



## **Pesquisa em Desenvolvimento Infantil: Influência Ambiental na Perspectiva da Epigenética**

### ***Child Development Research: Environmental Influence from the Perspective of Epigenetics***

**Ianka da Silva Dantas**

Universidade Estadual do Piauí, <https://orcid.org/0000-0002-8926-6678>,  
iankadantas2015@gmail.com

**Fabírcia Gomes da Silva**

Universidade Estadual do Piauí, <https://orcid.org/0000-0002-1342-334X>,  
fabriciagomes@pcs.uespi.br

**Agenor Sousa Silva Junior**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, <https://orcid.org/0000-0001-7237-3859>,  
agenorjr0912@gmail.com

#### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi investigar a interrelação entre epigenética e desenvolvimento infantil, com foco nas influências ambientais. Utilizou-se da pesquisa bibliográfica e Estado da Arte, com abordagem qualitativa buscando-se um diálogo entre Noro e Gon (2015), Machado e Elias (2021), Brites (2019), Osório (2022), entre outros. A coleta de dados foi realizada no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), utilizando os descritores “Epigenética” e “Desenvolvimento Infantil”, no intervalo de cinco anos, de 2020 a 2024. Os principais resultados destacam-se nas áreas emocional e cognitiva. Esses aspectos podem ser negativamente impactados se, durante a gestação e a primeira infância, a criança for exposta a perturbações provenientes do ambiente ou dos adultos que convive, resultando em prejuízos que podem perdurar por toda a vida. Considera-se que os fatores ambientais interferem na expressão genética, afetando o desenvolvimento de forma positiva ou negativa.

Palavras-chaves: Desenvolvimento Infantil; Epigenética; Ambiente.

#### **Abstract**

This study aimed to explore the interrelation between epigenetics and child development, focusing on environmental influences. A bibliographic and State of the Art approach was employed with a qualitative methodology to engage with authors such as Noro and Gon (2015), Machado and Elias (2021), Brites (2019), and Osório (2022). Data was collected through the CAPES Portal of Journals using the descriptors "Epigenetics" and "Child Development" over a five-year period (2020–2024). The results emphasize the impact on emotional and cognitive development, revealing that environmental disturbances during pregnancy and early childhood can lead to lifelong consequences. The study concludes that environmental



factors significantly influence gene expression, thereby affecting child development in both positive and negative ways.

Keywords: Child Development; Epigenetics; Environment.

## 1 Introdução

As inquietações que movem a compreensão sobre o desenvolvimento humano vêm ganhando novos aliados através de estudos como a epigenética e a neurociência. A busca pela cientificidade que não seja positivista, pela compreensão genética sem que seja determinística advém de uma ambiência que possibilita lugar de influência tanto para a genética como para o ambiente, seja este intrauterino e/ou social.

A epigenética vem sendo estudada e referendada como um campo “acima da genética”, em nenhum momento retirando a importância da herdabilidade genética, outrossim, dialogando com a interferência que pode ocorrer através das relações e intervenções que a pessoa tem durante sua vida, em destaque ao período da primeira infância.

O objetivo desse estudo visa investigar a interlocução entre epigenética e desenvolvimento infantil com foco nas interferências ambientais. Sua consecução foi possível através da questão norteadora: eventos ambientais podem impactar no desenvolvimento infantil? Tais inquietações provocam uma busca não apenas por estudos científicos que respondam a esse questionamento, mas abrem um leque de possibilidades para outras indagações que surgem durante o processo de análise, as quais podem ser sinalizadoras de estudos outros, como: as tecnologias podem ser consideradas como interferências epigenéticas? Alimentação? Estilo de vida sedentária? Questões que não serão respondidas nesse momento do texto, mas que ficam como provocações para futuras pesquisas.

Uma compreensão assertiva sobre a primeira infância pode auxiliar práticas familiares e escolares na construção identitária de uma pessoa, olhar para seu contexto familiar, sua herança genética, mas não tê-la como determinística robustece a necessidade de interferências e estímulos positivos durante o seu processo de desenvolvimento.

Este trabalho está organizado em quatro seções principais, que exploram a inter-relação entre epigenética e desenvolvimento infantil, com ênfase nas influências



ambientais. A introdução contextualiza a pesquisa, apresentando o objetivo central e a relevância do tema. Ressalta-se a importância de compreender a intersecção entre epigenética e desenvolvimento infantil, sobretudo no que diz respeito aos fatores ambientais que modulam esse processo.

