologia Geral e Fundamentos de Neuropsicologia*, publicado em 1981. A obra *Fundamentos de Neuropsicologia*, foi traduzida da versão inglesa, *The working brain* (1973), é considerada uma das principais referências do autor no Brasil, tanto para profissionais das neurociências, quanto para educadores que buscam compreender melhor o funcionamento do cérebro no que diz respeito às aprendizagens. (COELHO; REGO 2010). Segundo, Coelho; Rego (2010, p.111), “[...] além da importância do conceito de plasticidade cerebral, nesse livro, destaca-se a importância da noção de sistema funcional.”

A escolha do tema surgiu a partir de experiências pessoais que surgiram durante minha trajetória no curso de Pedagogia, principalmente durante os estágios, e das minhas vivências como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), pois tive contato com crianças que possuíam dificuldades de aprendizagem, então por acreditar que entender o cérebro e seu funcionamento é essencial para as práticas pedagógicas essencialmente diante das dificuldades de aprendizagem e da minha curiosidade em compreender como o funcionamento cerebral se relaciona com os processos de aprendizagem, percebi a importância de o professor conhecer os fundamentos da neuropsicologia para compreender melhor as dificuldades de aprendizagem e planejar práticas pedagógicas mais significativas. Além disso, o tema me instigou por unir duas áreas que considero essenciais a educação e a neurociência e por possibilitar uma reflexão sobre como o conhecimento do cérebro pode contribuir com um trabalho docente mais sensível e inclusiva, A escolha da obra, foi por compreender a relevância do Luria para as neurociências em geral pois em seu livro ele rompe com a visão fragmentada das funções mentais e antecipa discussões atuais sobre a neuroplasticidade, enquanto capacidade de adaptação do cérebro, tornando um aspecto essencial para compreender como a aprendizagem se constrói a partir da interação dinâmica entre diferentes áreas cerebrais e contextos sociais.

No campo da Pedagogia, esse conhecimento se torna importante, pois proporciona ao professor reconhecer que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores não ocorre de

forma isolada, mas depende da estimulação, seja da mediação social ou das experiências oferecidas no ambiente escolar. Nesse sentido, a obra de Luria (focada nas unidades funcionais) contribui para a formação docente ao ampliar o entendimento sobre os processos de atenção, memória, percepção e linguagem, além do mais esses conceitos são extremamente importantes para o processo de aprendizagem.

Além do mais, vivemos em um contexto educacional marcado por desafios relacionados às dificuldades de aprendizagem e à inclusão de estudantes atípicas, que possuem algum transtorno de aprendizagem, como a dislexia (dificuldade na leitura e escrita), a discalculia (dificuldade com matemática) e a disgrafia (dificuldade na escrita e expressão escrita), e outros transtornos associados, como por exemplo o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e o transtorno do Espectro Autista (TEA). Contudo, diálogo entre neurociência e educação não tem como objetivo transformar o processo pedagógico, mas oferecer bagagem teórica que permita ao professor entender a complexidade do desenvolvimento humano e, assim, planejar práticas educativas mais eficazes. Logo, estudar sobre as unidades funcionais de A.R Luria, sob a perspectiva pedagógica, justifica-se pela necessidade de aproximar os saberes neuropsicológicos da prática pedagógica, reforçando ainda mais o papel do professor como mediador do conhecimento e do desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Nesse sentido, busca-se na presente pesquisa entender, de que maneira as unidades funcionais de A. R. Luria contribuem para a compreensão da neuroplasticidade e do processo de aprendizagem nas práticas pedagógicas contemporâneas para um aprofundamento da importância das ciências neurológicas na formação inicial e continuada de professores e na compreensão da educação como atividade básica para o desenvolvimento das funções neurológicas/psicológicas no ser humano? Tendo como objetivo geral: Compreender os fundamentos teóricos da neuropsicologia, com ênfase nas três unidades funcionais do cérebro que trata de estudos acerca do funcionamento neurológico a partir de uma perspectiva da plasticidade cerebral. E os objetivos específicos: identificar as relações entre o funcionamento cerebral e os processos de aprendizagem a partir da perspectiva neuropsicológica; investigar a importância da estimulação para que ocorra os processos de desenvolvimento das funções essencialmente humanas; apresentar a organização funcional e a atividade mental nos estudos sobre lesões cerebrais e unidades funcionais do sistema neurológico.

## **2. METODOLOGIA**

Esta pesquisa caracteriza-se de uma revisão bibliográfica, que conforme Lakatos; Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica, que também é chamada de pesquisa de fontes secundárias, pode ser definida como: contribuições culturais ou científicas que engloba toda a bibliografia já disponibilizada ao público sobre o tema em estudo realizadas no passado sobre um determinado assunto (LAKATOS & MARCONI, 2003). Para Lakatos e Marconi (2003, p. 183),

a pesquisa bibliográfica, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão.

Reforçando essa ideia, Vergara (2006, p. 48) apud, Menezes et.al, (2019 p.37) destaca que esse tipo de pesquisa “fornece instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesma”. Melhor dizendo, uma investigação dessa natureza pode servir como etapa preliminar para estudos de caráter mais descritivo ou explicativo, permitindo um aprofundamento prévio na área ou no tema a ser explorado.

Quanto às suas características, esta pesquisa enquadra-se como exploratória no qual segundo Gil, (2002 p.41), pesquisas exploratórias “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito”, ou seja, pode-se afirmar que esse tipo de pesquisa tem como principal objetivo o aperfeiçoamento de ideias ou a obtenção de novas percepções. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, permitindo a análise de diferentes aspectos relacionados ao fenômeno investigado. Complementando esse pensamento Menezes et al, (2019 p.34) “esse tipo de pesquisa auxilia o pesquisador a compreender e aprofundar o conhecimento acerca de um determinado tema, possibilitando que, ao ser concluída, seus resultados sirvam de base para novos estudos e diferentes abordagens”.

Quanto à abordagem do problema, adotou-se o método qualitativo, no qual para (MINAYO, 2012), a análise qualitativa é um processo de compreensão e interpretação profunda da realidade, sustentado pela teoria, pelo rigor metodológico e pela presença reflexiva do pesquisador em todas as etapas do trabalho. A autora afirma que “uma análise para ser fidedigna precisa conter os termos estruturantes da investigação qualitativa, que são os verbos compreender e interpretar; e os substantivos: experiência, vivência, senso comum e ação social” (MINAYO, 2012, p. 621).

Corroborando, para (MENEZES et al., 2017) as pesquisas de natureza qualitativa lidam com fenômenos, visto que envolvem a análise interpretativa dos dados obtidos. Esse tipo de investigação permite compreender e interpretar o fenômeno, levando em conta o significado

que os indivíduos atribuem às suas ações, o que exige do pesquisador uma postura interpretativa).

Além da revisão bibliográfica, foi realizada na presente pesquisa a análise da obra *Fundamentos de Neuropsicologia*, de Alexander Romanovich Luria (1981), que é considerada uma das principais produções do autor e que serve como base fundamental para o desenvolvimento deste estudo. A análise foi conduzida de forma interpretativa, buscando identificar e entender os conceitos centrais apresentados pelo autor acerca das unidades funcionais do cérebro e suas implicações para o processo de aprendizagem.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

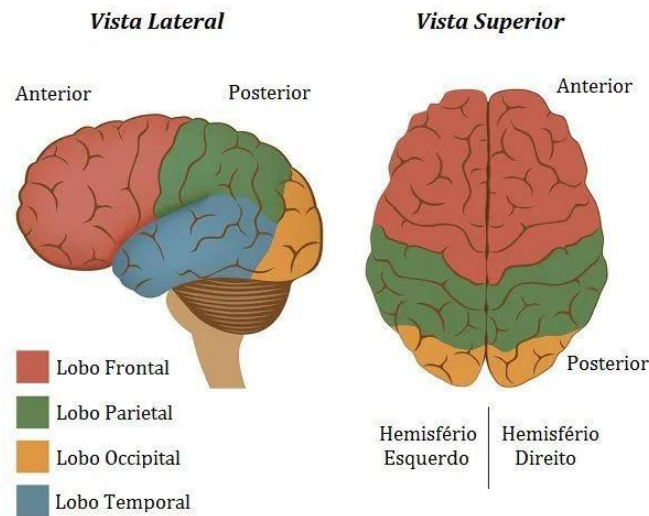
#### **3.1 ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL E ATIVIDADE MENTAL**

##### **3.1.1 Lesões Cerebrais Locais e Localização de Funções**

A.R Luria (1981) buscou em seu livro *Fundamentos de Neuropsicologia*, explicar a teoria da localização restrita das funções cerebrais, tal assunto que domina os discursos neurocientíficos desde o século XX até os dias atuais, no senso comum. Luria apresenta, por meio de constatações clínicas e experimentais, que lesões em uma mesma área cerebral podem provocar várias consequências, dependendo do contexto funcional e da estrutura atingida. Dessa forma o autor deixa claro que o cérebro é como uma rede de sistemas interdependentes, então ao invés de adotar uma visão fragmentada ou exclusivamente localizada das funções cerebrais, o autor apresenta sua concepção sistêmica do cérebro, contrapondo-se à visão clássica de que cada função mental estava rigidamente localizada em uma área cerebral específica. Ele traz um conceito próprio, chamado de unidades funcionais complexas, que colaboram para manter os processos mentais elevados.

Os primeiros estudos clínicos já evidenciavam que lesões em áreas específicas do cérebro podiam gerar sequelas distintas, como paralisia de membros, perda de sensibilidade corporal ou até mesmo a cegueira central. Nesse cenário, o autor trouxe uma contribuição fundamental ao criticar a visão reducionista de que cada área cerebral teria uma função única e isolada.

