

A IMPORTÂNCIA DA MIELINIZAÇÃO NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL PARA O DESENVOLVIMENTO DAS FUNÇÕES COGNITIVAS

Wanessa de Moura Araújo Rodrigues¹

Grasiele Reisdörfer²

RESUMO

O artigo tem objetivo de aprofundar nos estudos sobre o processo de mielinização no desenvolvimento do sistema nervoso, com vistas a contribuir na formação de neurocientistas. Serão apresentadas pesquisas sobre as transformações que ocorrem no sistema nervoso, destacando a importância das células da glia, a capacidade do sistema nervoso de se reorganizar, focando na neuroplasticidade, e ressaltando que estes processos resultam em interações entre as heranças neurobiológicas, comportamentais e emocionais do indivíduo, as quais constituem a base de sua estrutura cognitiva.

Palavras-chaves: Mielinização. Neuroglias. Neuroplasticidade. Esclerose Múltipla.

ABSTRACT

The article aims to deepen studies on the myelination process in the development of the nervous system, with a view to contributing to the training of neuroscientists. Research will be presented on the transformations that occur in the nervous system, highlighting the importance of glial cells, the ability of the nervous system to reorganize itself, focusing on neuroplasticity, and emphasizing that these processes result in interactions between the neurobiological, behavioral and emotional legacies of the individual, which constitute the basis of their cognitive structure.

¹Mestranda em Neurociências – UniLogos/ Graduada em Pedagogia – Faculdade Unopar / Graduada em Psicologia – Faculdade Única / Especialização em Psicopedagogia – CENSUPEG / Especialização em Neuropsicologia – Faculdade Cândido Mendes / Especialização em Atendimento Educacional Especializado – UCAMprominas / E-mail: wanessanan@yahoo.com.br

² Professora-Revisora da UniLogos - revisao@unilogos.edu.eu

Keywords: Myelination. Neuroglias. Neuroplasticity. Multiple sclerosis.

1. INTRODUÇÃO

Por meio de pesquisa exploratória, este trabalho terá o objetivo de identificar e apresentar estudos e teorias que abordem sobre as contribuições das células da glia para o desenvolvimento da mielina, ou seja, o processo de mielinização no sistema nervoso central, apresentando seu impacto sobre o desenvolvimento cognitivo. Inicialmente, o trabalho apresenta um panorama do sistema nervoso, focando nos neurônios e nos gliócitos, os quais se observa que ambos funcionam de modo integrado, formando os circuitos neurônio-gliais que dão conta não só de processar as informações que vêm do ambiente externo e do meio interno, como as que são geradas pelo próprio sistema nervoso. Tanto o neurônio quanto o gliócito, são capazes de gerar sinais de informação: o primeiro, entretanto, é o único capaz de produzir sinais bioelétricos integrados às vias de sinalização bioquímica de seu citoplasma. (LENT, 2010)

Apesar da existência de inúmeros fatores inibitórios interferindo na capacidade adaptativa sendo uma delas, as interferências do meio ambiente, o sistema nervoso central possui a capacidade de reorganização e regeneração axonal. A contribuição das células da glia para o processo de plasticidade neural tem resultado em um crescente número de estudos os quais apontam o envolvimento destas células em patologias degenerativas ou na aprendizagem. (CERUTTI; FERRARI, 2001).

O sistema nervoso apresenta um tipo celular, nomeado de gliócito, este pertence a uma família de células chamadas coletivamente de neuroglia ou simplesmente glia. A neuroglia é um conjunto polivalente de células não neuronais, cujas características permitem operar dezenas de funções diferentes que contribuem direta ou indiretamente com o processamento de informações pelo sistema nervoso. A neuroglia modula a transmissão sináptica entre neurônios, trocando sinais com eles, acelerando a propagação dos impulsos nervosos, regulando o fluxo sanguíneo local em função da atividade neuronal, orientando os deslocamentos celulares durante o desenvolvimento, participando dos mecanismos de defesa imunitária do sistema nervoso, ou garantindo a

infraestrutura metabólica para o funcionamento dos neurônios. (LENT, 2010)

A resposta reativa da glia está associada à síntese de fatores de crescimento, neurotransmissores e citocininas. Desta forma, pode ser trófica e contribuir para a manutenção da função neural, ou tóxica, e resultar em morte neuronal. O resultado final dependerá do equilíbrio entre seus produtos de secreção e da capacidade de manutenção da homeostase iônica. Considera-se, assim, que as células da glia atuam em mecanismos fundamentais que caracterizam a capacidade de reorganização e recuperação neural. (CERUTTI; FERRARI, 2001).

