

A relação entre os distúrbios neurocognitivos e o desenvolvimento materno-fetal durante a gestação

João Paulo de Moura Fernandes¹, Luís Felipe Carvalho Pereira¹, Raul Felipe Oliveira Vêras², Paloma Júlia Andrade Moraes¹, Fernando Açunção de Assis da Silva¹, Daiane Mayara de Moura Fernandes³, Tatianne Régia Gomes Ribeiro⁴, Liana de Andrade Esmeraldo Pereira⁵.

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

O desenvolvimento embriológico compreende estágios, de períodos variados, em que o embrião irá desenvolver determinados aspectos morfofisiológicos até alcançar a forma humana, sendo denominado, posteriormente, de feto. Nesse sentido, a relação materno-fetal é um condicionador importante para o desenvolvimento cognitivo do bebê, haja vista que os prejuízos durante a terceira e a quarta semana do desenvolvimento repercutem em diversas alterações morfofuncionais no conceito que se manifestam subseqüentemente em distúrbios cognitivos-comportamentais. O presente estudo objetivou traçar uma relação plausível entre o surgimento de distúrbios neurocognitivos, após o nascimento do bebê, e as alterações vivenciadas no decorrer da gestação que ratificam tal teoria. Desse modo, a pesquisa buscou explorar os aspectos fisiopatológicos que cercam a relação materno-fetal durante o período da formação embrionária, reunindo aspectos analíticos dessas condições clínicas, bem como apresentar os desafios vividos pelos indivíduos neurodivergentes no contexto socioeducacional, sobretudo, no que diz respeito ao espectro de ensino-aprendizado. Para isso foi necessário revisitar conceitos específicos sobre a teratogenicidade e o neurodesenvolvimento humano, sendo realizada uma revisão integrativa com moldes qualitativos e quantitativos nas seguintes bases de dados: o Portal de Periódicos CAPES, Latindex, bem como a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) “*Fetal Alcohol Spectrum Disorders*”, “*Neurocognitive Disorders*” e “*Fetal Development*”, sob recorte temporal de 2014 a 2024. Dada a pesquisa, ficou notório a correlação entre o uso de teratógenos, a exemplo do álcool, do tabaco e de canabinóides no desenvolvimento de lesões encefálicas e de malformações congênitas que promovem distúrbios funcionais do cérebro, culminando, portanto, em dificuldades de comunicação, de expressão, de raciocínio e de interação social. Conclui-se, por fim, que o aumento da neurodiversidade, no país, está intrinsecamente ligada ao aparecimento de distúrbios durante o pré-natal e que tais transtornos neurocognitivos ainda são enxergados como um impasse no processo de ensino-aprendizado seja questões metodológicas, seja pela falta de capacitação dos profissionais no manejo adequado para com essas apresentações.

Palavras-chave: Distúrbios neurocognitivos, Desenvolvimento materno-fetal, Teratogenicidade.

The relationship between neurocognitive disorders and maternal-fetal development during pregnancy

ABSTRACT

Embryological development comprehends stages, of varying periods, in which the embryo will develop certain morphophysiological aspects until reaching the human form, later being called a fetus. In this sense, the maternal-fetal relationship is an important conditioner for the baby's cognitive development, given that losses during the third and fourth week of development result in several morphofunctional changes in the conceptus that subsequently manifest themselves in cognitive-behavioral disorders. The present study aimed to draw a plausible relationship between the emergence of neurocognitive disorders after the birth and the changes experienced during pregnancy that confirm this theory. In this way, the research sought to explore the pathophysiological aspects surrounding the maternal-fetal relationship during the period of embryonic formation, bringing together analytical aspects of these clinical conditions, as well as presenting the challenges experienced by neurodivergent individuals in the socio-educational context, especially regarding the teaching-learning spectrum. To do this, it was necessary to revisit specific concepts about teratogenicity and human neurodevelopment, with an integrative review considering qualitative and quantitative aspects being carried out in the following databases: Portal de Periódicos CAPES, Latindex, as well as the Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), using the following descriptors "Fetal Alcohol Spectrum Disorders", "Neurocognitive Disorders" and "Fetal Development", under a time range from 2014 to 2024. Given the research, the correlation between the use of teratogens, such as alcohol, tobacco and cannabinoids, in the development of brain injuries and congenital malformations that promote functional disorders of the brain, resulting, therefore, in difficulties in communication, expression, reasoning and social interaction. Finally, it is concluded that the increase in neurodiversity in the country is intrinsically linked to the appearance of disorders during prenatal care and that such neurocognitive disorders are still seen as an impasse in the teaching-learning process, whether methodological issues or due to the lack of training of professionals in the appropriate management of these presentations.

Keywords: Neurocognitive disorders, Maternal-fetal development, Teratogenicity.

Instituição afiliada: 1 - Graduando em Medicina na Universidade Federal do Cariri (UFCA), 2 - Graduando em Medicina na Universidade Regional do Cariri (URCA), 3 - Pós-graduada em Neuropsicologia e Psicopedagogia Clínica e Institucional pela Estácio de Sá, 4 - Doutorado em Ciências Morfológicas na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Docente da Universidade Federal do Cariri, 5 - Doutora em Desenvolvimento Sustentável na Universidade de Brasília (UnB) e Docente da Universidade Federal do Cariri.

Dados da publicação: Artigo recebido em 17 de Junho e publicado em 07 de Agosto de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p-1008-1039>

Autor correspondente: João Paulo de Moura Fernandes paulo.moura@aluno.ufca.edu.br

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

O desenvolvimento embriológico compreende estágios, de períodos variados, em que o embrião irá desenvolver determinados aspectos morfofisiológicos. O processo explicitado inicia-se com a fecundação do ovócito II pelo espermatozóide no interior das trompas uterinas e finaliza-se por volta do 56º dia pós-fecundação. Após esse espaço de tempo, começa o período de desenvolvimento fetal que se estenderá até a finalização da gestação. Assim, no período embrionário, ocorre a formação e aprimoramento do Sistema Nervoso (SN) e suas nuances particulares (Moore; Persuad; Torchia, 2016).

Nesse sentido, o SN compreende o conjunto de órgãos do corpo humano responsáveis pela integração de atividades motoras e sensoriais. Esse é dividido em duas partes: o Central, composto pelo encéfalo e pela medula espinhal, e o Periférico, composto pelos nervos cranianos e os nervos espinhais. As indicações iniciais de sua formação apresentam-se por volta da terceira semana de crescimento embrionário a partir do desenvolvimento, na porção posterior do embrião, da placa neural e do sulco neural (Moore; Persuad; Torchia, 2016).

O sulco neural tende aumentar sua extensão, transformando-se em goteira neural, que com a fusão do ectoderma não diferenciado na parte superior, irá originar o tubo neural. Contudo, em alguns casos específicos de má formação, a exemplo de defeitos de migração neuronal, o processo de finalização do desenvolvimento pode ser comprometido, originando defeitos que podem reverberar em condições que irão afetar as habilidades neurocognitivas do feto. Pode-se citar, a título de exemplificação, o acometimento de neurônios ectópicos, os quais, a depender da gravidade e das regiões afetadas, podem desencadear epilepsias, quadros de retardo mental grave e até mesmo paralisia cerebral (Machado & Haertel, 2014).

Além disso, ainda podem ocorrer alterações durante o fechamento do tubo neural, resultando em condições de Espinha Bífida e Mielomeningoceles. Como alternativa para buscar minimizar tais problemas, bem como de situações envolvendo migração neuronal, o uso do Ácido Fólico (vitamina B9), sobretudo, no primeiro trimestre, tem sido recomendado por profissionais da saúde para as gestantes. A vitamina B9 atua auxiliando o desenvolvimento embriológico normal do SN (Machado

& Haertel, 2014).

Em uma ampla perspectiva, a gestação representa um evento de grande transformação não só na vida materna, mas também no cotidiano familiar, com impactos no curto, médio e longo prazo. No decorrer do tempo, muito estudou-se a relação entre situações estressantes e o surgimento de problemas fisiológicos e comportamentais nos recém-nascidos. Nesse contexto, estudos demonstram que o estresse subjetivo para com as mães, particularmente, aquele causado após 26 semanas de gravidez, tende a ter efeitos negativos nas habilidades neuromotoras de crianças com até 16 meses segundo a escala de Bayley (instrumento que avalia o atraso de desenvolvimento neurocognitivo de crianças) (Van Den Bergh *et al.*, 2020).