Figura 1: Os lobos e hemisférios cerebrais



Fonte: Toda matéria

Adiante, o autor traz, a constatação de que atividades mentais complexas poderiam ser entendidas como funções de áreas cerebrais específicas, ou seja, de que tais processos localizavam-se, em regiões limitadas do **córtex cerebral**<sup>1</sup>, assim como sucede com funções elementares, como movimento e sensação despertou um entusiasmo sem precedentes na ciência neurológica. Em diálogo com essa concepção, Rodrigues e Ciasca (2010) lembram que, embora as descobertas iniciais tenham reforçado a ideia de localização rígida das funções, foi a crítica de autores como Luria que possibilitou avançar para um modelo sistêmico de funcionamento cerebral. Do mesmo modo, Muller (1976) ressalta que os estudos clássicos de lesões trouxeram avanços, mas também limites que exigiram novas formulações teóricas.

Pode-se dizer que o trabalho de A.R Luria representou um marco na superação da visão fragmentada do cérebro, defendendo que os processos mentais resultam da interação dinâmica entre diferentes áreas, e não da atuação isolada de uma região. Essa abordagem dialoga com concepções atuais da neurociência e da pedagogia, que entendem a aprendizagem como fenômeno complexo, dependente da integração entre fatores biológicos e sociais.

Assim como diz Alvim (2024), citando Luria,

<sup>1</sup> Camada externa do cérebro, responsável por funções cognitivas superiores, como pensamento, memória, linguagem e consciência.

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. (ALVIM, 2024, p.56)

Ao perceber as limitações desse modelo localizacionista, ele propôs uma revisão conceitual, defendendo a necessidade de estudar o cérebro em atividade e de compreender os processos psicológicos superiores a partir de sua organização funcional, ou seja, como resultado da interação dinâmica entre diferentes áreas cerebrais. (LURIA, 1981)

Os pesquisadores que investigaram a questão da “localização” cortical das **funções elementares**<sup>2</sup>, por meio da estimulação ou exclusão de áreas cerebrais específicas, atribuíram ao termo “função” o sentido de função de um tecido particular. Assim como é natural considerar a secreção da bile como uma função do fígado, ou a produção de insulina como uma função do pâncreas, também é lógico aceitar a percepção da luz como uma função dos elementos fotossensíveis da retina e dos neurônios altamente especializados do córtex visual a eles conectados, bem como a geração de impulsos motores como função das células piramidais gigantes de Betz. Apesar desse fato, essa definição não é suficiente para abranger todos os usos do termo “função”. (LURIA, 1981). Adiante ele traz o termo,

“função” como um sistema funcional inteiro é uma segunda definição, que difere nitidamente da definição de uma função como a função de um tecido particular. Enquanto os processos autonômicos e somáticos mais complexos estão organizados como “sistemas funcionais” deste tipo, este conceito pode ser aplicado com ainda maior propriedade às “funções” complexas do comportamento. (LURIA 1981, p.13).

O autor está contrastando duas formas de entender o termo “função”, a primeira é compreender a função como algo de um tecido específico, como por exemplo o fígado ser igual a secreção de bile, córtex motor igual ao movimento. É uma visão mais localizada e restrita, que associa cada parte do corpo (ou do cérebro) a uma função específica. A segunda é entender a função como um sistema funcional inteiro, nesse sentido a função não é atribuída apenas a uma região ou tecido isolado, mas sim a um conjunto de áreas que trabalham em interação, ou

---

<sup>2</sup> Podem ser divididas em três categorias principais: regulação de funções vitais, processamento sensorial e controle motor e funções cognitivas superiores.

seja, a função é o resultado de um sistema organizado de várias partes atuando em conjunto. LURIA (1981).

Dessa maneira podemos perceber que a definição de “função”, nos primeiros anos das neurociências se mostrava insuficiente diante da complexidade da atividade cerebral, uma vez que processos cognitivos e mentais não podem ser plenamente explicados apenas pela atuação de estruturas isoladas. Nesse sentido, Luria 1981, propõe uma compreensão ampliada, destacando que a atividade psíquica resulta da interação dinâmica entre diferentes áreas funcionais do cérebro, constituindo sistemas funcionais complexos e interdependentes, em vez de funções restritas a regiões únicas e estáticas.

Adiante trataremos do conceito de localização trazido pelo autor,

O nosso exame da estrutura de sistemas funcionais em geral, e das funções psicológicas superiores em particular, levou-nos a uma visão completamente nova das idéias clássicas de localização da função mental no córtex humano. Enquanto funções elementares de um tecido podem, por definição, ter uma localização precisa em agrupamentos celulares particulares, não se coloca, evidentemente, o problema da localização de sistemas funcionais complexos em áreas limitadas do cérebro ou de seu córtex. (LURIA, 1981, p.15).

Para o autor, enquanto funções elementares, como as sensoriais e motoras, podem ser limitadas a regiões específicas do córtex, as funções psicológicas superiores requerem a atuação conjunta de múltiplas áreas, definindo os sistemas funcionais complexos. Essa constatação é fundamental para se pensar a noção contemporânea de neuroplasticidade, pois deixa claro que o cérebro não atua de forma fragmentada, mas por meio de redes interdependentes e que são capazes de reorganizar-se diante de novas demandas cognitivas e ambientais. Dessa forma, a contribuição de Luria antecipa a ideia de que a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo não dependem de áreas fixas e imutáveis, mas da flexibilidade das conexões neurais, que possibilitam tanto a compensação de funções em casos de lesão quanto a ampliação de capacidades mediante estimulação adequada. Assim, sua perspectiva oferece uma base sólida para compreender a plasticidade cerebral como um princípio organizador do funcionamento psicológico humano.

Com isso fica claro que, a neuroplasticidade nunca é estática ou constante, pelo contrário, sofre mudanças significativas ao longo do desenvolvimento da criança, e também em fases posteriores de aprendizagem. O desenvolvimento de qualquer atividade consciente começa de forma ampla, exigindo vários apoios externos para sua realização, e somente em

etapas posteriores vai se tornando gradualmente mais espesso, até se transformar em uma habilidade motora automatizada. LURIA, (1981).

Conforme o autor, nos primeiros estágios do aprendizado infantil, o ato de escrever exige a memorização da forma gráfica de cada letra, sendo feito por meio de uma sequência de impulsos motores isolados, onde cada um é responsável pela produção de um elemento da estrutura gráfica. No entanto com a prática, essa organização do processo se transforma completamente e com isso, escrever passa a constituir uma “melodia cinética” única, não sendo mais necessário tanto a memorização da forma visual de cada letra quanto a emissão de impulsos motores individuais para a execução de cada traço. Segundo Luria (1981), o mesmo ocorre em situações em que o ato de escrever, já altamente automatizado como no caso de uma assinatura, deixa de depender da análise detalhada do som da palavra ou da forma visual de suas letras e passa a ser realizado como uma ação única e integrada. Essas transformações semelhantes também podem ser observadas no desenvolvimento de outros processos psicológicos superiores.

Adiante, Luria (1981), trata da revisão do conceito de sintoma, para ele, as primeiras discussões e investigações clássicas sobre a localização das funções mentais no córtex, baseadas na observação de alterações comportamentais após lesões cerebrais localizadas, partiram da suposição simplificadora de que o comprometimento de uma função específica (fala, escrita, leitura, praxia ou gnosia), decorrente da destruição de determinada área, constituiria prova direta de que tal “função” estaria “localizada” nessa porção (agora destruída) do cérebro, porém o autor discorda dessa ideia e por isso traz um novo conceito de sintoma. O sintoma de um distúrbio de **apraxia**<sup>3</sup> indica a presença de uma lesão cerebral localizada, entretanto, isoladamente, esse sintoma não revela a posição exata do foco responsável por seu surgimento.

Ainda segundo o autor o movimento voluntário (apraxia) deve ser compreendido como um sistema funcional complexo, que depende da atuação conjunta de várias zonas corticais e estruturas subcorticais, cada uma contribuindo de maneira específica para a execução e a organização do movimento. Assim, a manipulação complexa de objetos pode ser comprometida por lesões em diferentes regiões corticais ou subcorticais; contudo, em cada situação a

---

<sup>3</sup> Apraxia ou movimento voluntário, é um distúrbio neurológico que impossibilita a realização de movimentos coordenados, sem perda da motricidade ou da sensibilidade.

perturbação assume características distintas, de acordo com a área afetada e sua função particular na estrutura do movimento.

Nesse caso, para o autor a primeira tarefa do investigador consiste em analisar a estrutura dos defeitos observados e caracterizar os sintomas. Somente a partir desse exame, e da identificação do fator fundamental que origina o sintoma, é possível estabelecer conclusões quanto à localização do foco responsável pelo distúrbio. Assim, o conceito de “localização de um foco” não se confunde com o de “localização de uma função”. Para que o método das lesões cerebrais locais seja utilizado na determinação da “localização de uma função” ou, de forma mais precisa, da organização cerebral de um sistema funcional, é indispensável que a síndrome seja submetida a uma análise estrutural complexa, a qual constitui a base do método neuropsicológico de investigação. (LURIA, 1981).

Conclui-se que para o autor, a função cerebral não pode ser compreendida apenas, como responsabilidade exclusiva de uma área específica. Ele faz uma analogia ao sistema respiratório, nos dizendo que, da mesma forma que a função respiratória não é propriedade apenas dos pulmões, mas de todo o sistema respiratório, também as funções mentais resultam da atuação integrada de diferentes regiões. Assim, a noção de localização perde o sentido quando é vista de forma restrita na identificação de áreas isoladas para funções determinadas. Nesse caso para Luria, o objetivo da localização é identificar quais regiões do cérebro atuam em conjunto na construção de uma atividade mental complexa e qual é a contribuição específica de cada uma delas dentro do sistema funcional completo. No que diz respeito ao sintoma, ele não deve ser entendido como um distúrbio vinculado apenas a uma área ou função isolada. A perspectiva dos sistemas funcionais busca reconhecer o fator básico subentendido ao sintoma, pois compreender a causa que o gera é mais relevante do que o sintoma em si. LURIA (1981).