Muitos axônios, tanto no sistema nervoso central, como no sistema nervoso periférico, são envolvidos por uma cobertura isolante composta por lipídios e proteínas, chamada bainha de mielina. No sistema nervoso central (SNC), a bainha de mielina é produzida pelos oligodendrócitos, e no sistema nervoso periférico (SNP), pelas células de Schwann. A diferença entre o SNC e o SNP quanto à bainha de mielina não se resume ao gliócito que a produz, mas se estende à sua composição molecular. Recentemente, se descobriu que há proteínas na mielina central que bloqueiam o crescimento regenerativo de axônios lesados. Essas proteínas não existem na mielina periférica, e é isso que explica por que os axônios periféricos são capazes de regeneração, enquanto os axônios centrais não são. (LENT, 2010)

A primeira hipótese levantada ao descobrirem a existência de uma numerosa população de células não neuronais no sistema nervoso foi a de que essas células representavam a base de sustentação mecânica dos neurônios. Nessa ocasião, as mesmas receberam o nome coletivo de neuroglia, que significa “cola neural”. Essa função estrutural das células gliais já não é considerada tão importante, e outros estudos já apresentaram inúmeras outras funções de alta relevância dessas células, colocando os gliócitos no papel de verdadeiros elementos polivalentes no sistema nervoso. Considerando o tecido nervoso como uma rede intercomunicante de células neuronais e gliais, sendo estas últimas muito mais do que mantenedoras da “saúde” dos neurônios, mas ativas participantes dos mecanismos de processamento de informação neural. Esses mecanismos serão explicitados a seguir. (LENT, 2010)

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, realizou-se uma investigação de cunho exploratório. Para tanto, foram realizados levantamentos bibliográficos, bem como leituras de obras nacionais e internacionais. Os dados analisados foram extraídos a partir de plataformas online como o Portal de Periódicos da CAPES, BVS, Scielo, além de repositórios institucionais de universidades brasileiras.

3. CÉLULAS DA GLIA OU NEURÓGLIAS

O termo astrócito, que é um dos tipos de células da glia existentes no sistema nervoso, foi originalmente introduzido pelo médico anatomista húngaro Michael Von Lenhossek, em 1893. Este termo foi cunhado pelo estudioso para descrever células em forma de estrela, as quais eram observadas em amostras histológicas do cérebro e da medula espinhal humana. Lenhossek percebeu que a neuroglia era uma mistura de diferentes elementos celulares individuais e que os astrócitos são as células gliais mais abundantes no sistema nervoso central (SNC). Estas células gliais constituem aproximadamente metade das células do cérebro humano, correspondendo a um grupo de células heterogêneas, com diferentes subtipos, que apresentam diferenças quanto à morfologia, desenvolvimento, metabolismo e fisiologia. (GOMES; TORTELLI; DINIZ, 2013;).

Ainda de acordo com GOMES; TORTELLI; DINIZ, 2013; As células gliais ou neuróglia são diversos tipos celulares presentes no sistema nervoso central. Algumas de suas características são: não gerar impulsos nervosos, não formar sinapses, atuar como células de suporte aos neurônios, além de possuir a capacidade de se multiplicar através do processo de mitose, mesmo em indivíduos na fase adulta. Dentre as diversas funções exercidas pelas células gliais, destacam-se:

- Sustentação e isolamento dos neurônios;
- Transporte de substâncias nutritivas aos neurônios;
- Participação no equilíbrio iônico do fluido extracelular.
- Remoção de excretas e fagocitose de restos celulares.

A estrutura base do neurônio e partes dos elementos que o compõem, fundamentam as constantes modificações do corpo, dentre elas, o sistema

nervoso, desde sua pequena porção celular, o neurônio, até as grandes redes sinápticas, as quais estão em constante alteração e transformação morfológica e fisiológica. O desempenho ao longo do ciclo do desenvolvimento humano é passível de modificação, tanto no nível celular quanto no nível das conexões mais complexas. Os neurônios são cercados por astrócitos, formando uma complexa estrutura que mostra um alto grau de plasticidade estrutural e funcional, essas organizações consistem em diferentes tipos de mudanças morfológicas. (ROTTA, 2018; p2-5).