Outrossim, casos de partos prematuros aparentam desempenhar uma importante função no desenvolvimento cognitivo dos bebês. Nessa perspectiva, aqueles nascidos durante a 26ª semana de gestação são mais susceptíveis a um risco de desenvolver problemas neurossensoriais, inabilidade intelectual global, além de dificuldade quanto à cognição ampla, sucesso acadêmico e comportamento. Além disso, esses indivíduos têm maior probabilidade de vivenciarem obstáculos sociais e de atenção na idade escolar, bem como, geralmente, são mais diagnosticados com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH). Sendo essa condição associada, na sua maioria, com o menor sucesso acadêmico (Scott *et al.*, 2017).

Por outro lado, no quesito educacional, a participação em atividades escolares durante a infância aparenta ter efeito contundente no desenvolvimento cognitivo e na emancipação social de crianças que apresentam algum grau de deficiência sensorial, mental ou motora. Isso acontece, principalmente, por reduzir a sensação de isolamento, ajudar na produtividade, além de garantir um ambiente seguro para a expressão de suas particularidades e o treino de habilidades cognitivas (Brasil, 2006). Sendo assim, torna-se primordial compreender as dificuldades enfrentadas por esse grupo populacional nas escolas e centros de instrução, além de promover o debate acerca de qual a melhor e mais eficiente abordagem para a sua construção intelectual e social.

Portanto, o presente trabalho buscou correlacionar as nuances acerca da intersecção entre alterações no desenvolvimento materno-fetal com o surgimento de distúrbios neurocognitivos. Para tanto, foi realizada uma revisão integrativa com foco

em discutir e analisar os panoramas clássicos e contemporâneos quanto à teratogenicidade dos hábitos maternos para o desenvolvimento cognitivo do bebê, além de apresentar aspectos relativos ao neurodesenvolvimento, ao panorama dos distúrbios psíquicos e às dificuldades enfrentadas por indivíduos neurodivergentes no ambiente escolar.

REFERENCIAL TEÓRICO

Desenvolvimento materno-fetal

Após a fecundação, processo em que o gameta masculino se une ao gameta feminino, forma-se o zigoto, uma célula diplóide. O zigoto então começa a se dividir por meio da clivagem, que corresponde a divisões mitóticas sucessivas sem aumento no volume celular. Essas divisões resultam em células chamadas blastômeros, iniciando o desenvolvimento embrionário. O primeiro estágio da clivagem é chamado de mórula, no qual o embrião possui 16 células. O estágio seguinte é a blástula, onde o embrião, agora chamado de blastocisto, é composto por 32 células e se implanta no epitélio uterino (Moore; Persuad; Torchia, 2016).

A partir da blástula, inicia-se a fase de gástrula, caracterizada pelo aumento da massa embrionária, a formação do intestino primitivo e a diferenciação dos folhetos embrionários: ectoderme, endoderme e mesoderme. A última fase do desenvolvimento embrionário é a organogênese, que envolve a diferenciação dos tecidos e órgãos. O primeiro estágio da organogênese é a neurulação, durante a qual se forma o tubo neural que mais tarde se transformará no sistema nervoso central. A organogênese continua até a oitava semana de gestação, quando o embrião mede aproximadamente 3 centímetros de comprimento. A partir da nona semana até o nascimento, o indivíduo em desenvolvimento é chamado de feto (Machado & Haertel, 2022).

No final do segundo mês, o feto mede cerca de 2 centímetros e pesa aproximadamente 9 gramas. Durante esse período, a cabeça do feto é desproporcionalmente grande em relação ao corpo. Já podem ser observadas saliências onde se formarão os dentes e a língua, e braços e pernas já estão presentes. As células

ósseas começam a aparecer por volta da oitava semana. Os órgãos sexuais estão em desenvolvimento e os batimentos cardíacos são regulares (Sadler, 2016).

No terceiro mês, ocorre a diferenciação sexual, com o aparecimento da saliência para o estômago, e os rins começam a funcionar. Ao final do terceiro mês de gestação, o feto mede cerca de 8 centímetros. No quarto mês, o ritmo de crescimento acelera, fazendo com que o feto dobre de tamanho. O esqueleto, inicialmente transparente e cartilaginoso, começa a se transformar em tecido ósseo e os membros inferiores alinham-se com o corpo (Moore; Persuad; Torchia, 2016).

No quinto mês, o feto alcança 50% do comprimento que terá ao nascer, mas pesa apenas 10% do peso que terá no nascimento. Durante esse período, os órgãos internos continuam a crescer e a se posicionar em suas localizações anatômicas. Ao final do quinto mês, o feto mede entre 20 e 26 centímetros e pesa cerca de 227 gramas. No sexto mês, a pele do feto é vermelha e enrugada e, embora o conceito esteja estruturalmente completo, ainda é imaturo. Nesse estágio, o feto mede aproximadamente 36 centímetros e pesa cerca de 900 gramas (Sadler, 2016).

Do sétimo mês até o nascimento, o peso do feto triplica. Uma camada de tecido adiposo se forma sob a pele e o cérebro se torna mais ativo, começando a controlar os sistemas do corpo. No oitavo e nono mês, o feto continua a ganhar peso, muda de posição, seus movimentos tornam-se mais evidentes e a coloração vermelha da pele diminui à medida que os depósitos de gordura se distribuem. Ao nascer, o feto pesa entre 3000 e 4000 gramas e mede cerca de 50 centímetros (Sadler, 2016).

Neurocognição e neurodesenvolvimento

Pesquisas científicas têm revelado que os distúrbios neurocognitivos são mais prevalentes em populações de países em desenvolvimento do que aqueles de primeiro mundo. Nesse sentido, tal perspectiva se dá principalmente devido ao quadro socioeconômico da população, a qual é mais exposta à crises políticas, educacionais e financeiras, o que favorece, por sua vez, a exposição materno-fetal a fatores de risco, como as infecções neonatais, os teratógenos e a complicações, ou ainda, ao não acesso à políticas de saúde no pré-natal. Essa soma de fatores promove, em suma, o

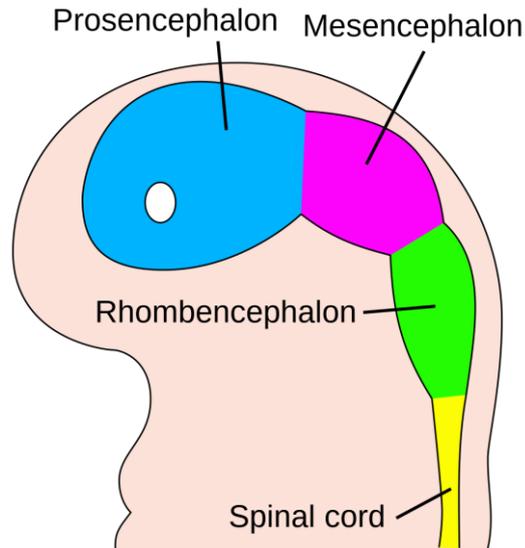
crescimento das deficiências ao longo do neurodesenvolvimento, seja logo na fase embriológica ou nas fases mais avançadas do crescimento do bebê (Da Costa, 2018).

Assim, a distribuição desses transtornos de ordem neurológica, com resultado cognitivo-comportamental, é altamente variável nas regiões brasileiras, seguindo lógica da concentração populacional, das condições socioeconômicas e da qualidade de assistência técnica de saúde para diagnóstico dos distúrbios e manejo terapêutico adequado para melhoria das percepções e inclusão na comunidade (Alvarenga; Lucena; Campos, 2023).