### **3.1.2 AS UNIDADES FUNCIONAIS DE LURIA**

Uma das grandes vertentes de Alexander Luria é a teoria das três unidades funcionais responsáveis, e que trabalham em conjunto, pela organização e realização de toda e qualquer atividade mental. (MULLER, 1976), essa concepção dialoga com Bastos & Alves (2013, p.44), “de acordo com a abordagem Luriana, o processo neural da linguagem ocorre em três unidades funcionais que se interrelacionam, foi ele que respondeu muitos questionamentos que surgiram na época em que se estudavam o cérebro”, pois

Apesar dos avanços propiciados pelos estudos anatômicos, o século XVIII ainda foi marcado pela visão do cérebro como um órgão homogêneo, cuja função era distribuir energia para todo o corpo, segundo a vontade do indivíduo. É também nesse século que as teorias localizacionistas começaram a ganhar força. (RODRIGUES e CIASCA, 2010, p.120).

Principalmente quando, no século XIX em uma tentativa de explicar o intelecto o médico Franz Gall (1758-1828) desenvolveu o que mais tarde veio a ser chamado de <sup>4</sup>Frenologia, de acordo com sua teoria, o cérebro seria formado por 35 regiões responsáveis pelas faculdades intelectuais e pelos comportamentos emocionais, como; generosidade, coragem, instintos matrimoniais, amor sexual, entre outros. Para ele, o maior desenvolvimento de uma ou mais dessas faculdades se manifestaria em protuberâncias no cérebro, o que permitiria identificar diferenças individuais entre as pessoas. (RODRIGUES; CIASCA, 2010).

A partir das discussões trazidas por Gall, “levaram a cabo a discussão da localização ou não das funções mentais complexas até mais ou menos a metade do século XX”. (RODRIGUES e CIASCA, 2010, p.121). Surgindo assim autores que se empenharam nos estudos, o médico cirurgião Paul Broca teve uma grande contribuição histórica para a neuropsicologia principalmente para a linha localizacionista, juntamente com o psicólogo Karl Wernicke. (RODRIGUES & CIASCA, 2010). No qual, segundo Coelho (2018), apud Luria (1989) “o surgimento da investigação científica das alterações dos processos mentais ocorreu a partir da descoberta do neurologista francês Paul Broca (1824-1880)”

Broca, em 1861, descreveu o caso de um paciente que tinha lesão na região da parede posterior do lobo frontal embora esse paciente não apresentasse qualquer problema motor em sua língua, boca ou cordas vocais, ele era incapaz de falar gramaticalmente em frases completas, ou de expressar seu pensamento por escrito (afasia motora). Tais achados levaram Broca a concluir que a função da linguagem estaria localizada nesta região específica. A importância desse trabalho é tanta que, atualmente, ele é considerado o marco inicial da neuropsicologia. (RODRIGUES e CIASCA, 2010, p.121).

Ou seja, posteriormente ao seu estudo foi possível compreender a relação da linguagem com o cérebro, sua descoberta foi essencial, pois trouxe a ideia de que as funções cognitivas complexas, como a linguagem, podem estar localizadas em regiões específicas do cérebro. Por isso, o trabalho de Broca é visto como uma das descobertas mais relevantes para a evolução da neuropsicologia, e descobertas pertinentes a essa ciência, pois se abriram caminhos para os estudos que relacionam o funcionamento cerebral e o comportamento humano. Além do mais,

---

<sup>4</sup> Pseudociência do século XIX que acreditava que aspectos da personalidade e do caráter de uma pessoa poderiam ser medidos pelo formato do seu crânio. Os frenologistas acreditavam que certas faculdades mentais estavam localizadas em áreas específicas do cérebro.

a partir de suas contribuições surgiram novas pesquisas, e conflitos em relação a localização ou não das funções mentais, segundo Ciasca e rodrigues (2010), as respostas a esse conflito ganharam um novo sentido, a partir das investigações de A. R Luria, realizadas com pacientes que apresentavam lesões no sistema nervoso central.

Em seu trabalho, Luria demonstrou que as funções superiores se organizam em sistemas funcionais complexos, ou seja, não há participação de apenas uma área específica do cérebro, mas sim da ação de várias áreas. Além disso, preconizou Luria que cérebro está organizado em três unidades funcionais principais, cuja atuação “em concerto” possibilita qualquer tipo de atividade mental. (RODRIGUES E CIASCA, 2010, p.122).

Mais tarde, ele estruturou o Sistema Nervoso Central (SNC), de forma hierárquica, em três unidades funcionais a partir das observações dos estudiosos Gall, Wernicke (1848-1905), Broca, e Anokhin (1898- 1974). Desse modo, baseou sua pesquisa na ideia de que as atividades mentais, humanas não se encontram “localizados” somente em áreas restritas e delimitadas do cérebro, mas resultam da participação integrada de diferentes estruturas cerebrais, no qual cada uma atua contribuindo de maneira específica para a organização desse sistema devendo dessa forma ser compreendidas como sistemas funcionais e complexos. Com isso, a primeira tarefa fundamental é identificar e exemplificar as unidades funcionais básicas que compõem o cérebro humano e entender o papel desempenhado por cada uma delas na realização das formas complexas de atividade mental. (LURIA, 1981)

### **3.1.3 Unidade para regular o estado de vigília e tônus cortical (Tronco encefálico e estruturas relacionadas);**

A primeira unidade funcional foi definida por Alexander, como a unidade responsável pela manutenção da vigília do organismo, e do tônus cortical, “e pela regulação desses estados de acordo com as necessidades com que ele se defronta.” (MULLER, 1976, p.77). A autora pontua, que,

Essa unidade é composta pela rede de neurônio do Sistema Reticular Ativador Ascendente e Descendente, localizado no tronco cerebral, diencefalo e região medial do córtex, e pelas conexões deste com outras estruturas cerebrais. São em sua maioria, neurônios de axônio curto, por onde a excitação se espalha gradualmente, e não segundo a lei do tudo ou nada. (MULLER, 1976, p.77)

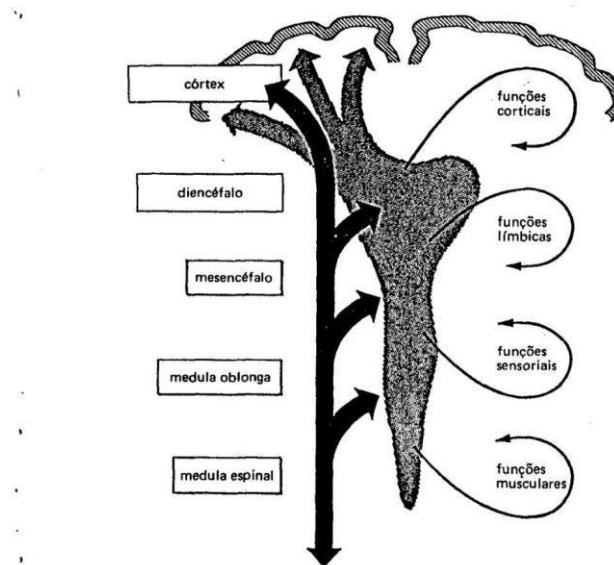
A lei do “tudo ou nada” é uma concepção trazida por A.R Luria (1981), de forma mais explicativa, a excitação se espalha pela rede dessa estrutura nervosa, que leva o nome de “formação reticular”, “se modificando gradualmente e modulando, assim, todo o estado do sistema nervoso”. Ou seja, segundo o autor, o papel da formação reticular é manter o cérebro

em estado de alerta, possibilitando a recepção e o processamento de informações. Isso significa que a ativação não acontece de forma repentina e localizada, como diz a lei do tudo ou nada, mas sim gradativamente, alcançando várias áreas cerebrais e garantindo que o organismo possa manter a atenção, o estado de vigília e a regulação das funções mentais.

Com a descrição da formação reticular a primeira unidade funcional do cérebro foi descoberta: um aparelho de manutenção do tono cortical e do estado de vigília e de regulação desses estados em concordância com as solicitações reais com que se defronta o organismo. (LURIA, 1981, p.30).

Em outras palavras, a formação reticular pode ser vista como uma espécie de “sistema regulador” da atividade cerebral, garantindo que o cérebro esteja no nível certo de alerta para lidar com as demandas do ambiente. Logo, quando o organismo precisa estar ativo e atento, a formação reticular ajuda a manter esse estado; já em situações de repouso, ela contribui para a diminuição da ativação.

Figura 2 Formação reticular



Fonte: Fundamentos de Neuropsicologia (1981)

Ainda para A.R Luria (1981), é possível observar o chamado “ponto de excitação ótima” utilizando o toposcópio, instrumento que foi desenvolvido por Livanov em 1962, que possibilita o registro simultâneo de 60 a 150 pontos de excitação cortical e a exibição televisiva da dinâmica desses pontos, foi possível acompanhar, em animais despertos, o surgimento desse ponto de excitação no córtex, o padrão de seu deslocamento, bem como o processo em que ele perde mobilidade, torna-se inerte e, por fim, desaparece completamente quando o animal entra em estado de sono ou, de forma ainda mais evidente, em condições de morte iminente.

Posteriormente o autor destaca Pavlov (1848-1936), como uma figura central, pois foi ele quem criou a teoria da atividade nervosa superior, que englobou a psicologia do aprendizado à análise funcional do cérebro e estabeleceu as bases fisiológicas para a compreensão dos reflexos condicionados, dessa forma, para ele,

Cabe a Pavlov o mérito de ter não apenas indicado a necessidade de um tal estado ótimo do córtex para que ocorra qualquer forma de atividade organizada, mas também de ter estabelecido as leis neurodinâmicas fundamentais que caracterizam tal estado ótimo do córtex. Como muitas de suas observações mostraram, os processos de excitação que ocorrem no córtex desobedecem a uma lei de intensidade, segundo a qual todo estímulo forte (ou biologicamente significativo) evoca uma resposta forte, enquanto que todo estímulo fraco acarreta uma resposta fraca. Tais fenômenos caracterizam-se por um certo grau de concentração de processos nervosos e por um determinado balanço nas relações entre excitação e inibição, e, finalmente, por uma alta mobilidade dos processos nervosos, de tal forma que é fácil mudar de uma atividade para outra. (LURIA, 1981, p.29).