O processo de desenvolvimento cerebral resulta em uma abundância de circuitos neurais que podem ser modificados pelos processos de experiências vivenciados pelo indivíduo. Dessa forma, o sistema nervoso quando interage com o ambiente, resulta na organização de comportamentos, sejam eles simples ou complexos, que podem modificar tanto o ambiente como o próprio sistema nervoso. Essa capacidade denota a plasticidade do sistema nervoso, ou seja, a plasticidade neural que as interações organismo-ambiente, vivenciadas por um indivíduo determinam fundamentalmente a topografia e a função de suas respostas. As relações entre os eventos ambientais e as respostas do organismo podem estabelecer contingências, ou seja, relações condicionais entre classes de comportamento e as classes de estímulos que lhes são antecedentes ou consequentes. (CARLSON, 2000 apud CERUTTI, 2001).

As células da glia apresentam os seguintes tipos celulares - Astrócitos: possuem núcleo central e esférico, são as maiores células, sua função é a sustentação e a nutrição do neurônio, suas ramificações se ligam a capilares sanguíneos fazendo o transporte de nutrientes; Micróglia: Apresenta um núcleo alongado e denso, seu corpo celular é alongado e pequeno. São células macrófágicas, sua função é realizar a fagocitose de corpos estranhos e restos celulares; Oligodendrócitos: Produzem a mielina do sistema nervoso central, apresentam poucos e curtos prologamentos celulares. Ependimárias: Apresentam o núcleo alongado, têm a estrutura cilíndrica, apresentando arranjo epitelial. Têm como função o revestimento das cavidades do sistema nervoso central. As células da glia são mais numerosas que os neurônios, existem cerca de 10 células da glia para cada neurônio no sistema nervoso central. No entanto, por ter um tamanho reduzido, ocupam aproximadamente a metade do volume do tecido nervoso.

(GOMES; TORTELLI; DINIZ, 2013).

Em resumo, além de sustentar e produzir mielina, as células da glia agem isolando os neurônios uns dos outros, evitando assim, interferências na condução do impulso nervoso. Além disso, levam substâncias nutritivas, regulam a composição química dos líquidos intercelulares, removem excretas e fagocitam restos celulares.

3.1 Processos de Mielinização

Conforme Lent (2010), os astrócitos possuem prolongamentos muito numerosos que emergem da soma e se ramificam profusamente, formando uma densa arborização, esses prolongamentos ocupam os meandros do espaço interneuronal, envolvendo sinapses e nodos de Ranvier, formando verdadeiras capas envoltórias dos capilares sanguíneos do sistema nervoso central (SNC) e constituindo o revestimento interno da parede das cavidades intracerebrais e das meninges. Essa distribuição extensa delimita territórios próprios de cada astrócito, com certa área de superposição com os astrócitos vizinhos, onde se dá a “conversa” entre eles. O território de um astrócito inclui milhares de sinapses e inúmeros vasos sanguíneos sobre os quais ele exerce influência.

A bainha de mielina é uma estrutura lipoproteica depositada ao redor de axônios selecionados em internódulos, interrompidos periodicamente pelos nódulos de Ranvier, os quais permitem a condução saltatória, rápida e eficaz no sistema nervoso dos vertebrados. As células que constroem a mielina constituem o oligodendrócito no sistema nervoso central (SNC) e a célula de Schwann no sistema nervoso periférico (SNP). Um oligodendrócito mieliniza um ou vários axônios, até 20043 enquanto a célula de Schwann forma sempre um único internódulo de mielina. (GRAÇA; 1988).

A mielina central, produzida pelos oligodendrócitos contém também moléculas proteicas que bloqueiam a capacidade regenerativa dos axônios centrais. A mielina periférica, entretanto, produzida pelas células de Schwann, não apresenta essas proteínas bloqueadoras, o que confere ao sistema nervoso periférico uma capacidade de regeneração que permite a recuperação de lesões que atingem os nervos, capacidade que recebe a nomenclatura conhecida como neuroplasticidade (LENT; 2010).