Os indivíduos passam pelo processo do neurodesenvolvimento desde o período fetal até meados dos dez anos e esse evento consiste no domínio progressivo de habilidades motoras, cognitivas e psicossociais. O neurodesenvolvimento é um ponto fundamental para a compreensão de alterações que possam ter origem na idade fetal e traga, dessa forma, consequências visíveis nas fases mais tardias do desenvolvimento do indivíduo, como a adolescência e a fase adulta. Desse modo, o acompanhamento da relação materno-fetal, durante a gestação, tem sido fundamental para prevenção desses transtornos neurocognitivos, embora o período puerperal também seja descrito na literatura como importante para o condicionamento da criança, sendo necessário estímulos motores e sensoriais em todas as fases do desenvolvimento neurocognitivo do bebê (Alvarenga; Lucena; Campos, 2023).

O Sistema Nervoso Central (SNC), com ênfase no encéfalo, tem sido associado aos fenômenos dos transtornos da cognição, sendo assim, é importante ressaltar que a formação do SNC com o fechamento do tubo neural, na terceira semana do desenvolvimento embriológico é imprescindível para que estas estruturas desempenhem sua função orgânica e possibilitem, por conseguinte, a maturação do neurológica do sujeito. Ademais, a massa encefálica pode ser dividida em três componentes estruturais: o rombencéfalo, o mesencéfalo e o prosencéfalo, conforme destaca a **Figura 1**. A **Tabela 1** sintetiza suas principais partes e aponta suas funcionalidades para o neurodesenvolvimento humano (Mourão-Júnior; Oliveira; Faria, 2017; Machado & Haertel, 2022).

Figura 1 - Figura esquemática do SNC do feto durante o crescimento.



Legenda: a região azul representa o prosencéfalo que dá origem ao telencéfalo e ao diencéfalo (cérebro), a rosa representa o mesencéfalo e o rombencéfalo está representado em verde que origina o metencéfalo (cerebelo e ponte) e o mielencéfalo (bulbo).

Fonte: Kurzon (2019).

Tabela 1 - Principais divisões e componentes estruturais do encéfalo e suas funções neurocognitivas.

Divisão do encéfalo	Componentes	Funcionalidade neurocognitiva
Rombencéfalo	Cerebelo e parte inferior do tronco encefálico.	Equilíbrio e coordenação muscular.
Mesencéfalo	Parte superior do tronco encefálico.	Núcleos de transmissão que estão associados ao processamento de informações auditivas e visuais.
Prosencéfalo	Área límbica, tálamo, hipotálamo e crosta cerebral.	Avaliação psíquica das circunstâncias e emoções da vida, desenvolvimento de habilidades motoras, intelecto superior, compreensão da linguagem, das sensações e da memória.

Fonte: Machado & Haertel (2022).

Nesse debate, além das morfologias cerebrais adequadas no período do pré-natal, cabe mencionar que os cuidados gerais com o bebê logo nas primeiras semanas de vida também condicionam o fechamento das estruturas encefálicas e as preparam para a interação com meio ambiente para sua funcionalidade cognitiva. A Síndrome do Bebê Sacudido ou o Traumatismo Cranioencefálico Abusivo pode causar sequelas ao compartimento neurológico da criança acarretando o surgimento de disfunções posteriores, mesmo sem prejuízos anteriores ao episódio, ou seja, na formação

embrionária do indivíduo (Fernandes *et al.*, 2024).

Os neurônios ocupam uma significativa parcela do processo de neurodesenvolvimento, haja vista que esses são responsáveis pelo encaminhamento de informações significativas para o processamento e a compreensão pelas funções corticais superiores. As sinapses ocorrem pela transmissão em potenciais saltatórios, sendo mais ágeis e contínuas graças a presença da mielina. No início da gestação, os neurônios são células sem uma função específica, pois sua especialização é progressiva ao crescimento da criança. Aos três anos, o bebê desenvolve o cérebro em sua mais significativa parcela, os neurônios se entrelaçam e formam as redes neurais para transmissão de informações e são elas que propiciam o fenômeno do aprendizado e o surgimento concomitantemente da memória (Mourão-Júnior; Oliveira; Faria, 2017; Machado & Haertel, 2022).

Crespi, Noro, Nóbile (2020) definem o neurodesenvolvimento em nove fases iniciadas no pré-natal e indo até os três anos de idade. A **Tabela 2** condensa as etapas e traz os domínios específicos para cada uma delas do que se é esperado pelo bebê.

Tabela 2 - Etapas do neurodesenvolvimento e aprendizados esperados por fase.

Etapas do neurodesenvolvimento	Aprendizados adquiridos esperados
Pré-natal	Estímulos gerais de movimento e da ordem sonora.
Puerpério	Percepções motoras, sensoriais e de percepção presentes mais rudimentares. Capacidade de diferenciar a figura materna pelo rosto, odor e voz. Consegue segurar objetos, sorrir e reconhecer feições.
Terceiro mês	Fase oral - leva as coisas à boca e tem domínio das mãos. Cria apego a pessoas específicas, tem questões sobre a segurança e não sorrir para estranhos.
Sexto mês	Senta com apoio. Conhece o viés da segurança a partir do pai e da mãe. Tem o despertar para sentimentos de medo e ansiedade da separação.
Sétimo ao oitavo mês	Senta sem apoio. Começa a formação silábica, entende seu nome e o significado do “não”.
Nono ao décimo mês	Acena para as pessoas. Aprende a engatinhar e começa a deambular com apoio.
Décimo primeiro ao décimo segundo mês	Começa a formar palavras, adquire a habilidade da linguagem, por desenvolvimento hipocampal, a depender da interação e dos estímulos que

	recebe.
Dois anos	Autoconsciência de si e percepção do social, cria-se o sentimento de empatia.
Três anos	Funções neurológicas maiores que nos adultos e perdura até a primeira década de vida. Controle motor muscular, aprimora a capacidade da memória e da linguagem.

Fonte: Crespi; Noro; Nobile (2020).

Deficiências ao longo dessas etapas do neurodesenvolvimento, leva ao surgimento de transtornos neurocognitivos. Os principais distúrbios dessa ordem são divididos em seis classes conforme **Tabela 3**.

Tabela 3 - Principais classes de transtornos neurocognitivos correlacionados ao desenvolvimento materno-fetal.

Classe do transtorno	Conceituação
Transtorno do Desenvolvimento Intelectual	Consiste numa redução do raciocínio, senso de planejamento, aprendizado acadêmico. Percebido pela diminuição da independência e da participação social. Atraso global do desenvolvimento. Origem genética, consequência de alguma lesão, como um traumatismo craniano ou de malformação embrionária.
Transtorno de comunicação	De linguagem, fala, comunicação ou de fluência. Relacionado com lesões ou malformações na área de Broca.
Transtorno do Espectro Autista (TEA)	Ações comportamentais repetidas com atraso ou dificuldade de comunicação e interação.
Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH)	Desatenção, desorganização e hiperatividade/impulsividade. Associado a outros transtornos de aprendizagem.
Transtorno Específico de Aprendizado	Percepção e processamento das informações adjacentes à dislexia (a) fonológica ou (b) superficial, à disgrafia, à afasia e à discalculia.
Transtorno de Ordem Motor	Relacionados ao controle espacial do corpo, ataxia. Pode ser dividido em três classes: (a) desenvolvimento da coordenação, (b) movimento estereotipado, (c) tique.

Fonte: American Psychiatric Association (2014).

Teratogenicidade, malformações embriológicas e desenvolvimento neurocognitivo

A priori o feto é nutrido pela membrana placentária e a maioria dos compostos ingeridos pela mãe é conduzida também ao bebê via corrente sanguínea, dado que logo nas primeiras semanas de concepção ocorre a adesão ao útero e a perfuração local pelo sinciotrofoblasto para nutrição das células. Historicamente, em meados de 1940, os médicos acreditavam que o embrião era totalmente protegido de alterações ambientais, devido às barreiras físicas, como a membrana extra-embriônica e as extra-fetais (âmnio e córion), pelo útero e pela parede abdominal da mulher. No entanto tal postulado, foi derrubado nos anos seguintes dado a alta incidência de anomalias congênitas percebidas nos recém nascidos, bem como a expressão de abortos espontâneos (Moore; Persuad; Torchia, 2016).

O feto inicia como um conglomerado celular (mórula) que evolui para todos os tipos de tecidos do sistema orgânico do ser humano. Esse constituinte celular é totipotente e será diferenciado ao longo da terceira e quarta semana em ectoderma, mesoderma e endoderma para originar os tecidos do corpo e sucessivamente se torna mais diferenciado no período da organogênese. O crescimento fetal está relacionado intrinsecamente a condições favoráveis de manutenção da vida intrauterina e prejuízos nessa fase repercutem diversas alterações físicas e mentais no bebê (Moore; Persuad; Torchia, 2016).