Assim, ele atribuiu a Pavlov “o mérito de reconhecer que a atividade organizada e orientada a metas no ser humano exige a manutenção de um nível ótimo de tono cortical, além de ter formulado três leis neurodinâmicas que o caracterizam”. (RODRIGUES E CIASCA, 2010, p.). Para Luria (1981) ele teve ainda a capacidade de formular as leis neurodinâmicas fundamentais que caracterizam esse estado, a saber: lei da intensidade; lei da relação direta (ou do efeito); lei da irradiação e concentração.

A primeira estabelece que a intensidade da resposta depende da intensidade do estímulo. A segunda refere que a resposta a um estímulo requer que haja concentração dos processos nervosos e equilíbrio entre a excitação e inibição e, a terceira está relacionada com a mobilidade dos processos nervosos, característica que possibilita ao indivíduo mudar facilmente de uma atividade. (RODRIGUES E CIASCA, 2010 p.123).

De acordo com as observações do autor, os processos de excitação no córtex seguem a lei da intensidade, segundo a qual estímulos fortes (ou biologicamente significativos) provocam respostas igualmente fortes, enquanto estímulos fracos geram respostas fracas. Esses fenômenos se distinguem por um certo grau de concentração dos processos nervosos, pelo equilíbrio entre excitação e inibição e por uma elevada mobilidade dos processos nervosos, o que possibilita a rápida transição de uma atividade para outra. (LURIA, 1981).

Com base no que o autor apresenta, podemos concluir que a principal função dessa unidade é garantir que o estado de ativação do córtex, esteja preparado para receber informações e regular o comportamento ativo. Simultaneamente, essa unidade atua sob a influência da ação reguladora e inibitória dos sistemas corticais, (MULLER, 1976). Para Rodrigues e Ciasca (2010), sua única atividade é regular o estado da atividade cortical e o nível de vigília, sendo

necessário para toda e qualquer função cortical superior. Por fim, para A.R Luria (1981), a primeira unidade funcional do cérebro opera em cooperação estreita com os níveis mais elevados do córtex.

### 3.1.4 Unidade para recepção, análise e armazenamento de informações (lóbulos occipital, parietal e temporal)

A segunda unidade funcional é responsável pela recepção, análise e pelo armazenamento das informações, ela está localizada nas regiões laterais do **neocórtex**<sup>5</sup>, na superfície convexa dos hemisférios, envolvendo as áreas posteriores, que incluem as regiões visual (**occipital**)<sup>6</sup>, auditiva (**temporal**)<sup>7</sup> e sensorial geral (**parietal**)<sup>8</sup>. (LURIA, 1981). Para Muller (1976), esta unidade é feita por subsistemas eminentemente especializados, e responsáveis pelas atividades visuais e auditivas, bem como pela recepção e processamento das **sensações cutâneo-quinestésicas**<sup>9</sup>. Neste caso, cada subsistema organiza-se em três zonas ou áreas, diferentes do ponto de vista funcional e hierárquico: as zonas primárias ou de projeção, as zonas secundárias e as zonas terciárias.

Dessa forma, sintetizando, as zonas primárias têm como função receber as excitações aferentes provenientes tanto do meio externo quanto do interno ao organismo, transmitindo-as posteriormente às zonas secundárias. As zonas secundárias são formadas por células nervosas especializadas das camadas superiores do córtex. Sua função consiste em realizar a síntese dos impulsos recebidos das zonas primárias, transformando a **projeção somatotópica**<sup>10</sup> em uma organização funcional. Possibilitando ampla circulação dos impulsos até os limites do córtex, onde, sob a influência tônica da primeira unidade, ocorre assim a análise e síntese das informações recebidas, bem como a conservação das **cadeias mnêmicas**<sup>11</sup>. Por último, as zonas terciárias estão situadas entre os segmentos auditivos, visuais e aqueles responsáveis pela recepção e processamento das sensações cutâneo-quinestésicas do córtex. Sua função é

---

<sup>5</sup> Região do cérebro responsável pelo controle da motricidade voluntária e dos movimentos automáticos.

<sup>6</sup> Lóbulo do cérebro, situado na parte posterior do temporal, recebe e processa as imagens.

<sup>7</sup> Localizado na base do parietal, até a altura dos ouvidos é responsável pelos estímulos auditivos.

<sup>8</sup> Localizado por trás do frontal, se estende até a parte superior da cabeça, responsável pela percepção espacial e pelas informações sensoriais de dor, calor e frio.

<sup>9</sup> Referem-se coletivamente às percepções provenientes do sistema somatossensorial, que incluem informações tanto da superfície do corpo (cutâneas) quanto das estruturas internas relacionadas ao movimento e posição (cinestésicas)

<sup>10</sup> É a correspondência ponto a ponto de áreas específicas do corpo a pontos específicos no sistema nervoso central como o córtex cerebral.

<sup>11</sup> Técnica de memorização que utiliza a associação de informações em uma sequência lógica ou imaginária, como se formassem uma história ou corrente, o objetivo é criar atalhos mentais que facilitem a retenção e a recordação de conteúdos complexos.

sintetizar as informações provenientes dos diferentes analisadores, integrando os estímulos sucessivos em conjuntos processados simultaneamente, de modo a possibilitar seu armazenamento na memória. (MULLER, 1976)

Muller (1976), ressalta que, A.R Luria, ao tratar das zonas terciárias de cada subsistema, analisa exclusivamente a zona terciária da região parietal, a qual, em conexão com as regiões temporal e occipital, é responsável pela organização das sínteses simultâneas. Com isso pode-se levantar a hipótese de que as zonas terciárias das regiões occipital e temporal sejam constituídas pelas conexões estabelecidas com a região parietal formando a região parieto-têmporo-occipital responsável pela síntese dos impulsos visuais, auditivos e cutâneo-quinestésicos.

Adiante para o autor, a segunda unidade funcional é composta por neurônios isolados, e que estão localizados nas regiões do córtex já mencionadas. Uma das principais diferenças dessa unidade para a primeira mencionada acima, é que aqui os neurônios não operam segundo o princípio de alterações graduais, mas seguem a lei do “tudo ou nada”, ou seja recebem impulsos individuais e os transmitem a outros grupos de neurônios. (LURIA, 1981).

As áreas primárias ou áreas de projeção predominantemente são formadas por neurônios da lâmina IV **aférente**<sup>12</sup>, na qual respondem somente a características intensas e específicas dos estímulos, apresentando um nível superior de especificidade modal. Exemplificando, os neurônios da área primária do analisador cutâneo-cinestésico (área 3 de Brodmann) são ativados por estímulos táteis, (de pressão, de temperatura e de dor), constituindo a sensibilidade geral. Enquanto que, os neurônios da área primária do analisador auditivo (área 41 de Brodmann) respondem a estímulos sonoros, já os da área primária do analisador visual (área 17 de Brodmann) são estimulados por sinais luminosos. (COELHO, 2018)

As zonas primárias das regiões corticais que compõem esta unidade contêm também células de um caráter multimodal que respondem a vários tipos de estímulos, bem como células que não respondem a nenhum tipo modalmente específico de estímulo e que evidentemente retêm as propriedades de manutenção não-específica de tono. (LURIA, 1981, p.50).

O que o autor quer dizer é que, nas zonas primárias do córtex, não existem apenas células que respondem a estímulos intensos e específicos como sons, luz ou toque. Há também nessas áreas, células multimodais, ou seja, que conseguem reagir a diferentes tipos de estímulos, e

---

<sup>12</sup> Refere-se a vias que levam impulsos do corpo para o sistema nervoso central (SNC), como os nervos que trazem a sensação de toque ou calor, já as eferentes descrevem vias que levam impulsos do SNC para os músculos ou glândulas, como os nervos que comandam a contração muscular.

células não-específicas, que neste caso, não respondem a nenhum estímulo particular. Um exemplo prático no contexto pedagógico seria: Imagine uma criança com dificuldade de atenção durante uma atividade que envolve ver um vídeo educativo e ouvir uma explicação simultaneamente. As células que respondem a estímulos específicos vão captar as imagens e os sons isoladamente. As células multimodais vão facilitar a integração entre as informações visuais e auditivas, permitindo que a criança entenda que o que está vendo e ouvindo e que fazem parte da mesma atividade, tornando o aprendizado mais eficiente. Já as células não específicas ajudam a manter o estado de alerta da criança durante a atividade, preparando o cérebro para processar essas informações simultâneas, mesmo que elas não respondam diretamente aos sons ou imagens. Nas últimas células não funcionam bem, a criança pode parecer dispersa ou desatenta, mesmo que os estímulos visuais e auditivos estejam presentes. Assim, entender esses tipos de células e suas funções pode ajudar a criar estratégias pedagógicas que favoreçam a integração sensorial e o estado de alerta, por exemplo, alternando estímulos multimodais de maneira equilibrada ou usando pausas para “recarregar” a atenção.

Na verdade, a função de forma geral dessas últimas células é ajudar a manter o “**tono cortical**<sup>13</sup>”, ou seja, o nível de ativação essencial para que o cérebro esteja desperto, regulado e pronto para processar informações. Em outras palavras, Luria (1981), mostra que mesmo nas regiões especializadas do córtex existem células que cumprem papéis gerais, e que são extremamente fundamentais para sustentar o estado de vigília e o funcionamento equilibrado do sistema nervoso.