A Mielina é uma estrutura formada por uma membrana lipídica rica em glicofosfolipídeos e colesterol, a qual recobre os axônios, facilitando a rápida comunicação entre os neurônios. Os oligodendrócitos, que sintetizam e mantêm a bainha de mielina, estão entre as células mais vulneráveis do Sistema Nervoso Central (SNC) e são altamente especializadas. Os tratos mielinizados da substância branca no SNC apresentam a importante função de promover a transmissão dos sinais neurais entre diferentes áreas corticais e subcorticais os quais foram descobertos a partir dos experimentos que provaram haver plasticidade no sistema nervoso, principalmente no que se referem aos neurônios, seus dendritos, axônios e sinapses. (MENDES; MELO 2011)

Os oligodendrócitos possuem também prolongamentos que emergem da soma, mas não tão numerosos e ramificados como os dos astrócitos. Os prolongamentos dos oligodendrócitos emitem expansões aplanadas que se enrolam em torno dos axônios centrais, formando as bainhas de mielina. Sua marca molecular característica é a proteína básica da mielina. As bainhas de mielina são elementos isolantes importantes que possibilitam o alcance de maiores velocidades de propagação do impulso nervoso ao longo dos axônios. (LENT; 2010).

Ainda de acordo com Graça, (1988), o Processo de mielinização envolve estreitas e complexas interações entre os axônios e suas células-bainha. A interação começa com um sinal do axônio que age no recrutamento de populações celulares potencialmente mielinizantes, na sua diferenciação e proliferação e na iniciação da síntese e manutenção das moléculas específicas da mielina. Além dos fatores axônio e célula-bainha, existe a exigência de um terceiro fator para a estabilização das relações entre ambos; no SNP esse terceiro fator é consistido de fibras colágenas pré-formadas.

Interpreta-se que no SNC tal função estabilizadora seja realizada pelo elemento estrutural mais importante do tecido, o astrócito fibroso, está comprovada a especialização da linhagem oligodendrócito-astrócito tipo 2 para mielinização no sistema nervoso central (SNC) Assim, na formação da bainha de mielina, ou seja, o processo de mielinização se inicia quando uma projeção da célula-bainha envolve o axônio e forma espiral frouxa ao seu redor, com o tempo as camadas formadas se compactam pela expulsão do citoplasma e formam estrutura lamelar

com bandas eletro densas espessas. (GRAÇA; 1988).

De acordo com os estudos de Kursula, (2008) apud Mendes, Melo (2011); a mielinização é um exemplo de como diversas células em cooperação podem construir uma estrutura complexa, tanto a mielina do SNC quanto do SNP pode ser dividida em dois compartimentos, baseados em características morfológicas, mielina compacta e não compacta.

Na mielina compacta, o espaço extracelular possui, somente, por volta de 2 mm de espessura, enquanto que os folhetos citoplasmáticos da membrana da mielina de consecutivas voltas são praticamente fundidos, excluindo citoplasma do compartimento. Já na mielina não compacta, esse espaço possui geralmente de 12- 14 mm, sendo que intracelularmente possui espaço suficiente para ter quantidades significativas de citoplasma e citoesqueleto (KURSULA, 2008 apud MENDES; MELO 2011).

Conforme Rotta e organizadores (2018), as propriedades funcionais da plasticidade sináptica, por mudarem rapidamente a força sináptica, permitem uma rápida adaptação da rede de atividade que é essencial para o processo de informação. Entretanto, em uma escala de longa duração, as propriedades da plasticidade estrutural podem permitir uma maior significância e reconexão de redes de sinapses por meio das informações de novas conexões e a estabilização de contatos específicos. Essas propriedades da plasticidade estrutural são particularmente importantes durante o desenvolvimento em que os contatos específicos contribuem para moldar a organização estrutural dos circuitos cerebrais por meio da atividade.

3.2 A função da Mielinização para os processos cognitivos:

Para Coltheart (2004) a definição de cognição pode ser compreendida como uma série de funções mentais que envolvem aquisição, armazenamento, retenção e uso do conhecimento. Esses processos incluem, entre outros, os fundamentos da atenção, da percepção, da memória, do raciocínio e da aprendizagem. Através da execução dessas funções, o homem compreende e interage com o mundo, incluindo seus estímulos internos como pensamentos e sentimentos, pois são por meio da capacidade cognitiva que se podem planejar ações, realizar julgamentos e solucionar problemas.

Conforme Rosenzweig (1996 p. 1-32), em cada espécie, os indivíduos têm um repertório comportamental que, resultam da interação entre as contingências filogenéticas e ontogenéticas. As contingências filogenéticas atuaram durante a evolução e estão presente em todas as etapas da ontogenia, inclusive na fase adulta e durante o envelhecimento. A capacidade de modificação do sistema nervoso em função de suas experiências, tanto em indivíduos jovens como em adultos, foi reconhecida apenas nas últimas décadas.