Os principais responsáveis por distúrbios na formação embrionária são denominados de teratógenos, isto é, qualquer agente físico, químico, biológico ou estado de deficiência que, durante a vida uterina, promova uma alteração estrutural e/ou funcional no conceito. Essas substâncias são decorrentes de comportamentos maternos que incidem diretamente no organismo do feto e podem levar a três condições principais: (1) malformações congênitas, (2) distúrbios neurocognitivos tardios e (3) abortos espontâneos (Sadler, 2016).

A ação de um agente teratogênico (teratogenicidade) segue três princípios fundamentais (Moore; Persuad; Torchia, 2016):

- (1) O grau de susceptibilidade a agentes teratogênicos - varia de acordo com o estágio de desenvolvimento do conceito no instante da exposição. Portanto, o período de organogênese é o mais crítico com relação às malformações;

- (2) A relação concentração do agente e seu efeito - doses aumentadas redundam em aumento dos distúrbios do desenvolvimento;
- (3) O genótipo do embrião - indispensável para a compreensão do mecanismo de ação do agente para desencadear malformações (Moore; Persuad; Torchia, 2016).

Os autores ainda destacam que o período mais crítico seja o associado ao desenvolvimento cerebral, da 3 a 16 semana, contudo o SNC é suscetível a perturbações ao longo das demais etapas da vida intrauterina, pois a diferenciação e o crescimento do encéfalo se prolonga até os dois anos de idade com a maturação das funções neurocognitivas. Assim, exposições nesses períodos culminam em alterações motoras, psíquicas e cognitivas no bebê. A **Tabela 4** expõe os principais teratógenos descritos na literatura e suas consequências perinatais (Sadler, 2016).

Tabela 4 - Agentes teratogênicos e suas anomalias congênicas decorrentes da exposição.

Teratógenos	Anomalias congênicas decorrentes da exposição
Drogas	
Álcool	Transtornos do Espectro Alcoólico Fetal (FASD) - retardo do crescimento intrauterino (IUGRMD): retardo mental, microcefalia, alterações oculares.
Tabaco	IUGR, retardo do crescimento e morbidade fetal.
Cocaína	IUGRMD, prematuridade, infarto cerebral e anormalidades neurocomportamentais.
Fenitoína	Síndrome de Hidantoína Fetal: IUGR, microcefalia, retardo mental, sutura frontal com cristas.
Varfarina	Retardo mental, defeitos na diferenciação do tecido encefálico, hipoplasia nasal e epífises mosqueadas.
Compostos químicos	
Metilmercúrio	Atrofia cerebral, espasticidade, convulsões e retardo mental, IUGR.
Infecções	
CMV	Microcefalia, coriorretinite, perda nervosensorial, desenvolvimento psicomotor/mental retardado e calcificações cerebrais (periventricular).

Vírus da Rubéola (<i>Rubivirus</i>)	IUGR, retardo do crescimento pós-natal, surdez neurosensorial e retardo mental.
<i>Toxoplasma gondii</i>	Microcefalia, retardo mental, perturbações neurológicas, calcificações cerebrais.
<i>Treponema pallidum</i>	Microcefalia, surdez congênita e retardo mental.
Radiação	
Altos níveis de radiação ionizante	Microcefalia, retardo mental e do crescimento.

Fonte: adaptado de Moore, Persaud, Torchia (2016); Sadler (2016); Penales & Gardiner (2021); Silva; Zavareh; Atukorallaya (2022).

As causas do surgimento de transtornos neurocognitivos estão profundamente associadas aos fatores genéticos herdados e ambientais (teratógenos) expostos, sendo ligados, sobretudo, a coleção desses num conceito de herança multifatorial. As alterações cromossômicas, erros de tradução e de transcrição, bem como o álcool e o tabaco têm tido relevância na patogênese dessas alterações morfofuncionais (Sadler, 2016).

Os Transtornos do Espectro Alcoólico Fetal (FASD) ocorrem após a exposição do concepto ao etanol e resulta numa gama de déficits neurocognitivos. O mecanismo mais aceito sobre a teratogenicidade da droga é pela desregulação de genes para angiogênese e, por conseguinte, a integridade vascular. Os miRNAs desregulam o surgimento e o crescimento dos vasos sanguíneos, são responsáveis pelo silenciamento da expressão gênica por ligações aos 3'UTRs dos RNAm alvo, os degradando (Penales & Gardiner, 2021; Silva; Zavareh; Atukorallaya, 2022).

Ademais, o fator de transcrição específico do endotélio (VezF1) é necessário para o desenvolvimento vascular sendo outro alvo dos miRNAs, a degradação e consequente diminuição deles, como também das claudina-12, claudina-15, ocludinas, VE-caderinas e MMP14, reduz drasticamente a perviedade celular, leva a defeitos na microvasculatura cortical e ainda altera a integridade da Barreira Hematoencefálica (BHE) (Penales & Gardiner, 2021).

Silva, Zavareh e Atukorallaya (2022) destacam que o álcool é um teratógeno ambiental competente para levar a prejuízos na neurogênese, na cardiogênese,

morfogênese, sinalizações nervosas e distúrbios neurocognitivos e comportamentais. O estudo aponta que mais de 110.000 bebês são afetados devido aos FASD com alta prevalência global e de mecanismos fisiopatológicos complexos e de abordagens terapêuticas inespecíficas.

A relação entre teratógenos e sua influência na condição global de saúde do bebê é evidente. As sequelas das exposições, nesses períodos, culminam em alterações irreversíveis, tanto motoras, quanto neurológicas, influenciando diretamente na qualidade de vida do sujeito. Portanto, é imprescindível a compreensão desses transtornos neurocognitivos associados à relação materno-fetal e suas repercussões no contexto socioeducacional do Brasil.

METODOLOGIA

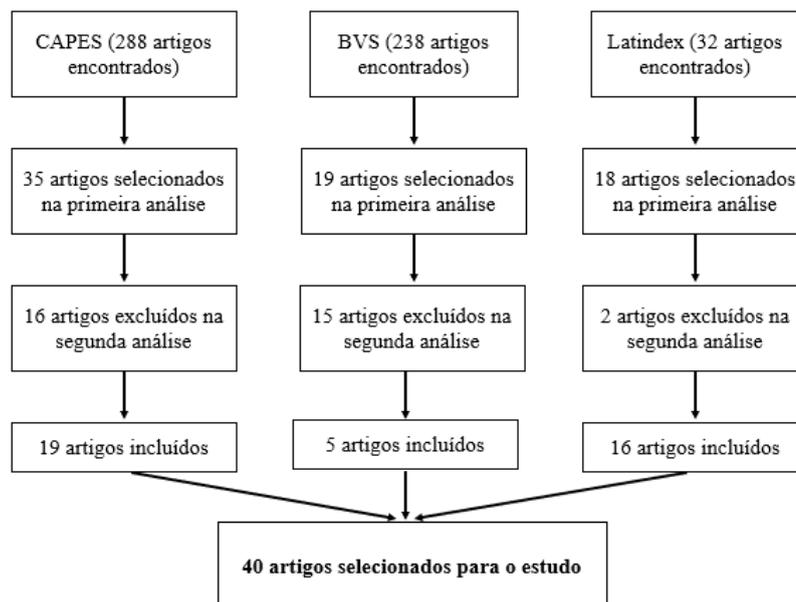
O seguinte estudo trata-se de uma revisão integrativa de literatura científica, o qual buscou traçar uma relação plausível entre o surgimento de distúrbios neurocognitivos, após o nascimento do bebê, e as alterações no desenvolvimento da gestação, explorando os aspectos fisiopatológicos que cercam a relação materno-fetal durante o período da formação embrionária. Ademais, a construção do trabalho enfatizou em reunir aspectos de analíticos de tais condições clínicas, apresentando os desafios vividos pelos pacientes no contexto socioeducacional, sobretudo, no que diz respeito ao espectro de ensino-aprendizado.