A principal base dessa unidade funcional do cérebro são as áreas primárias e de projeção do córtex. Elas são circundadas por zonas corticais secundárias, ou (gnósticas), nas quais a camada IV aferente deixa de ocupar posição preeminente, dando lugar às camadas celulares II e III. Inclusive, nessas áreas, o grau de especificidade modal é bem menor, possuindo um número maior de neurônios associativos de axônios curtos, o que permite combinar os estímulos recebidos em padrões funcionais adequados, desempenhando, assim, uma função de síntese. (LURIA,1981).

Segundo Luria, (1981), no córtex visual (occipital), localizado acima da área visual primária (área 17 de Brodmann) encontra-se um conjunto de áreas visuais secundárias (áreas 18 e 19 de Brodmann). Essas áreas transformam a projeção somatotópica de partes específicas

---

<sup>13</sup> É a qualidade da regulação do nível de atividade do cérebro, controlada por estruturas do subcórtex e tronco cerebral que se projetam para o córtex.

da retina em uma organização funcional. Apesar de manterem sua especificidade modal (visual), atuam como um sistema responsável por organizar os estímulos visuais que chegam à área primária. (COELHO, 2018).

De tal forma que, para Coelho (2018), as áreas terciárias das regiões posteriores do córtex na maioria das vezes são compostas por células das camadas associativas II e III. Sua principal função é integrar os estímulos que são resultados de variados analisadores. Essas áreas, conhecidas como zonas de superposição das terminações corticais de distintos analisadores, permitem a atuação conjunta e coordenada entre eles.

O trabalho das zonas terciárias das regiões corticais posteriores é essencial, não apenas para a integração bem sucedida das informações que atingem o homem por meio de seu sistema visual, mas também para a transição de sínteses diretas, visualmente representadas, para o nível de processos simbólicos — ou operações com significados de palavras, com complexas estruturas gramaticais e lógicas, com sistemas de números e relações abstratas. Em virtude disso é que as zonas terciárias da região cortical posterior desempenham um papel essencial na conversão de percepção concreta a pensamento abstrato, que sempre ocorre sob a forma de esquemas internos, e também na memorização de experiência organizada ou, em outras palavras, não apenas na recepção e codificação de informações, mas também no seu armazenamento (LURIA, 1981, p. 55).

Em outras palavras, podemos dizer que as zonas terciárias das regiões corticais posteriores são extremamente importantes pelo fato de não se limitarem em integrar informações recebidas pelos sentidos, em especial pela visão. Elas também permitem que o cérebro vá além, como por exemplo, transformar percepções concretas em imagens, sons e estímulos diretos em processos simbólicos mais complexos. O que quer dizer que essas áreas são responsáveis por possibilitar que o ser humano passe do nível de apenas "ver e perceber" para o de pensar abstratamente, manipulando palavras, estruturas gramaticais, conceitos lógicos, números e relações abstratas.

Para Luria (1981), essas zonas não trabalham apenas na recepção e organização da informação, mas também na sua codificação, armazenando e transformando em experiência organizada, deixando que a memória não seja apenas um depósito de dados, mas um sistema dinâmico e que dá suporte ao pensamento abstrato. Ou seja, essas áreas corticais conecta o mundo concreto da percepção e o mundo interno do raciocínio simbólico e abstrato, essa condição é essencial para o desenvolvimento da linguagem, da lógica e do conhecimento humano.

O autor apresenta três leis básicas que governam a estrutura de funcionamento das regiões corticais individuais que compõem o segundo sistema cerebral e que também se aplicam

à próxima unidade funcional. A primeira é a lei da estrutura hierárquica das zonas corticais. As relações entre as zonas corticais primárias, secundárias e terciárias, responsáveis pela síntese progressivamente mais complexa de informações que chegam, são uma ilustração suficientemente clara desta lei. (LURIA, 1981). Essa hierarquia ocorre pelo fato de que as áreas terciárias regulam a atividade das secundárias, que, por sua vez, organizam a atividade das primárias. O processo de síntese inicia-se dentro de uma única modalidade sensorial, nas áreas secundárias, e posteriormente ocorre de forma multimodal, nas áreas terciárias. (COELHO 2018).

Para Coelho (2018, p.43) “é possível notar que este caminho das áreas primárias para as terciárias é característico na organização funcional da criança pequena, realizando uma rota ascendente, ou seja, de baixo para cima”. Isso ocorre pelo fato de a plasticidade humana ser mais acentuada no período infantil. Pois para Pinheiro (2007, p. 44), “O cérebro em desenvolvimento é plástico, ou seja, capaz de reorganização de padrões e sistemas de conexões sinápticas com vistas à readequação do crescimento do organismo às novas capacidades intelectuais e comportamentais da criança.”

Assim sendo compreendemos, que os neurônios da criança que está em processo de desenvolvimento possuem maior capacidade de adaptar suas conexões internas do que aqueles já amadurecidos. Esse fato ocorre durante o chamado período crítico, ou janelas de oportunidade, no qual essa plasticidade se manifesta de maneira ainda mais ativa, ou seja, o cérebro da criança não é fixo, está em constante transformação.

A segunda lei que orienta o funcionamento desta unidade funcional, decorrente dos fatos anteriormente descritos, pode ser formulada como a lei da especificidade decrescente das zonas corticais hierarquicamente organizadas que a compõem. (LURIA, 1981). Para Coelho (2018) os neurônios das áreas primárias do córtex manifestam uma elevada especificidade modal. Nas áreas secundárias, essa especificidade se revela em grau reduzido, tornando-se multimodal nas áreas terciárias

As zonas corticais secundárias e terciárias, com sua predominância de neurônios multimodais e associativos, e carecendo de quaisquer conexões diretas com a periferia, possuem, não propriedades funcionais menos perfeitas e inferiores, mas, ao contrário, propriedades funcionais mais perfeitas e superiores que as zonas corticais primárias. (LURIA, 1981, p.58).

De forma simplificada para o autor, as zonas corticais secundárias e terciárias não se ligam diretamente ao mundo externo, isto é, não recebem estímulos brutos dos órgãos dos

sentidos, como acontece com as áreas primárias. Pelo contrário, nelas predominam neurônios multimodais e associativos, que têm a capacidade de integrar informações vindas de diferentes modalidades sensoriais (visão, audição, tato, etc.).

O ponto central de Luria (1981), é mostrar que essa ausência de contato direto com a periferia não torna essas áreas "menos importantes" ou "menos perfeitas". Pelo contrário, justamente por integrarem, associarem e elaborarem informações mais complexas, essas zonas apresentam funções superiores se comparadas às áreas primárias. No mesmo momento em que as áreas primárias captam dados específicos e imediatos (como uma cor, um som ou uma sensação tátil), as secundárias e terciárias alteram esses dados em algo mais complexo: ou seja, permitem reconhecer, comparar, relacionar e dar significado ao que foi percebido. Complementado, para Coelho (2018), as áreas secundárias e terciárias, compostas por neurônios multissensoriais e associativos, executam um papel organizador e integrador sobre as áreas mais específicas, constituindo-se em elemento central para a organização dos sistemas funcionais complexos.

E por fim, a terceira lei fundamental que regula o funcionamento do segundo sistema cerebral e, de fato, do córtex em sua totalidade pode ser enunciada como a lei da lateralização progressiva das funções. Essa lei descreve a transferência gradual das funções das áreas corticais primárias para as secundárias e, por fim, para as terciárias. (LURIA, 1981)

Segundo o autor, as áreas corticais primárias de ambos os hemisférios cerebrais, organizadas segundo o princípio de projeção somatotópica, desempenham funções equivalentes. Cada uma corresponde à projeção de superfícies receptoras contralaterais, não havendo, nesse nível, qualquer dominância entre os hemisférios. Contudo a situação, modifica-se nas áreas secundárias e, sobretudo, nas áreas terciárias. Ao analisarmos, no entanto, as áreas secundárias e terciárias, percebe-se que elas desempenham funções diversas em cada hemisfério cerebral. Nessas regiões, a lateralização é mais acentuada, ou seja, a especificidade hemisférica está definida de forma clara. Em indivíduos destros, o hemisfério esquerdo é geralmente considerado dominante, enquanto o direito é denominado contra-dominante ou subdominante, devido à associação da linguagem com o hemisfério esquerdo. (COELHO, 2018)

Com o aparecimento da maior aptidão da mão direita (que está associada ao trabalho e que evidentemente se relaciona com um estágio bastante precoce da história do homem), e mais tarde com o aparecimento de outro processo correlato, a saber, a fala, algum grau de lateralização de funções começa a ocorrer, fenômeno este que não foi encontrado em animais, mas que no homem se tornou um importante princípio da organização funcional do cérebro. (LURIA, 1981, p.58).

Assim sendo entendemos que, o hemisfério esquerdo, passa a desempenhar um papel central tanto na organização cerebral da fala, quanto na coordenação de todas as formas superiores de atividade cognitiva relacionadas à linguagem como percepção organizada em esquemas lógicos, memória verbal ativa e pensamento lógico. Enquanto que o hemisfério direito, (não-dominante), assume um papel secundário na organização desses processos ou, em alguns casos, não participa de forma significativa. Isto é, o princípio de lateralização das funções superiores no córtex cerebral passa a se manifestar somente nas zonas secundárias e, sobretudo, nas zonas terciárias, as quais estão envolvidas em especial na codificação e organização funcional das informações que chegam ao córtex processo que, no ser humano, ocorre com o apoio da linguagem. (LURIA,1981)

É por essa razão que as funções das zonas secundárias e terciárias do hemisfério esquerdo, (dominante) começam a diferir radicalmente daquelas das zonas secundárias e terciárias do hemisfério direito (não dominante). É por isso que a grande maioria dos sintomas de distúrbio de processos psicológicos superiores descritos em pacientes portadores de lesões cerebrais locais se refere a sintomas que surgem como resultado de lesões nas zonas secundárias e terciárias do hemisfério dominante (esquerdo), enquanto que a sintomatologia das lesões dessas mesmas zonas no hemisfério não-dominante (direito) foi alvo de muito menos estudo e análise. Este papel principal do hemisfério esquerdo (dominante), da mesma forma que o princípio de lateralização progressiva de funções, distingue pronunciadamente a organização do cérebro humano da do cérebro de animais, cujo comportamento não é organizado com a participação íntima da atividade de fala. (LURIA, 1981, p.59).