O cérebro infantil e o cérebro adulto são muito diferentes, da mesma forma, os cérebros de crianças em idades diferentes não podem ser comparados. Tais diferenças cerebrais respondem por comportamentos diferentes que, caracterizam fases de desenvolvimento mentais típicas da espécie biológica que conferem a cada humano a unicidade do ser. (PINHEIRO; 2007). Além das influências genéticas, o sistema nervoso também sofre influência de fatores ambientais para a interação das regiões cerebrais e para promover as alterações das estruturas celulares. Através dos mecanismos envolvidos na cognição, os eventos do ambiente podem moldar os comportamentos. (VASCONCELOS; CARVALHO, 2004, p.134-135 apud PINHEIRO 2007).

Conforme LENT (2010, p.107) descreve, durante o desenvolvimento, as células gliais ainda são relativamente imaturas, mas nem por isso deixam de exercer importantes funções, muitas delas são células-tronco, isto é, capazes de proliferar e originar astrócitos, oligodendrócitos. Outras células gliais, ficam posicionadas em locais estratégicos do sistema nervoso em desenvolvimento, e emitem moléculas sinalizadoras que orientam os axônios em crescimento e os neurônios migrantes, ajudando-os a encontrar os caminhos corretos e seus alvos finais, os neurônios. Ao final desses estágios ontogenéticos, entram em ação as células embainhantes, oligodendrócitos e células de Schwann, que principalmente identificam os axônios a serem “embainhados”, envolvendo-os com as camadas de mielina, tão importantes para garantir uma velocidade adequada de propagação dos impulsos que impactam diretamente na velocidade do processamento cognitivo.

De acordo com Pereira Júnior (1998, p. 233); as bases neurobiológicas da cognição/aprendizagem, a partir do que se conhece sobre o sistema executivo, compreendem-se na constituição dos processos mnemônicos, atencionais e

inferenciais. A armazenagem de informação, seja por um curto ou longo prazo, pode ser feita por intermédio de sinapse, isso se dá por meio de substâncias que influenciam as sinapses, sendo eles, neurotransmissores, seus receptores proteicos, e outras proteínas e neuromoduladoras.

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 cognitivo-intelectuais e comportamentais do indivíduo que está em pleno desenvolvimento na infância. As células em desenvolvimento têm maior capacidade de adaptação do que as maduras, com o avanço da idade e diminuição da plasticidade, observa-se que a aprendizagem requer o emprego de muito mais esforço para se efetivar, no entanto, o indivíduo não deixa de aprender quando amadurece, mas perde um pouco das vantagens naturais. (PINHEIRO; 2007).

Nos processos de desenvolvimentos cognitivos, as terminações nervosas captam os estímulos e os levam para o sistema nervoso central (SNC), que são estruturas especializadas, as quais podem ser morfológicamente e funcionalmente diferentes. Um dos fatores que afetam diretamente os processos cognitivos e que quase sempre dirigem o crescimento das capacidades cognitivas são os fatores emocionais. Estes fatores dão forma à cognição e à aprendizagem, neste caso, observa-se que as crises emocionais, naturais ao desenvolvimento humano, acabam por influenciar na evolução desse processamento cognitivo, ou seja, aprender é uma questão de foco, organização e ritmo neural. (CORREIO e CORREIO; 2020).

Ainda segundo Pereira Júnior (1998), a influência recíproca entre percepção e ação implica na existência de um ciclo cognitivo do organismo individual, no qual uma percepção influencia uma ação, que influencia a percepção seguinte, que influencia a ação seguinte e etc. A organização funcional do cérebro não se reduz a um fluxo de informação, podendo ir diretamente do sistema perceptual para o sistema de ação. Entre esses dois sistemas existem ainda um terceiro sistema, que tem sido chamado de sistema executivo, o qual é constituído pelas áreas associativas do córtex, sendo elas: o lobo parietal, temporal e frontal, além do sistema hipocampo, presumidamente sob a coordenação do córtex pré-frontal.

Conclui-se dessa forma que as células gliais participam dos circuitos neurais

junto com os neurônios, formando as redes neurônio-gliais, ou seja, uma unidade de processamento de informação complexa, capaz de modular a transmissão sináptica entre os neurônios. No entanto, não se esgota aí a participação funcional das células gliais, o processamento da informação pelo sistema nervoso e a comunicação entre os neurônios é fortemente influenciada por astrócitos, oligodendrócitos e as células de Schwann, as quais são as produtoras e mantenedoras da bainha de mielina, que permite uma maior velocidade de propagação do impulso nervoso ao longo dos axônios, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo. (LENT, 2010).