A pesquisa se deu por meio de uma consulta de dados nos principais bancos de dados de livre acesso: o Portal de Periódicos CAPES, *Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal* (Latindex), bem como a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Na condução do processo de análise e reunião de artigos, foram utilizados os seguintes descritores: “*Fetal Alcohol Spectrum Disorders*”, “*Neurocognitive Disorders*” e “*Fetal Development*”, presentes nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Para a inserção dos termos anteriores, foi utilizado a busca avançada com o uso do operador booleano “AND” e também foi utilizada a consulta na literatura cinzenta e em sites oficiais do Governo Federal.

Os critérios adotados para a inclusão dos trabalhos científicos encontrados foram respectivamente: (a) artigos disponíveis em português, inglês ou espanhol; (b) artigos disponibilizados na íntegra; (c) artigos com foco no tema da pesquisa aqui elucidada; (d) No recorte temporal de 2014 a 2024. Por outro lado, foram excluídas cartas ao editor, comentários que não se encaixavam no escopo da presente revisão.

A **Figura 2** apresenta um fluxograma ilustrativo do processo de inclusão e exclusão dos trabalhos selecionados para o estudo definido. Nessa perspectiva, foram encontrados um total de 558 artigos na busca primária, desses apenas 72 foram selecionados depois da leitura do título e do resumo. Foi realizada uma segunda análise dos trabalhos encontrados, na qual, foram excluídos mais 33 artigos por estarem duplicados, não atenderem ao tema central ou tangenciarem do modelo empregado para o estudo. Desse modo, 40 estudos foram selecionados, seguindo as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) para a realização desta revisão integrativa.

Figura 2 - Fluxograma ilustrativo sobre a síntese e seleção de artigos.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Essa compilação de dados ocorreu no *software Microsoft Office Word* e as informações encontradas foram correlacionadas com base nos parâmetros destacados. Também foram consultados os Censos Escolares e as Notas Estatísticas dos anos de 2015

e de 2020, disponíveis na íntegra pelo site do Ministério da Educação, com o fito de compreender a distribuição da neurodiversidade no país dentro das redes de ensino. A partir de tais dados epidemiológicos foram construídos gráficos sobre o panorama dos transtornos neurocognitivos no Brasil dentro das séries finais do ensino fundamental e divididos pelas redes de ensino público e privada.

A construção do presente artigo se deu, por fim, por intermédio da síntese de dados de maneira dissertativa, levando em conta tanto os aspectos qualitativos, quanto os quantitativos dos estudos supervisionados e avaliados dentro da pesquisa científica sobre o tema delineado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Historicidade da neurodivergência e seus desafios socioeducacionais

A neurodivergência, no passado, era visualizada de maneira distorcida e ligada a etiologias religiosas, os indivíduos com alterações comportamentais, a exemplo da dificuldade de interação social, expressão da fala e compreensão, eram tidos como pecadores e muitas vezes foram isolados do convívio social como se fossem representativos alegóricos de uma peste infectocontagiosa. Outros com malformações físicas foram considerados aberrações de circos, tal prática foi conhecida como “festival dos horrores” até o início da era contemporânea (De Paoli & Machado, 2022).

O conceito de neurodiversidade diz respeito a condições e/ou apresentações neurocognitivas diferentes daquelas conhecidas na sociedade como “normais”. Contudo, é altamente necessário ressaltar que essas particularidades não devem ser enxergadas como doenças, devido ao teor depreciativo que esse termo trairia aos indivíduos com tais transtornos. Nesse sentido, os distúrbios neurocognitivos, como o Transtorno do Espectro Autista (TEA) e o Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), não apresentam necessidade de cura e/ou de tratamentos invasivos (Lima & Costa, 2022).

Nas últimas duas décadas, os estudos apontaram um crescimento significativo desses transtornos por três fatores principais: (a) redução dos estereótipos e da

visualização como tabu social, quesito que levou as pessoas a buscarem mais assistência técnica; (b) melhoria no quesito técnico-científico das abordagens diagnósticas em fases importantes do neurodesenvolvimento; (c) uma maior exposição na gravidez e no puerpério a condições que favoreçam alterações neurológicas, ou ainda, que diminuam a interação do bebê e seu desenvolvimento cognitivo-comportamental (De Alencar; Barbosa; Gomes, 2022).

A inclusão de tais sujeitos no contexto socioeducacional ainda é um desafio perene dentro da realidade cultural do Brasil. Essa questão é altamente negligenciada e pouco discutida dentro do espaço de formação dos sujeitos, seja ao longo do ensino básico, seja ao decorrer da graduação e especialização, além de ser defasada nas políticas públicas educacionais do país (Veras & De Castro, 2021).

Os principais desafios vividos por esses indivíduos se baseiam na aceitação deles pelo corpo educacional como sujeitos ativos e dignos de contribuição substanciais na comunidade. As abordagens holísticas de ensino-aprendizado na educação básica e no nível superior são direitos inerentes a todos os cidadãos brasileiros, embora, as metodologias de inserção desses sejam difíceis, tanto pela falta de capacitação dos docentes, quanto pela escassez de material estrutural para o ensino especial para tais públicos (Brasil, 2012; De Alencar; Barbosa; Gomes, 2022).

Evolução da neurodiversidade no Brasil sob o recorte escolar

Para maior contextualização do tema inicial aplicado aos desafios socioeducacionais, foi realizada também uma busca de dados por meio dos Censos Escolares sobre a existência de indivíduos neurodivergentes, nos anos de 2015 e de 2020, a fim de observar distribuição desses sujeitos dentro da sociedade brasileira e sua inserção no período delimitado dentro das redes de ensino pública e/ou privada.

Figura 3 - Gráfico sobre o percentual de alunos nos anos finais do ensino fundamental em 2015.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Observe que de 100% (total de 123.621.151 alunos) que estavam matriculados, no ano de 2015, nas séries finais do ensino fundamental (6°, 7°, 8° e 9° ano), apenas 2% (222.418) deles apresentavam alguma deficiência e/ou Transtorno Global diagnosticado. A realidade começa a se modificar nos anos seguintes, confirmando o crescimento do quadro de transtornos neurocognitivos na população brasileira. A **Figura 4** apresenta um aumento significativo de casos, num espaço temporal de 5 anos (Brasil, 2015).

Figura 4 - Gráfico sobre o percentual de alunos nos anos finais do ensino fundamental em 2020.



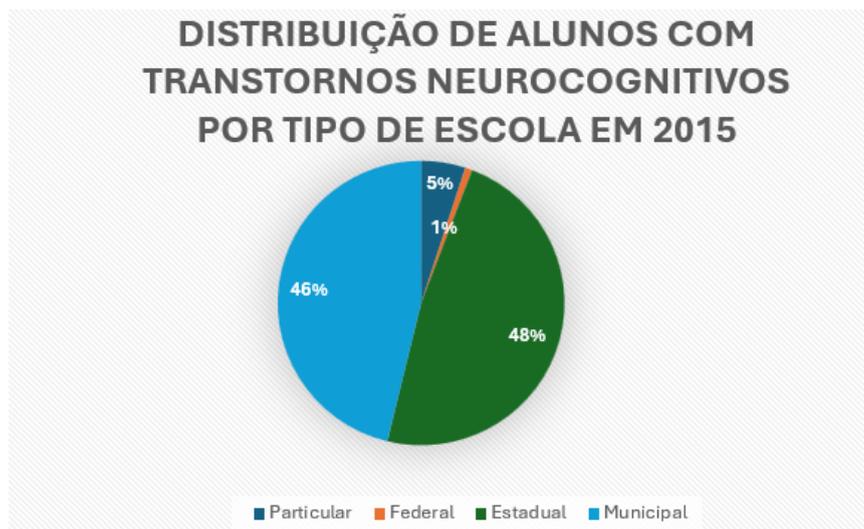
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Veja que, em 2020, já haviam 385.180 alunos com algum tipo de transtorno

neurocognitivo, cerca de 3,23% do total de alunos matriculados na educação básica no período analisado. É válido ressaltar ainda que houve um crescimento de 73,2% de alunos diagnosticados no intervalo de 2015 a 2020, quase 32.562 novos casos por ano desde 2015 (Brasil, 2015; Brasil, 2021).