A seção de resultados e discussões é subdividida em tópicos, oferecendo uma análise detalhada sobre a epigenética e sua relação com o desenvolvimento infantil. No item 3.1, "O que é epigenética?", é apresentado o conceito de epigenética, suas modificações, e como essas podem ser influenciadas pelo ambiente, destacando a relevância dessas interações no contexto infantil. No item 3.2, "Desenvolvimento infantil e herdabilidade", discute-se como os fatores ambientais apontam para a importância de considerar a prevenção durante o desenvolvimento fetal e as interações na primeira infância, abordando os impactos desses fatores no desenvolvimento das crianças.

No item 3.3, "Marcos do desenvolvimento infantil", define-se o que constitui o desenvolvimento infantil, com ênfase nos principais marcos que caracterizam essa fase da vida. Já no item 3.4, "Pesquisas científicas e abordagens sobre o desenvolvimento infantil e epigenética", são destacadas as publicações sobre o tema, evidenciando o papel crucial do ambiente no desenvolvimento humano e como este pode interferir ou contribuir para as manifestações comportamentais.

Por fim, as considerações finais resumem os principais resultados da pesquisa e discutem suas implicações teóricas e práticas, indicando caminhos para investigações futuras. É sublinhada a necessidade de uma exploração mais profunda das influências ambientais sobre o desenvolvimento infantil, promovendo um entendimento mais abrangente sob a perspectiva epigenética.

## 2 Metodologia

O estudo aqui apresentado resulta de uma pesquisa bibliográfica ancorada no Estado da Arte, com base na temática proposta para discussão. A abordagem sustenta-se em um viés qualitativo, pois busca estabelecer um diálogo profundo entre autores como Noro e Gon (2015), Machado e Elias (2021), Brites (2019), Osório (2022), entre outros, que oferecem suporte à pesquisa e aos trabalhos encontrados durante a investigação.

A escolha metodológica, que pode potencialmente gerar conflitos se



desconsiderada a questão central do estudo ou não planejada com vistas ao objetivo a ser alcançado, é justificada pela crença de que os métodos qualitativos permitem um entendimento mais profundo dos fenômenos sociais. Como Silverman (2009, p.62) afirma: “os métodos usados pelos pesquisadores qualitativos exemplificam uma crença comum de que eles podem pronunciar um entendimento “mais profundo” dos fenômenos sociais [...]”. Dessa forma, a escolha dos procedimentos adotados é justificada.

A coleta de dados para o Estado da Arte foi realizada no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), utilizando os descritores “Epigenética” e “Desenvolvimento Infantil”, no intervalo de cinco anos, de 2020 a 2024. Como critério adicional, foram considerados apenas textos disponíveis em português.

Novamente, recorrendo às palavras de Silverman (2009, p. 304), é necessário, em um trabalho dessa natureza, “concentrar-se apenas naqueles estudos que são relevantes para definir o seu problema de pesquisa. Organizar o que diz na forma de um argumento, em vez de em uma simples descrição de outros estudos”. A escolha metodológica, portanto, reflete uma escolha de convicções, como sugerem Ghedin e Franco (2008).

A análise resultou na identificação de cinco trabalhos, dos quais três foram selecionados após um processo criterioso de avaliação, por estarem alinhados com os objetivos deste estudo. A interpretação e a análise teórica permitiram a síntese em quatro categorias: "ano", "título do trabalho", "autores" e "objetivo", o que ampliou a discussão ao estabelecer um diálogo com os autores que fundamentam esta pesquisa. No tópico "Pesquisas científicas e abordagens sobre o desenvolvimento infantil e epigenética", encontra-se o detalhamento dos principais achados.

## **3 Resultados e Discussão**

### **3.1 O que é Epigenética?**

As décadas mais recentes vem sendo dedicadas aos estudos que buscam compreender de maneira mais efetiva como os fatores internos e externos podem interferir na formação do indivíduo não apenas pelo panorama biológico, como também comportamental. Estudos como os da epigenética tem proposto um novo olhar para o



desenvolvimento humano, rompendo com visões determinísticas de que a carga genética herdada seria a única responsável pela constituição de uma pessoa. Ao mesmo tempo traz uma responsabilidade para o meio de vivências, para as interações, exposições que o indivíduo é submetido e as próprias escolhas que são tomadas ao longo da vida. Novos estudos e olhares como os de Machado e Elias (2021) tem contribuído para compreensão da influência que os fatores ambientes têm no desenvolvimento e formação humana.