4. ESCLEROSE MÚLTIPLA: TRANSTORNO LIGADO A DESMIELINIZAÇÃO

De acordo com Graça (1988), no processo de desmielinização há dano segmentar a bainha de mielina sem lesão axonal. A desmielinização é observada em muitas doenças espontâneas do homem. O referido processo pode ocorrer como principal componente de doenças tais como, a esclerose múltipla, que é a doença desmielinizante mais reconhecida no ser humano. Tal processo consiste em uma falha na remielinização, embora o processo de remielinização seja possível, o mesmo depende de fatores tais como a intensidade e o tempo de exposição ao agente desmielinizante.

A Esclerose Múltipla (EM) é uma Doença autoimune, predominantemente ocorrida em indivíduos do sexo feminino, na idade jovem e adulta. É tida como uma doença de países temperados, mas atualmente após estudos e pesquisas, comprova-se que isso não é verídico, podendo ser encontrados casos em países de clima tropical. A (EM) é uma doença que evolui em surtos que tendem à remissão inicialmente, alguns indivíduos apresentam um único episódio de disfunção motora, sensitiva ou autonômica. Outros indivíduos apresentam maiores recorrências da doença, no entanto, essas recorrências mesmo com remissões tendem a deixar déficits que evoluem para quadros incapacitantes graves. (CID10; OMS, 1989).

Sobre a Esclerose Múltipla, observou-se que o fator da desmielinização foi considerado o principal evento histopatológico da doença, além disso, também foi apresentado que a lesão do cilindro axonal é um ponto importante nesta doença neurodegenerativa. Nota-se que a lesão de axônios, mielina e oligodendrócitos são

comuns em certas condições neurodegenerativas agudas e crônicas. Em seres humanos, particularmente, aos que sofreram traumas, acidente vascular encefálico, esclerose múltipla e na esclerose lateral amiotrófica. O comprometimento patológico da substância branca é um mecanismo importante da fisiopatologia de doenças neurodegenerativas agudas e crônicas. O objetivo deste estudo realizado é compreender a proteção dos tratos de substância branca do SNC humano e como estes podem degenerar durante essa doença, incluindo trauma cerebral e medular e acidente vascular encefálico. (LIMA, et al 2006).

Ainda de acordo com Lima et al (2006), no caso da esclerose múltipla, acredita-se haver participação de componentes da resposta inflamatória nos mecanismos subjacentes ao processo de desmielinização característico desta doença. Substâncias sintetizadas e liberadas por macrófagos, linfócitos ou outro componente da resposta inflamatória, tais como o fator de necrose tumoral (TNF- α , do inglês tumor necrosis factor α), podem lesar diretamente a mielina e mesmo o cilindro axonal.

Estudos recentes feitos por Amorim; et al (2017), resultaram dados relevantes sobre a Esclerose Múltipla (EM). Durante os estudos realizados, foram incluídos 22 pacientes menores de 21 anos com diagnóstico de EM ou Neuromielite óptica (NMO) antes dos 18 anos. Também foram avaliados dados epidemiológicos, clínicos, associação com doenças autoimunes, história familiar de doenças autoimunes, exames laboratoriais, exames de imagem e presença de anticorpos. Resultados: entre os pacientes estudados, houve prevalência do sexo feminino (68,1%). A média de idade de início dos sintomas foi de oito anos e nove meses e a média de idade dos pacientes na avaliação foi 16 anos e quatro meses.

Dentre a amostra apresentada por Amorim, dois pacientes (9%) apresentaram doença reumática autoimune associada, um caso de dermatomiosite juvenil em paciente com NMO e outro de lúpus eritematoso sistêmico juvenil em paciente com EM. Três pacientes (13%) apresentaram história familiar de autoimunidade em parentes de primeiro grau. O diagnóstico de anticorpo antinuclear (ANA) positivo foi encontrado em 80% dos pacientes com NMO e em 52% dos pacientes com EM. Cerca de 15% dos pacientes com ANA positivo apresentaram diagnóstico definitivo de doença autoimune reumática associada. (AMORIM; et al (2017).