Concluindo, para Luria (1981) o segundo sistema funcional do córtex cerebral é responsável pela recepção, codificação e armazenamento das informações. Está ele localizado nas regiões posteriores dos hemisférios cerebrais, incluindo as áreas visuais (occipitais), auditivas (temporais) e sensoriais gerais (parietais). A organização de suas estruturas é hierárquica, composta por áreas primárias (de projeção), que recebem as informações correspondentes e as analisam em seus elementos básicos; áreas secundárias (de projeção-associação), encarregadas da codificação e síntese desses elementos, bem como da conversão das projeções somatotópicas em uma organização funcional; e áreas terciárias (ou de superposição), responsáveis pela coordenação entre os diversos analisadores e pela execução de esquemas supramodais (simbólicos), que constituem a base das formas complexas de **atividade gnóstica**.<sup>14</sup>

Essas zonas do córtex, hierarquicamente organizadas e constituintes do segundo sistema cerebral, operam segundo o princípio da especificidade modal decrescente e da lateralização

---

<sup>14</sup> Capacidade cognitiva de reconhecer e identificar objetos, pessoas, sons, formas ou odores através dos sentidos (visão, audição, tato, etc.).

funcional crescente. Tais princípios representam o mecanismo pelo qual o cérebro é capaz de realizar suas formas mais complexas de funcionamento, constituindo a base de toda atividade cognitiva humana, cuja origem está vinculada ao trabalho e, em termos. (LURIA,1981).

### **3.1.5 Unidade para a programação, regulação e verificação da atividade consciente (Lóbulos frontais)**

As estruturas da terceira e última unidade funcional, responsável pela programação, regulação e verificação, localizam-se nas regiões anteriores dos hemisférios cerebrais, situadas à frente do giro pré-central (córtex frontal). (LURIA 198), entre as funções mentais associadas a esta unidade estão a motricidade, a intencionalidade, o planejamento e a linguagem expressiva. (COELHO, 2018).

Complementando, há duas diferenças essenciais entre a terceira unidade funcional, pois essa é de caráter eferente, e a segunda unidade funcional, de natureza aferente. A primeira refere-se à organização hierárquica, enquanto que na segunda unidade os processos ocorrem de forma ascendente partindo das zonas primárias em direção às secundárias e terciárias, na terceira unidade eles seguem um percurso descendente. Nela, a atividade se inicia nos níveis superiores das zonas terciária e secundária, no qual são elaborados os programas motores, e avança para as áreas pré-motoras e motoras primárias, responsáveis por enviar os impulsos à periferia. A segunda diferença está no fato de que, na terceira unidade, não há zonas analisadoras com especificidade modal, como se observa na segunda unidade funcional. (RODRIGUES; CIASCA, 2010).

De forma geral, pode-se afirmar que a terceira unidade funcional é responsável pelas chamadas funções executivas a via de saída dessa unidade é o córtex motor (**área 4 de Brodmann**)<sup>15</sup>, cuja camada V abriga as células piramidais gigantes de Betz. Essas células enviam fibras aos núcleos motores espinais, que por sua vez inervam os músculos, constituindo partes do grande trato piramidal. A **área cortical 6**<sup>16</sup> possui natureza projetiva e, como amplamente reconhecido, apresenta uma organização topográfica em que: as regiões superiores originam fibras destinadas aos mecanismos motores dos membros inferiores; as regiões médias emitem fibras relacionadas aos membros superiores contralaterais; e as regiões inferiores

---

<sup>15</sup> Córtex motor primário, no giro pré-central, que controla os movimentos voluntários.

<sup>16</sup> Responsável pelo planejamento e coordenação de movimentos complexos, composta pelo córtex pré-motor (preparação do movimento) e pela área motora suplementar.

emitem fibras responsáveis pelos mecanismos motores da face, dos lábios e da língua.  
(LURIA,1981)

O córtex motor primário (de projeção), como eu disse, é apenas a via de saída de impulsos motores ou, como aquela grande autoridade no campo da investigação do movimento, Bernstein, disse corresponde aos “cornos anteriores do cérebro”. A composição motora dos impulsos que ele envia à periferia deve, naturalmente, ser bem preparada e incorporada em certos programas, e somente após uma preparação deste tipo os impulsos emitidos por meio do giro pré-central podem dar origem aos movimentos úteis necessários. (LURIA, 1981, p.62).

A autora Coelho (2018, p.43) observa que, “as zonas secundárias e terciárias possuem um papel decisivo na preparação dos impulsos motores, estando governadas pelos mesmos princípios de organização hierárquica e especificidade decrescente mencionados anteriormente.” Ou seja, o planejamento dos movimentos não nasce no córtex motor primário, mas sim nas zonas secundárias e terciárias, que, ao integrarem informações diversas e seguindo princípios hierárquicos, preparam os impulsos motores de forma organizada e coordenada, permitindo que os movimentos sejam executados de maneira eficaz.

Assim como ocorre nas áreas posteriores do córtex, as regiões anteriores também apresentam uma área primária de projeção, uma secundária ou de associação e uma terciária ou de integração, todas situadas no neocórtex do lobo frontal. A distinção fundamental está no caminho percorrido pelos impulsos: no segundo sistema cerebral, de natureza aferente, eles seguem uma via ascendente, partindo das zonas primárias em direção às secundárias e terciárias. Já no terceiro sistema, de caráter eferente, o percurso é descendente, iniciando-se nas zonas terciárias e secundárias onde são elaborados os planos e programas motores e, em seguida, alcançando a área motora primária, responsável por transmitir os impulsos motores organizados para a periferia, resultando na execução dos movimentos correspondentes (LURIA, 1981).

A zona motora primária do córtex cerebral encontra-se na região pré-motora secundária (áreas 6 e 8 de Brodmann). Juntas, as áreas motora e pré-motora compõem as regiões corticais do analisador motor. Diferentemente da área motora de projeção, a região pré-motora é caracterizada pela predominância de pequenas células piramidais das camadas II e III do córtex, responsáveis por funções de projeção e associação. O princípio de projeção somatotópica está menos evidente nessa região, motivo pelo qual lesões na zona pré-motora não resultam em paralisias de grupos musculares específicos. A estimulação dessas áreas do córtex desencadeia movimentos organizados em sistemas como giros oculares, da cabeça, do corpo ou movimentos

de preensão manual, o que demonstra o papel integrador dessas zonas corticais na coordenação de movimentos (LURIA, 1981 apud COELHO, 2018).

Já na zona pré-motora situam-se as áreas terciárias do córtex frontal, ou região pré-frontal (áreas 9, 10, 11, 12, 44, 45 e 46 de Brodmann). Diferentemente das zonas motora e pré-motora, essas regiões corticais não apresentam grandes células piramidais entre seus componentes; a maior parte da massa cortical é composta por células de axônios pequenos e células asteroideas (LURIA, 1991 apud COELHO, 2018).

Conclui-se que, a partir das concepções de Luria (1981), sobre as três principais unidades funcionais, entendemos que elas não atuam de forma isolada, mas sim operam em conjunto, no qual cada uma tem a sua função, e que somente por meio de suas interações nas quais cada unidade desempenha sua função específica é possível compreender a natureza dos mecanismos cerebrais responsáveis pela atividade mental.

### **3.2 PLASTICIDADE CEREBRAL COMO ALIADA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM**

Os primeiros capítulos e subitens, serviram como base para que possamos compreender como o cérebro funciona, a partir das contribuições de Luria, entendemos que o cérebro é composto por sistemas que trabalham em conjunto facilitando ainda mais o entendimento da plasticidade cerebral já que, segundo Bartoszeck 2014, p.619,

Neuroplasticidade é a capacidade do cérebro de alterar-se fisicamente, inclusive com estimulação cognitiva. Torna-se um importante conceito na educação das crianças desde a pré-escola até as séries iniciais do ensino fundamental.

Isto é, o cérebro tem a capacidade de se adaptar e mudar ao longo da vida e a determinadas situações, como por exemplo aprender a uma nova atividade. Ou seja, mesmo que o cérebro tenha dificuldades ou apresente lesões, ele pode aprender, se modificar e desenvolver novas formas de funcionar, para que haja um bom desempenho é necessário que o cérebro seja estimulado de maneira adequada. De fato, pois o cérebro apresenta algumas funções para o funcionamento humano, como a memória, inteligência, raciocínio, linguagem, comportamento e razão.

A neuroplasticidade tem tido grandes avanços, ainda mais diante das dificuldades de aprendizagem que os alunos apresentam, é a partir dessa constatação que tanto profissionais da

educação quanto da psicologia se interessam por este campo de estudo, principalmente quando pensamos em desenvolvimento cognitivo infantil, pois a neuroplasticidade tem um papel significativo no processo de aprendizagem. Assim como diz Oliveira et al (2019, n.p) “As dificuldades de aprendizagem podem surgir na vida do aluno de várias maneiras, como: o baixo desempenho escolar, dificuldades na leitura, matemática, inabilidade social, intelectuais e motoras.” Ou seja, se tornando um desafio tanto para educadores quanto para os próprios alunos, demandando estratégias que considerem a particularidade de cada processo cognitivo.

É inegável que o estudo das neurociências, no momento presente, é necessário para o entendimento do desenvolvimento de habilidades, bem como para a compreensão das contribuições da plasticidade cerebral ao longo de toda a vida e das formas de qualificar o processo de ensino e de aprendizagem no contexto educacional. O aprofundamento nessa ciência favorece o entendimento de temas específicos relacionados ao sistema nervoso central, oferecendo contribuições relevantes à educação e à sociedade de forma geral, ao colaborar na formação contínua de indivíduos. Indivíduos estes “humanos” em suas experiências e atitudes, que se relacionam com o outro enquanto seres humanos, incitando a racionalidade, intelecto, emoções e sentimentos em suas interações interpessoais e intrapessoais.