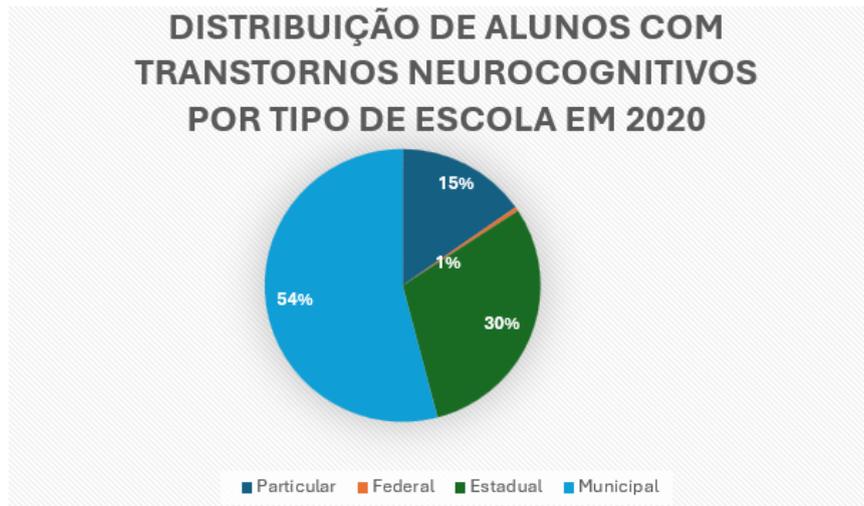
Ademais, para fins analíticos, é importante mencionar sobre os locais de ensino desses indivíduos neurodivergentes. A **Figura 5** retrata a distribuição nas redes de ensino privada (particular) e pública (subdivida em instituições federais, estaduais e municipais) no ano de 2015, já a **Figura 6** apresenta o mesmo fato epidemiológico, contudo após 5 anos do dado anterior.

Figura 5 - Gráfico sobre a distribuição de alunos com distúrbios neurocognitivos por tipo de escola em 2015 nos anos finais do ensino fundamental.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Figura 6 - Gráfico sobre a distribuição geral de alunos com distúrbios neurocognitivos por tipo de escola em 2020.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Com a visualização dos fatos epidemiológicos apresentados, após 5 anos, o crescimento da neurodiversidade no Brasil, fica, mais uma vez, evidente na discussão, todavia, o principal fator de interpretação é a modificação dos espaços de ensino desses sujeitos. Em 2015, a maioria ocupava a rede pública com 95% dos sujeitos com algum transtorno global em escolas federais, estaduais e municipais. Todavia, em 2020, o cenário já foi modificado, com mais da metade de tal público em escolas privadas. Essa variação epidemiológica pode ser um indicativo sobre as metodologias de inserção mais próxima do setor particular, ora pelo um aumento da capacitação dos docentes desses locais, ora pela inclusão de um material estrutural de melhor qualidade para o ensino especial do público com os distúrbios neurocognitivos (Brasil, 2015; Brasil, 2021).

Principais teratógenos e seus efeitos adversos na formação embrionária

O uso de substâncias químicas psicoativas por gestantes é um problema grave de Saúde Pública devido aos potenciais danos ao feto, como o parto prematuro, as malformações congênitas, os sintomas de abstinência e os prejuízos ao desenvolvimento neurocognitivo e comportamental do bebê. Nessa pesquisa, foram avaliadas as principais substâncias teratogênicas utilizadas na contemporaneidade (o álcool, o tabaco e a *cannabis*) para além das clássicas descritas na literatura médica, explorando suas repercussões fisiopatológicas no neurodesenvolvimento embrionário (Lo et al., 2023).

a) Tabaco:

O uso de tabaco por gestantes pode causar diversos prejuízos ao feto em desenvolvimento, especialmente baixo peso ao nascer e partos prematuros. Além disso, a nicotina, a principal substância presente no cigarro, atua como vasoconstritor, reduzindo o fluxo sanguíneo do útero para a placenta, e aumenta os níveis de carboxihemoglobina no sangue materno, prejudicando a capacidade desse sangue de transportar oxigênio. Essa alteração no fluxo resulta em hipóxia fetal, diminuindo o volume de áreas corticais e da amígdala. A nicotina se liga à subunidade alfa dos receptores nicotínicos da acetilcolina e os estimula excessivamente. Esses receptores são abundantes no cerebelo, essencial para o controle motor e coordenação, e no hipocampo, responsável pela memória e aprendizagem. Eles também estão presentes em tecidos não neuronais, e em gestantes tabagistas, observa-se um aumento dos receptores nicotínicos na placenta, afetando seu desenvolvimento devido à diminuição da decídua e das ramificações vasculares, corroborando com a hipóxia gerada pela nicotina (Moore *et al.*, 2020; Moore; Persuad; Torchia, 2016).

Além de alterações celulares, como a diminuição do conteúdo geral do DNA mitocondrial, alterações nos microRNAs não codificantes específicos miR-16, miR-21 e miR-146a na placenta, e o encurtamento dos telômeros fetais em comparação com os placentários, acredita-se que a exposição à fumaça do cigarro, mesmo quando a gestante não é fumante, possa causar danos cognitivos e neurocomportamentais ao feto devido a alterações epigenéticas na metilação do DNA presente no sangue umbilical, levando a mudanças na expressão genética por ativação ou supressão de genes (Lo *et al.*, 2023; Suter & Aagaard, 2020).

Portanto, devido aos prejuízos causados pelo uso do tabaco, espera-se que fetos expostos a esse uso no período pré-natal apresentem danos à coordenação motora e déficits cognitivos, com problemas na memória e aprendizagem (Moore *et al.*, 2020).

b) Álcool:

O uso de álcool é bastante prejudicial ao desenvolvimento fetal, podendo causar alterações como o Transtorno do Espectro Alcoólico Fetal e, em casos mais graves, a Síndrome Alcoólica Fetal (Ngai *et al.*, 2015).

Acredita-se que essas e outras alterações menos graves estejam associadas a alterações promovidas pelo álcool na metilação do DNA fetal, expressão gênica e estrutura cerebral. Indivíduos expostos ao álcool no período pré-natal apresentam trajetórias corticais atípicas em termos de volume, espessura e girificação cortical, quando comparados com indivíduos não expostos ao álcool no período embrionário (Moore & Xia, 2022; Lo *et al.*, 2023).

Evidências sugerem que uma combinação de fatores ambientais e epigenéticos está ligada às alterações observadas em crianças expostas ao álcool no período pré-natal. O álcool afeta o metabolismo de um carbono, essencial para a metilação do DNA e a regulação epigenética. Como resultado, há mudanças na metilação em regiões promotoras de genes envolvidos no ciclo celular, apoptose, crescimento e câncer. Além disso, a exposição embrionária ao etanol causa alterações genéticas no hipocampo e no córtex pré-frontal, afetando a expressão do transportador de serotonina e do receptor de glicocorticóides (Ngai *et al.*, 2015; Lo *et al.*, 2023).

Esses indivíduos também apresentam prejuízos na autorregulação, incluindo alterações na resposta ao estresse. O etanol provoca alterações no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, componente da resposta ao estresse e da homeostase corporal, gerando uma hiper responsividade ao estresse na idade adulta (Jabbar *et al.*, 2016).

c) *Cannabis*:

O corpo humano possui o Sistema Endocanabinóide, um sistema neuromodulador importante para o desenvolvimento do sistema nervoso central e para o funcionamento dos processos cognitivos e fisiológicos. Durante o período embrionário esse sistema é essencial para a neurogênese, migração neuronal, crescimento axonal e sinaptogênese. Além dessas funções, os receptores canabinóides, que estão presentes em maiores densidades no hipocampo, cerebelo e gânglios da base, são alvo do Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC), o principal composto da cannabis (Lu & Mackie, 2020).

Na placenta, o receptor CB1R do Sistema Endocanabinóide desempenha um papel essencial na placentação, atuando na diferenciação trofoblástica e em outros desfechos fetais. A exposição ao THC, que age nesse receptor, pode levar ao aumento do peso da placenta e do diâmetro dos vasos umbilicais. Além disso, essa substância dificulta a remodelação trofoblástica por meio de seu efeito antioxidante, que impede a

morte celular no sinciciotrofoblasto. Outras alterações são observadas no transcriptoma placentário e no epigenoma placentário e fetal, alterando a expressão gênica fetal (Nashed; Hardy; Laviolette, 2021).