Estudos sobre a doença, ainda reforçam que, a esclerose múltipla (EM) é uma

doença inflamatória, crônica, desmielinizante e multicêntrica, que leva à destruição de estruturas importantes para o funcionamento do SNC por processo autoimune. Caracterizam-se por uma reação das células de defesa do sistema imunológico, linfócitos T, as quais, desconhecendo os lipídeos e as proteínas da bainha de mielina como próprias do indivíduo, a atacam e destroem, com ajuda dos macrófagos. A degeneração dos axônios impede a comunicação entre os neurônios pela impossibilidade da passagem do impulso elétrico, estabelecendo-se as incapacidades motoras e cognitivas do indivíduo. As funções cognitivas cuja perda representa maior impacto na qualidade de vida dos pacientes com (EM) são as de percepção, atenção e memória. (FREITAS; AGUIAR, 2012).

As áreas acometidas são típicas da substância branca, mas também podem ocorrer na cinzenta. As áreas podem apresentar sintomatologia ou não, a região periventricular é típica das placas de esclerose múltipla também em região de nervo óptico, chamado quiasma, a qual se apresenta como lesão parda ou acastanhada, discretamente deprimida e com consistência ligeiramente maior do que a do encéfalo ao redor. A sintomatologia depende da área comprometida. As placas quando pequenas podem sofrer remielinização, porém as placas maiores vê-se uma tendência de remielinização nas bordas, isso faz as placas perderem a nitidez. Observou-se durante os estudos sobre a (EM) que à medida que os surtos de agressão à bainha vão acontecendo, vão se acumulando déficits, ou seja, a reconstituição daquela área fica cada vez mais difícil. (AMORIM; et tal (2017).

Dessa forma, considera-se que os defeitos sinápticos no desenvolvimento do sistema nervoso central trazem informações que ajudam esclarecer a complexidade dos mecanismos que regulam a dinâmica das excitações sinápticas durante o desenvolvimento. Tais mecanismos sugerem que quaisquer interferências com essas propriedades da plasticidade estrutural podem ter um significativo impacto na organização e nas propriedades funcionais da rede neuronal. (ROTTA; 2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve o intuito de apresentar contribuições importantes das pesquisas neurocientíficas para campo de estudos do processamento e desenvolvimento cognitivo. É relevante argumentar que devido aos avanços da

tecnologia, através dos estudos de imagens como tomografia computadorizada e ressonância foram possíveis as constatações das referidas enfermidades. Possibilitando assim, a compreensão do processo de mielinização e a contribuição das células da glia neste contexto. Além das investigações do campo da neurociência, a pesquisa apresentou o papel relevante dos astrócitos, oligodendrócitos e das neuroglias para formação da substância branca no cérebro, e como essas estruturas ganharam relevância no funcionamento neuronal, abordando a complexibilidade deste funcionamento para o desenvolvimento cognitivo.

REFERÊNCIAS

AMORIM; Ana Luiza M. a, Nadia C. Cabral b, Fabiane M. Osakua, Claudio A. Lena, Enedina M.L. Oliveirac e Maria Teresa Terreri a .Associação entre doença desmielinizante e doença reumática autoimune em uma população pediátrica. *revbras reumatol* . 2017; 57(3): 224–228. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbr/a/YdG75Mps4VS7fq5NkGfzRQd/?lang=pt&format=pdf> Acesso em 21 de Agosto de 2021.

Anatpat-UNICAMP. Departamento de Anatomia Patológica. Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (FCM-UNICAMP) Campinas, São Paulo, BRASIL. Disponível em: <http://anatpat.unicamp.br/>.

CARLSON, N.R. (2000). *Physiology of Behavior*. Boston: Allyn & Bacon. Apud CERUTTI, Suzette Maria, Ferrari, Elenice Aparecida MORAES. Plasticidade Neural: Relações com o Comportamento e Abordagens Experimentais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa* Mai-Ago 2001, Vol. 17 n. 2, pp. 187-194. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/ysvrdSJm8fSR5fTsdYjMFXM/?lang=pt&format=pdf> Acesso 15 de agosto de 2021.

Classificação Internacional de Doenças – CID 10. CAPÍTULO: Capítulo VI - Doenças do sistema nervoso GRUPO : G35-G37 Doenças desmielinizantes do sistema nervoso central. CATEGORIA: G35 - Esclerose múltipla. é publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS);1989.

COLTHEART; M. Brain imaging, connectionism and Cognitive Neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, 21(1), 21-25. 2004. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.610.7755&rep=rep1&type=pdf> Acesso em 20 de Agosto de 2021.