Outro fator de grande pertinência no campo da neurociência é a descoberta da plasticidade cerebral ou neural, que evidencia a capacidade contínua de aprendizagem ao longo da vida. A plasticidade neural pode ser considerada uma descoberta recente dos neurocientistas, preocupados em apreender o funcionamento do cérebro. Durante muitos anos, prevaleceu a crença de que o tecido cerebral não possuía capacidade regenerativa. Diante dessa visão, não se compreendia plenamente como alguns pacientes com lesões neurológicas severas e incapacitantes conseguiam, ainda assim, apresentar níveis significativos de recuperação funcional. Nesse contexto, a noção de plasticidade cerebral surge como um conceito fundamental para explicar tais fenômenos que até então não era muito bem compreendido. (ODA, et al 2002)

A recuperação cerebral pode ocorrer gradativamente, entretanto os ganhos funcionais podem continuar por anos após a lesão. O grau de recuperação depende de diversos fatores, entre eles incluem: idade, área comprometida do cérebro, quantidade de tecido nervoso afetado, mecanismos de reorganização cerebral, assim como fatores ambientais e psicossocial (AGUILAR-REBOLLEDO, 1998 apud BONI et al 2016). Ou seja, ao analisar com cuidado,

percebe-se que os indícios dessa característica já estavam presentes na estrutura cerebral humana desde os tempos primitivos.

Adiante, é notável que o processo de aprendizagem é complexo e envolve a interação de múltiplos fatores biológicos, psicológicos e sociais. Dessa forma, quando surgem dificuldades de aprendizagem, a criança pode apresentar prejuízos em seu desenvolvimento acadêmico, social e emocional. A neuroplasticidade, enquanto capacidade do cérebro de se modificar e se adaptar a novos estímulos, oferece uma perspectiva otimista para o enfrentamento desses desafios, especialmente quando as intervenções ocorrem de forma planejada e precoce.

Podemos conceituar de forma ainda mais clara a plasticidade cerebral, como a capacidade de adaptação do sistema nervoso central (SNC), ou seja, permitindo alterações em sua própria organização estrutural e funcional. Nesse sentido, Oda, et al (2002, p. 173) afirmam que a plasticidade consiste na “capacidade adaptativa do SNC, permitindo modificações na sua própria organização estrutural e funcional”. Ainda, para os autores a plasticidade cerebral, enquanto característica presente em todos os seres vivos, “é o que possibilita mudanças de características”, se mostrando assim, como elemento fundamental para o desenvolvimento humano e a reorganização diante das experiências e estímulos do meio em que está. (ODA, et al 2002, p. 175)

Adiante, Lent (2010) apud Boni et.al (2016) ressaltam que no desenvolvimento infantil há a existência dos chamados, períodos críticos ou "janelas de oportunidades" (o primeiro refere-se a um tempo específico, onde o desenvolvimento de certas habilidades são mais sensíveis a estímulos ambientais; o segundo diz respeito a um período maior em que o cérebro está mais receptivo a experiências e aprendizados), tanto para o desenvolvimento cerebral quanto da plasticidade, os quais se estendem da primeira infância até aproximadamente os dez anos de idade.

Dessa forma, entendemos que o ponto alto da plasticidade cerebral ocorre durante o período da infância, e que vai diminuindo conforme o crescimento e o envelhecimento. Contudo, esse processo não é exclusivo ao período da infância e não se encerra completamente, mantendo-se ativo até o fim da vida, desde que haja um ambiente com estímulos. (BONI, et.al, 2016).

Seguindo nesta linha de raciocínio, Boni, et.al, (2016) enfatiza que um cérebro que é devidamente estimulado está propício a estimular as conexões entre as células nervosas, no caso, as sinapses, (as sinapses são regiões onde ocorrem a passagem de informações entre os neurônios, feitas e desfeitas de acordo com as interações constantes entre o ambiente interno e externo. O que proporciona uma melhoria considerável da memória e da capacidade de raciocínio. Esse processo confirma tanto o potencial intelectual quanto a predisposição genética do cérebro humano para a produção contínua de novos neurônios. (CARVALHO, et.al, 2021),

De modo que, para Pinheiro (2007, p. 44), “O cérebro em desenvolvimento é plástico, ou seja, capaz de reorganização de padrões e sistemas de conexões sinápticas com vistas à readequação do crescimento do organismo às novas capacidades intelectuais e comportamentais da criança.” Assim como já vimos nos primeiros capítulos trazido por Luria entendemos, que os neurônios em processo de desenvolvimento da criança possuem maior capacidade de adaptar suas conexões internas do que aqueles já amadurecidos. Durante o chamado período crítico, ou janelas de oportunidade essa plasticidade se manifesta de maneira ainda mais ativa, ou seja, o cérebro da criança não é fixo, está em constante transformação.

Relvas (2010) apud Boni 2016, descreve a estrutura básica do neurônio, composta por diferentes partes especializadas: a membrana celular, que atua no transporte dos sinais nervosos; os dendritos, ramificações que recebem e transmitem sinais sendo que um único neurônio pode ter milhares dessas extensões; o axônio, que trabalha como um condutor das informações elétricas; os pontos de contato sinápticos, que são responsáveis pela transmissão de informações entre células; e as células gliais, que oferecem sustentação e suporte ao funcionamento neural. Entre os tipos de células gliais, ressalta a célula de Schwann, tendo a função de envolver os neurônios com a bainha de mielina, uma substância lipídica que permite maior velocidade na condução dos impulsos nervosos, promovendo a eficiência na transmissão de informações. (BONI, et.al 2016)

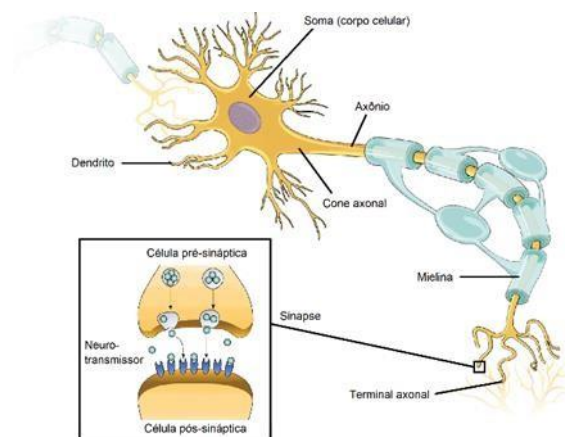
Dessa forma, é possível compreender que o funcionamento dos neurônios ocorre em um sistema colaborativo e interdependente, cujo há interações e não de forma isolada, como era pensado por muitos profissionais. A cada nova experiência vivida, o cérebro se reorganiza, sendo essa transformação resultado da interação do indivíduo com o meio ambiente. Tais interações estimulam o aumento das conexões sinápticas entre os neurônios, possibilitando mudanças contínuas no cérebro, ou seja, a plasticidade cerebral, que é a capacidade adaptativa do sistema nervoso.

De acordo com Cosenza e Guerra (2011, p. 13);

Um neurônio pode disparar impulsos seguidamente, dezenas de vezes por segundo. Mas a informação, para ser transmitida para outra célula, depende de uma estrutura que ocorre geralmente nas porções finais do prolongamento neural que leva o nome de axônio. Esses locais onde ocorre a passagem da informação entre as células, são denominadas sinapses, e a comunicação é feita pela liberação de uma substância química, um neurotransmissor.

O que os autores apresentam é que, um neurônio pode enviar sinais elétricos (impulsos nervosos) várias vezes por segundo, ou seja, ele é capaz de responder instantaneamente aos estímulos. Entretanto, para que essa informação passe de um neurônio para outro, ela precisa chegar até uma parte específica da célula nervosa cujo nome é axônio, que é como um fio longo que transmite o impulso para longe do corpo da célula. Na ponta desse axônio, ocorre a sinapse, que é o ponto de conexão com outro neurônio. Mas essa passagem não acontece por contato direto: é feita pela liberação de substâncias químicas, chamadas neurotransmissores. Esses neurotransmissores passam pelo pequeno espaço entre os neurônios e levam a informação adiante. Ou seja, mesmo que o neurônio envie sinais elétricos muito rápidos, ele só consegue se comunicar com outro neurônio através das sinapses, usando neurotransmissores que funcionam como mensageiros químicos.

Figura 3 Estrutura de um neurônio



Fonte: Khan Academy

Nesse contexto, Oliva, Dias e Reis (2008) salientam que os comportamentos, pensamentos e sentimentos humanos são permitidos pelas sinapses formadas ao longo do desenvolvimento humano, sendo resultado da plasticidade cerebral, a qual é especialmente

estimulada pelas experiências vivenciadas e estímulos. Consenza e Guerra (2011), enfatizam a interação com o meio ambiente é importante, pois a interação corrobora para a formação de conexões nervosas, e por conseguinte a aprendizagem e o aparecimento de novos comportamentos.

Relvas (2009, p. 40) apud Boni et.al, 2016 ressalta que,

Um neurônio pode receber ou enviar entre 1.000 a 100.000 conexões sinápticas em relação a outros neurônios, dependendo do seu tipo e localização no sistema nervoso. O número e a qualidade de sinapses em um neurônio podem variar, entre outros fatores, pela experiência e aprendizagem, demonstrando a capacidade plástica do Sistema Nervoso.

Complementando esse mesmo fato, Cosenza e Guerra (2011) pontuam que as conexões sinápticas formadas entre os bilhões de neurônios que compõem o sistema nervoso são extremamente numerosas, a ponto de não poderem ser quantificadas com precisão, eles afirmam que um neurônio normalmente pode estabelecer sinapses com centenas de outros neurônios, ao mesmo tempo em que recebe informações vindas de outras centenas de células.