Durante a exposição pré-natal ao THC, os canabinóides exógenos competem com os endógenos, alterando sua sinalização e aumentando os níveis de canabinóides globalmente. Esse sistema, amplamente presente no cérebro, tem uma íntima relação com o sistema dopaminérgico, que é crítico para o desenvolvimento cognitivo, da memória e da atenção. A exposição ao THC está associada a alterações na sinalização dopaminérgica, interrompendo o desenvolvimento desse sistema e gerando prejuízos neurocognitivos ao feto, como déficits de memória, raciocínio verbal, concentração e atenção (Nashed; Hardy; Laviolette, 2021; Talavera-Barber *et al.*, 2023).

Relação materno-fetal e os distúrbios neurocognitivos

Os transtornos do neurodesenvolvimento são um grupo de condições que afetam o desenvolvimento do sistema nervoso e têm um impacto profundo na vida das pessoas. Esses transtornos, que incluem o Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e a Síndrome de Down, Transtorno Opositor Desafiador (TOD), entre outros, têm origens complexas e manifestações variadas. Dessa forma, são caracterizados por alterações no desenvolvimento do Sistema Nervoso Central (SNC), afetando o funcionamento cognitivo, emocional e comportamental, e podem ser associados a lesões diretas no SNC. Essas lesões podem ocorrer durante a gestação, parto ou nos primeiros anos de vida, resultando em repercussões a curto, médio e longo prazo (Alvarenga; Lucena; Campos, 2023).

A curto prazo, lesões no SNC, como aquelas resultantes de traumatismos cranianos, hipóxia perinatal ou infecções, podem levar a atrasos no desenvolvimento motor e cognitivo, o que podem provocar nos indivíduos dificuldades na aquisição de habilidades básicas, como caminhar, falar e interagir socialmente. Já a médio prazo, podem enfrentar desafios contínuos em seu desenvolvimento acadêmico e social. Problemas de atenção, memória e aprendizado são comuns, afetando o desempenho

escolar e a capacidade de formar relações interpessoais saudáveis. Crianças com TEA, por exemplo, podem ter dificuldades na comunicação e na formação de relações sociais, enquanto aquelas com TDAH podem enfrentar problemas de atenção e impulsividade, afetando seu desempenho acadêmico e social. E finalmente, a longo prazo, uma das principais repercussões das lesões no SNC é o comprometimento cognitivo, podendo apresentar dificuldades de aprendizagem, memória e processamento de informações, afetando seu desempenho acadêmico e profissional ao longo da vida. Além disso, são comuns os transtornos sociais e de comportamento, como o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) e transtornos do espectro autista (TEA), que dificultam a interação social e o controle emocional. Essas dificuldades podem persistir na vida adulta, afetando, a qualidade de vida, a independência, as relações interpessoais e a capacidade de manter empregos estáveis (Kolb & Whishaw, 2015).

Durante o período gestacional, diversos comportamentos de risco podem afetar diretamente o desenvolvimento do Sistema Nervoso Central (SNC) do feto. Entre esses comportamentos, destacam-se o consumo de álcool, tabaco e drogas ilícitas, além da exposição a ambientes estressantes e a falta de cuidados pré-natais adequados (Brasil, 2022).

O consumo de álcool durante a gravidez pode resultar nos Transtornos do Espectro Alcoólico Fetal (FASD), que incluem uma gama de condições como deficiências intelectuais, problemas comportamentais e malformações físicas. O álcool atravessa a placenta e interfere no desenvolvimento normal dos neurônios, resultando em danos permanentes ao cérebro do feto (Neto *et al.*, 2018).

Outra prática prejudicial é o tabagismo, que contribui para a hipóxia fetal devido à redução do fluxo sanguíneo e ao transporte inadequado de oxigênio. Isso pode causar atraso no desenvolvimento neuropsicomotor e baixo desempenho cognitivo no futuro (Sampaio; Santos; Paz, 2020). Segundo Machado, Borges e Resende (2017), a nicotina e outras substâncias tóxicas presentes no cigarro atravessam a placenta e podem causar restrição de crescimento intrauterino, parto prematuro e baixo peso ao nascer, além de afetar a formação do cérebro e do sistema nervoso do feto. Já com relação à exposição a drogas ilícitas, como cocaína e heroína, durante a gestação

também tem efeitos deletérios no SNC do feto. Essas substâncias podem causar alterações estruturais no cérebro, resultando em problemas cognitivos e comportamentais que podem persistir ao longo da vida (Balestra *et al.*, 2020).

Outrossim, ambientes estressantes durante a gravidez, caracterizados por altos níveis de ansiedade e falta de apoio social, podem resultar em alterações na neurodesenvolvimento do feto. O estresse materno crônico está relacionado ao aumento dos níveis de cortisol, que pode atravessar a placenta e afetar o desenvolvimento cerebral do feto (Garbelini *et al.*, 2022). Por fim, a falta de cuidados pré-natais adequados, como a ausência de suplementação com ácido fólico e o acompanhamento médico regular, pode resultar em defeitos no tubo neural e no cérebro, podendo levar a deficiências no aprendizado e na memória (Tavares *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, observou-se que o desenvolvimento embrionário desempenha importante papel no que tange à progressão neurocognitiva do feto e, assim, fatores externos podem auxiliar no surgimento de casos de neurodiversidade no decorrer da vida do concepto. Isso ocorre não só pela exposição a fatores teratogênicos, a exemplo de álcool e drogas ilícitas, mas também pelas condições socioeconômicas, as quais a gestante está submetida, uma vez que aspectos primordiais, como o pré-natal, são comprometidos devido à reduzida assistência ou à instabilidade sociopolítica enfrentada. Sendo assim, dentre as variações de desfechos quanto à problemática apontada no presente estudo, pode-se mencionar que esses incluem desde anomalias congênitas até Transtorno de Desenvolvimento Intelectual.

Dessa forma, torna-se nítida a necessidade de uma abordagem multidisciplinar por parte das autoridades governamentais com o fim de entender e minimizar as disparidades presentes no ambiente educacional para tal classe populacional, uma vez que as suas limitações neurológicas se apresentam como embargo para o completo



aproveitamento escolar. Além disso, é preciso que seja trabalhada a percepção social e individual de tais pessoas como sujeitos produtivos e de grande contribuição para a comunidade, abordando tais conceitos não só na teoria, como também na implementação por parte dos educadores.

Por fim, os profissionais da saúde devem reportar e informar as grávidas os potenciais riscos de hábitos danosos, como o uso de tabaco e *cannabis*, para a formação do bebê e as possíveis repercussões no longo prazo, às quais tais pessoas estarão sujeitas. Dessa maneira, auxiliando diretamente na raiz da problemática e procurando coibir a reincidência de condições maléficas tanto para o bem-estar materno, quanto filial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, B. E. B. de.; LUCENA, C. W. de; CAMPOS, B. da S. Transtornos do neurodesenvolvimento: compreensão, avaliação e intervenção. Peer Review, [S. l.], v. 5, n. 25, p. 31–43, 2023. DOI: 10.53660/1462.prw3006. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/1462>. Acesso em: 10 jul. 2024.



AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5. Porto Alegre: Artmed, 2014.

BALESTRA, E. V. G. et al. O uso de drogas ilícitas na gravidez e as consequências para a mãe e para o feto / The use of illicit drugs in pregnancy and the consequences for the mother and fetus. *Brazilian Journal of Development*, [S.l.], v. 6, n. 7, p. 43055–43064, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-066. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/12603>. Acesso em: 14 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Ações Programáticas. Manual de gestação de alto risco [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Ações Programáticas. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_gestacao_alto_risco.pdf. Acesso em: 13 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Saberes e Prática de Inclusão: Dificuldades acentuadas de aprendizagem ou limitações no processo de desenvolvimento. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. (2012). Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção aos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Brasília: Casa Civil, 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm.