CORREIO; Gabriela Almeida Ferreira de Araújo. CORREIO; Tâmara Regina Reis. Neurobiologia da Aprendizagem: A utilização de jogos educativos como auxílio no processo de aprendizagem em crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade – TDAH. *Ideias & Inovação | Aracaju | V. 5| N.3 | p. 63-74 | Junho 2020*. Disponível em: <file:///C:/Users/pcmania/Downloads/7855-Texto%20do%20artigo-24463-1-10-20200616.pdf> Acesso em 19 de Agosto 2021.

FREITAS; José Osmar Frazão. AGUIAR; Cilene Rejane Ramos Alves de. Avaliação das Funções Cognitivas de Atenção, Memória e Percepção em Pacientes com Esclerose Múltipla. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 25(3), 457-466. 2012. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/SYhtptTmnyqGdsmZRWbBRh/?format=pdf&lang=pt> Acesso em 20 de Agosto de 2021.

GOMES; Flávia Carvalho Alcântara. TORTELLI; Vanessa Pereira. DINIZ; Luan. Gliá: dos velhos conceitos às novas funções de hoje e as que ainda virão. *Estudos Avançados* 27 (77), 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/DZKjD5QGZFfP3bVJ6HjGggL/?lang=pt&format=pdf> Acesso em 17 de Agosto 2021.

GRAÇA; Dominguita Lühers. Mielinização, Desmielinização e Remielinização no

Sistema Nervoso Central. Departamento de Patologia, Universidade Federal de Santa Maria - 91110 Santa Maria RS - Brasil. Arquivo neuro-psiquiat. (São Paulo). 1988. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/anp/a/NtDgWgwSwH9bPthW7FDTyKd/?lang=pt&format=pdf> Acesso em 18 de Agosto 2021.

LENT, Roberto. Cem bilhões de neurônios conceitos fundamentais de neurociências. 2º Edição. Editora Atheneu. p. 84,93,108-117. 2010.

LIMA; Rafael Rodrigues. COSTA; Ana Maria Rabelo Costa. SOUZA; Renata Duarte de. SANTOS; Claudia Dourado dos. SILVA; Joilson Guimarães. LEAL; Wallace Gomes. Lesão da substância branca e doenças neurodegenerativas. Rev. Para. Med. v.20 n.4 Belém dez. 2006. Disponível em:

http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-59072006000400008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt Acesso em 21 de Agosto de 2021.

MENDES; Priscilla Balestrin. MELO; Silvana Regina de. Origem e Desenvolvimento da Mielina no Sistema Nervoso Central - um estudo de revisão. Revista Saúde e Pesquisa, v. 4, n. 1, p. 93-99, jan./abr. 2011 - ISSN 1983- 1870. Apud. KURSULA, P. Structural properties of proteins specific to the myelin sheath. Amino Acids, v. 34, p. 175-185, 2008. Disponível em: file:///C:/Users/pcmania/Downloads/1654-Texto%20do%20artigo%20-%20Arquivo%20Original-6299-2-10-20110411.pdf Acesso em 18 de Agosto 2021.

PEREIRA JUNIOR, Alfredo. Comentários a respeito das bases neurobiológicas da aprendizagem. Revista Interface/ Comunicação, Saúde, Educação, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 233-236. Fev.1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/icse/v2n2/24.pdf>. Acesso em 19 de Agosto 2021.

PINHEIRO; Marta. Fundamentos de Neuropsicologia - O Desenvolvimento Cerebral da Criança. Vita et Sanitas, Trindade/Go, v. 1, n . 01, 2007. UFP. Disponível em: file:///C:/Users/pcmania/Downloads/desenvolvimentos_cerebral.pdf. Acesso em 19 de Agosto 2021.

ROSENZWEIG, M.R. (1996). Aspects of the search for neural mechanisms of memory. Annual Review of Psychology, 47, 1-32. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.psych.47.1.1> Acesso 15 de agosto de 2021.

ROTTA; Newra Tellechea. BRIDI FILHO; César Augusto. BRIDI; Filho Fabiane Romano de Souza Bridi Filho. Organizadores. Plasticidade cerebral e aprendizagem: abordagem Multidisciplinar. - Porto Alegre. Artmed, 2018, p. 2-5.

VASCONCELLOS, Luciana A. de P.; CARVALHO, Regiane L. Plasticidade do sistema nervoso central. Cap. 11. In: RIBEIRO DO VALLE, Luiza Elena L. Temas multidisciplinares de Neuropsicologia & Aprendizagem. São Paulo: Robe; Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, 2004. p.133-142.