Ademais tendo compreendido o funcionamento dos neurônios e sua interação com o conjunto celular, é possível afirmar que a plasticidade cerebral não se manifesta apenas no desenvolvimento típico do cérebro ou como resposta às experiências, mas também atua frente a lesões cerebrais, representando um mecanismo de reorganização do sistema nervoso central (SNC). Com base nos estudos em neurociência indicam que quanto mais precoce for a ocorrência da lesão especialmente na infância maior será a capacidade de regeneração do cérebro, em virtude da plasticidade mais acentuada nos cérebros imaturos, sendo importante ressaltar que não é exclusiva do período infantil. Diante de limitações funcionais causadas por lesões, os neurônios são capazes de adaptar-se, assumindo novas funções, regenerando células e estabelecendo novas conexões sinápticas. (BONI, et.al, 2016)

No campo educacional, as contribuições históricas e científicas advindas do conceito de plasticidade cerebral são imensuráveis e significativas. Tal relevância pode ser melhor compreendida por meio de duas conclusões apresentadas por Oda, Sant'Ana e Carvalho (2002, p. 175), a saber: (1) "Todo aprendizado é uma forma de plasticidade" e (2) "A plasticidade continua por toda vida como um dos mecanismos de obtenção dos ajustes necessários para responder às exigências funcionais".

Dessa forma, entende-se que todo processo de aprendizagem ocorre por meio da plasticidade cerebral, evidenciando-se como um mecanismo essencial de adaptação e construção do conhecimento. Essa noção, ainda que de maneira implícita ou não nomeada diretamente, pode ser identificada nas obras de diversos educadores ao longo da história. (COSTA, SILVA, JACÓBSEN 2019).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo compreender os fundamentos teóricos da neuropsicologia, com ênfase nas três unidades funcionais do cérebro que trata de estudos acerca do funcionamento neurológico a partir de uma perspectiva da plasticidade cerebral. A partir da revisão bibliográfica, foi possível compreender que as três unidades funcionais descritas por Lúria responsáveis pela regulação do tônus cortical, pela recepção e armazenamento das informações e pela programação das ações conscientes não atuam isoladamente, mas de forma integrada, permitindo que o cérebro funcione como um sistema dinâmico e interdependente. Como já afirmava Lúria (1981), as funções psicológicas superiores são produtos da atividade cerebral organizada em sistemas funcionais complexos, o que sustenta a noção contemporânea de neuroplasticidade e sua relação com o processo de aprendizagem.

Os estudos do autor, aliados às pesquisas contemporâneas em neurociência, demonstram que o cérebro humano é capaz de reorganizar-se constantemente por meio da plasticidade cerebral, isto é, da capacidade de formar novas conexões neurais a partir das experiências e estímulos do ambiente. Essa compreensão reforça a importância da estimulação cognitiva e da mediação pedagógica na infância, uma vez que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores depende da interação entre fatores biológicos, sociais e culturais.

No campo educacional, reconhecer que a aprendizagem é resultado de processos cerebrais plásticos e integrados possibilita ao professor desenvolver práticas pedagógicas mais eficazes e inclusivas. A teoria de Lúria contribui significativamente para que o professor compreenda a complexidade do funcionamento mental, valorizando o papel da escola como espaço de construção de conhecimento e de desenvolvimento das potencialidades humanas.

Dessa forma, o estudo evidencia que o diálogo entre neurociências e educação é essencial para aprimorar o trabalho docente, permitindo que o professor atue com base em uma visão mais ampla do desenvolvimento humano. Além disso, reafirma que o processo de aprendizagem não se limita à memorização de conteúdos, mas envolve a reorganização

cognitiva, experiência e relação com o outro na aprendizagem; dimensão afetiva e cognitiva na aprendizagem. Por fim, espera-se que esta pesquisa inspire novas reflexões sobre como os conhecimentos neuropsicológicos podem ser aplicados ao cotidiano escolar, contribuindo para o enfrentamento das dificuldades de aprendizagem e para a construção de uma educação mais sensível às diferenças e potencialidades de cada estudante.

Pode-se afirmar que os objetivos propostos foram alcançados e a questão-problema da pesquisa foi devidamente respondida, já que o estudo permitiu compreender como as unidades funcionais descritas por Alexander Luria contribuem para o entendimento da neuroplasticidade e de que maneira esse conhecimento pode ser aplicado ao processo de aprendizagem. A análise teórica evidenciou que o cérebro atua de forma integrada e dinâmica, sendo capaz de se reorganizar diante de novos estímulos, o que reforça a importância da estimulação e da mediação social no desenvolvimento cognitivo. Assim, o trabalho atingiu seu propósito de aproximar os saberes da neuropsicologia e da educação, mostrando que compreender o funcionamento cerebral auxilia o educador a planejar práticas pedagógicas mais significativas e inclusivas.

Concluindo, ao compreender a importância de conhecer sobre o funcionamento do cérebro, há uma crescente vontade de continuar pesquisando sobre a plasticidade cerebral, me aprofundando no pensamento do Luria, pois a área das neurociências juntamente com a pedagogia me chama a atenção, e vejo a necessidade de inserir o estudo acerca do cérebro na educação, principalmente para aqueles que como eu escolheram a pedagogia, pois diariamente seremos colocados diante de desafios que ocorrem somente em sala de aula, para que quando encontrarmos tais desafios saibamos como intervir, entendendo que o cérebro não é estático, e que está em constante adaptação.

## REFERÊNCIAS

ALVIM, Lucas Renan Feitosa. **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**. 2022. 216 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/40697>. Acesso em: 4 de set de 2025.

BARTOSZECK, Amauri Betini. Neurociências, altas habilidades e implicações no currículo. **Revista Educação Especial**, [S. l.], v. 27, n. 50, p. 611–626, 2014. DOI: 10.5902/1984686X14284. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/14284>. Acesso em 7 de jun de 2025.

BONI, Marina; WELTER, Maria Preis. Neurociência cognitiva e plasticidade neural: um caminho a ser descoberto. **Revista Saberes e Sabores Educacionais**, v. 3, p. 139-49, 2016. Disponível em: [https://eventos-antigo.uceff.edu.br/eventosfai\\_dados/artigos/semic2016/391.pdf](https://eventos-antigo.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/semic2016/391.pdf). Acesso em: 09 de jul 2025

COSENZA, Ramon Moreira; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COELHO, Pâmela Cadima. **Contribuições da escola de A. R. Luria para o desenvolvimento do diagnóstico neuropsicológico**. 2011. 83 f. Monografia (Especialização em Neurociências) Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/c50d1782-b4f3-4a1d-b1b7-fcfdade45a58>. Acesso em: 04 de set de 2025

COSTA, Alan Ricardo; SILVA, Peterson Luiz Oliveira da; JACÓBSEN, Rafael Tatsch. Plasticidade cerebral: conceito(s), contribuições ao avanço científico e estudos brasileiros na área de Letras. **Entrepalavras**, Fortaleza, v. 9, n. 3, p. 457-476, set./dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.22168/2237-6321-31445>. Disponível em: <<http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/Revista/article/view/1445>>. Acesso em: 02 jul. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LURIA, Alexander Romanovich. **Fundamentos de neuro psicopedagogia**. São Paulo: EDUSP, 1981.

MANGANOTTI, Sueli Aparecida; FACCI, Marilda Gonçalves Dias. O desenvolvimento das funções psicológicas superiores e o processo educativo: reflexões a partir da psicologia histórico-cultural. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 26, n. 47, p. 93-108, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2120-8.pdf>. Acesso em: 04 de set 2025

MENEZES, Afonso Henrique Novaes. et al. **Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância**. UNIVASP, Petrolina, 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 621–626, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/39YW8sMQhNzG5NmpGBtNMFf/?format=html&lang=pt>. Acesso: 22 de ago 2025

MULLER, Elizabeth Cruz. **A metapsicologia de Sigmund Freud como uma neuropsicologia**. 1976. 180 f. Tese (Mestrado em Psicologia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1976. Disponível em: [https://ppg.psi.puc-rio.br/uploads/uploads/1969-12-31/1976\\_de32af37a0c8c70e008b11cb1dd41258.pdf](https://ppg.psi.puc-rio.br/uploads/uploads/1969-12-31/1976_de32af37a0c8c70e008b11cb1dd41258.pdf). Acesso em: 04 de set de 2025.

NERI, Karine Pereira. NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO: teorias da aprendizagem. **Maiêutica - Pedagogia**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2017. Disponível em: [https://revistas.uniasselvi.com.br/index.php/PED\\_EaD/article/view/1696](https://revistas.uniasselvi.com.br/index.php/PED_EaD/article/view/1696). Acesso em: 16 jul. 2025.

ODA, Juliano Yasuo.; SANT’ANA, Débora Mello Gonçalves.; CARVALHO, Jaqueline. Plasticidade e regeneração funcional do Sistema Nervoso: contribuição ao estudo de revisão. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama, v. 6, n. 2, p. 171-176, 2002. Disponível em: <https://unipar.openjournalsolutions.com.br/index.php/saude/article/view/1175>. Acesso em: 16 jul. 2025.

OLIVEIRA, Liélia Barbosa. et al. **As dificuldades de aprendizagem no contexto escolar**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 6., 2019, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59205>. Acesso em: 4 jun. 2025.

PINHEIRO, Marta. Fundamentos de neuropsicologia: o desenvolvimento cerebral da criança. **Vita et sanitas**, v. 1, n. 1, p. 34-48, 2007. Disponível em: <https://unigoyazes.edu.br/revistas/index.php/VitaetSanitas/issue/view/1/6>. Acesso em: 16 de jul. 2025.

RODRIGUES, Sônia das Dores; CIASCA, Sylvia Maria. Aspectos da relação cérebro-comportamento: histórico e considerações neuropsicológicas. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 27, n. 82, p. 117-126, 2010. Disponível em: [https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862010000100012](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862010000100012). Acesso em: 06 de set 2025.