BRASIL, Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Notas Estatísticas - Censo Escolar 2015. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_do_censo_escolar_2015_matriculas.pdf. Acesso em 13 de Julho de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Censo da educação básica 2020: resumo técnico. Brasília: MEC, 2021. Disponível

em:

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf. Acesso em 13 de Julho de 2024.

CRESPI, L.; NORO, D.; NÓBILE, M. F. Neurodesenvolvimento na Primeira Infância: aspectos significativos para o atendimento escolar na Educação Infantil. *Ensino Em Re-Vista*, Uberlândia, MG. v.27. n.Especia. p.1517-1541. dez./2020. ISSN: 1983-1730. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ER-v27nEa2020-15>.

DA COSTA, J. C. Neurodesenvolvimento e os primeiros anos de vida: genética vs. ambiente. *Revista Latinoamericana de Educación Infantil*. 2555-0666. Volume 7, 1; 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10923/15633>.

DE ALENCAR, F. H.; BARBOSA, F. H.; GOMES, B. V. R. NEURODIVERSIDADE: ASPECTOS HISTÓRICOS, CONCEITUAIS E IMPACTOS NA EDUCAÇÃO ESCOLAR. *Escola em tempos de conexões - Volume 02*, 2022. DOI: 10.46943/VII.CONEDU.2021.02.111.

DE PAOLI, J. & MACHADO, L. F. P. AUTISMOS EM UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL. *Revista GESTO-Debate*, v. 6, n. 01-24, 23 nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.55028/gd.v6i01-24.17534>.

FERNANDES, J. P. de M. et al. Traumatismo Cranioencefálico Abusivo: uma revisão de literatura sobre a Síndrome do Bebê Sacudido (SBS). *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 2013–2035, 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n6p2013-2035. Disponível em: <https://bjhs.emnuvens.com.br/bjhs/article/view/2430>. Acesso em: 10 jul. 2024.

GARBELINI, M. C. da L. et al. Impacto do estresse gestacional no desenvolvimento fetal: uma revisão integrativa / Impact of management stress on fetal development: an integrative review. *Brazilian Journal of Health Review*, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 7027–7043, 2022. DOI: 10.34119/bjhrv5n2-267. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/46776>. Acesso em: 13 jul. 2024.



JABBAR, S. et al. Preconception Alcohol Increases Offspring Vulnerability to Stress. *Neuropsychopharmacology*, v. 41, n. 11, p. 2782–2793, 14 jun. 2016. DOI: 10.1038/npp.2016.92.

KOLB, B. & WHISHAW, I. Q. *Fundamentals of Human Neuropsychology*. 7th ed. New York: Worth Publishers, 2015.

LIMA, A. de A. & COSTA, D. H. O desafio da gestão na inclusão da neurodiversidade em pessoas com TEA. *E-Acadêmica*, [S. l.], v. 3, n. 3, p. e5733346, 2022. DOI: 10.52076/eacad-v3i3.346. Disponível em: <https://eacademica.org/eacademica/article/view/346>. Acesso em: 12 jul. 2024.

LO, J. O. et al. An epigenetic synopsis of parental substance use. *Epigenomics*, v. 15, n. 7, p. 453–473, 1 abr. 2023. DOI: 10.2217/epi-2023-0064.

LU, H. C. & MACKIE, K. Review of the Endocannabinoid System. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, v. 6, n. 6, ago. 2020. DOI: 10.1016/j.bpsc.2020.07.016.

MACHADO, M. B. A. & HAERTEL, M. L. *Neuroanatomia Funcional*. 3ª edição. São Paulo: Editora Atheneu, 2014.

MACHADO, A. B. M. & HAERTEL, L. M. *Neuroanatomia funcional*. 4. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2022.

MACHADO, M. B.; BORGES, J. P. A.; RESENDE, T. C. Complicações apresentadas por recém-nascidos de mães tabagistas no período neonatal. *Revista de Enfermagem e Atenção à Saúde*, v. 6, n. 2, 2017. DOI: 10.18554/reas.v6i2.1979. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/bde-32328>. Acesso em: 13 jul. 2024.

MOORE, L. K.; PERSUAD, T. V. N.; TORCHIA, G. M. *Embriologia Clínica*. 10ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MOORE, B. F. et al. Prenatal Exposure to Tobacco and Offspring Neurocognitive Development in the Healthy Start Study. *The Journal of Pediatrics*, v. 218, p. 28-34.e2, mar. 2020. DOI: 10.1016/j.jpeds.2019.10.056.



MOORE, E. M.; XIA, Y. Neurodevelopmental Trajectories Following Prenatal Alcohol Exposure. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 15, 4 jan. 2022. DOI: 10.3389/fnhum.2021.695855.

MOURÃO-JÚNIOR, C. A.; OLIVEIRA, A. O.; FARIA, E. L. B. NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E DESENVOLVIMENTO HUMANO. *Temas em Educação e Saúde* 7(1517-7947):9-30. Março de 2017(1517-7947):9-30. DOI: 10.26673/tes.v7i0.9552.

NASHED, M. G.; HARDY, D. B.; LAVIOLETTE, S. R. Prenatal Cannabinoid Exposure: Emerging Evidence of Physiological and Neuropsychiatric Abnormalities. *Frontiers in Psychiatry*, v. 11, 14 jan. 2021. DOI: 10.3389/fpsy.2020.624275.

NETO, M. C.; SEGRE, C. A.; GRINFELD, H.; COSTA, H. P. Efeitos do álcool no feto e no recém-nascido. São Paulo: Federação Brasileira das Associações de Ginecologia e Obstetrícia (FEBRASGO), 2018. (Protocolo FEBRASGO - Obstetrícia, n. 91/Comissão Nacional Especializada em Assistência Pré-Natal).

NGAI, Y. F. et al. Prenatal alcohol exposure alters methyl metabolism and programs serotonin transporter and glucocorticoid receptor expression in brain. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 309, n. 5, p. R613–R622, set. 2015. DOI: 10.1152/ajpregu.00075.2015.

PERALES, G. & GARDINER, A. Prenatal alcohol exposure disrupts miR-150-5p regulation of angiogenesis and blood-brain barrier integrity genes. *The FASEB Journal*, Volume 35, Issue S1, Psychology. 14 May 2021. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2021.35.S1.04852>.

SADLER, T.W. Langman – Embriologia Médica. 13ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2016.

SAMPAIO, N. D. de S.; SANTOS, M. F. A. dos; PAZ, F. A. do N. Complications caused by nicotine during the pregnancy period. *Research, Society and Development*, [S.l.], v. 9, n. 7, p. e648974506, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4506. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4506>. Acesso em: 13 jul. 2024.



SCOTT, M. N. *et al.* Neurocognitive Correlates of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Symptoms in Children Born at Extremely Low Gestational Age. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, v. 38, n. 4, p. 249–259, maio 2017.

SILVA, P.; ZAVAREH, P. A.; ATUKORALLAYA, D. Teleost Fish as Model Animals to Understand Alcohol Teratology. *Fetal Alcohol Spectrum Disorder. Neuromethods*, January 2022. Humana, Nova York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2613-9_3.

SUTER, M. A. & AAGAARD, K. M. The impact of tobacco chemicals and nicotine on placental development. *Prenatal Diagnosis*, v. 40, n. 9, 11 fev. 2020. DOI: 10.1002/pd.5660.

TALAVERA-BARBER, M. M. *et al.* Prenatal cannabinoid exposure and early language development. *Frontiers in pediatrics*, v. 11, 22 nov. 2023. DOI: 10.3389/fped.2023.1290707.

TAVARES, B. B. *et al.* Conhecimento da suplementação de ácido fólico na gestação. *Invest. educ. enferm, Medellín*, v. 33, n. 3, p. 456-464, Dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072015000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 jul. 2024. <https://doi.org/10.17533/udea.iee.v33n3a09>.

VAN DEN BERGH, B. R. H. *et al.* Prenatal developmental origins of behavior and mental health: The influence of maternal stress in pregnancy. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 117, n. 1, jul. 2020.

VERAS, P. R. M., & DE CASTRO, R. M. M. (2021). Acesso de pessoas com autismo no mercado de trabalho Access to the labor market for people with autism. *Brazilian Journal of Development*, 7(10), 95945-95965.