O conceito de epigenética foi proposto por um estudioso de genética e biologia, Conrad Waddington, em meados do século XX, com a finalidade de especificar uma parte da Biologia que pesquisa as interações possíveis entre genes e os produtos que dão origem ao fenótipo. Todavia, nesse momento ainda, havia uma ideia de determinação genética em que, embora fosse aceita a possibilidade de variações em resposta ao meio externo, acreditava-se que os resultados da constituição do indivíduo eram fruto dos seus genes e não do ambiente ao qual é exposto. Apenas em meados dos anos de 1970, um modelo molecular foi levantado de modo a explicar a ativação ou inativação genética e as transmissões hereditárias, trazendo o estudo da possível modificação de DNA nas áreas promotoras do gene através da metilação enzimática, difundindo-se a ideia de que eventos ambientais podem “ligar” ou “desligar” algumas expressões genéticas durante o desenvolvimento e maturação de uma pessoa. Entretanto, o termo “epigenética” só foi especificamente relacionado a metilação do DNA no final da década de 1980, em um estudo publicado por Holliday (1987) na revista Science, sob o título “A herança dos defeitos epigenéticos”, representando um marco na história da epigenética. (Barbosa et al, 2022).

Estudos como os de Franklin, Saab, & Mansuy, (2012); Holmes et al., (2005); Muhammad & Kolb, (2011) vem mostrando que acontecimentos ocorridos principalmente durante a infância podem estar relacionados à alterações genéticas, podendo inclusive, ser passados para outras gerações. Experiências cotidianas que talvez não transpareçam riscos, podem estar associadas a expressões gênicas, tais como: dieta, ambientes sociais, prática ou não de exercícios físicos, interações que acarretem estresse, entre outras. As implicações trazidas por fatores como esses tem contribuído, inclusive, para quadros de distúrbios de neurodesenvolvimento (Noro e Gon, 2015).

As inquietações trazidas pelos estudos da epigenética tem diálogo com as pesquisas da neurociência, uma vez que entendendo melhor o funcionamento cerebral,



abrem-se portas para um maior conhecimento sobre a genética e sua herdabilidade. Se essa afirma que os fatores externos podem, inclusive, fechar e/ou abrir portas para expressividades de comportamento, o estímulo ou não das células cerebrais tem influência sobre os conhecimentos que serão adquiridos e até mesmo acerca de como o indivíduo enxerga a si mesmo. “A estimulação de neurônios dos bebês, por exemplo, dá início a inúmeras atividades mentais de suma importância. Os circuitos neurais estabelecidos nessa fase irão perdurar para toda a vida e subsidiarão outros” (Machado e Elias, 2021, p. 18).

A primeira infância encontra nesse enredo um locus de valioso período para que a genética herdada possa ser “trabalhada”. Não com a ideia de que após essa etapa não sejam mais possíveis alterações, mas com as evidências de que essa é uma grande “janela” de plasticidade genética.

A definição atual de epigenética se refere a modificações do DNA (ou fatores associados que contêm informação) que não modificam a sequência de nucleotídeos do DNA (não são mutações gênicas), são mantidas durante a divisão celular, são influenciadas pelo ambiente e causam mudanças estáveis na expressão gênica. Essa definição resulta da compreensão do profundo efeito do ambiente na plasticidade do desenvolvimento, principalmente relacionada ao envelhecimento e à suscetibilidade a doenças. Assim, a paisagem epigenética agora é vista de maneira mais dinâmica do que a visão determinística [...] (Barbosa, et al, 2022, p. 14).

A partir desse olhar são ultrapassadas ideias que engessavam uma pessoa a sua herança genética, considera-se e valoriza-se sua importância e comprovada carga na constituição do indivíduo, contudo agora o horizonte é ampliado para ser percebida a interação entre genes e fatores ambientais.

O desenvolvimento ganha, então, como aliado “as experiências”, elas não serão determinísticas, mas trazem consigo a possibilidade de construção do ser humano que vai se projetando ao longo dos anos. Elena e Valle (2019, p.25) emprestam suas palavras para dizer que “tirar proveito das experiências é uma questão de sobrevivência saudável [...]”. São as experiências ambientais, boas ou não, que irão tecendo como essa carga genética irá ser expressa ou não ao longo da vida de uma pessoa. “Entre as experiências às quais o indivíduo está exposto, em especial nos primeiros anos de vida, estão os cuidados maternos. Estes influenciam de modo persistente alterações



epigenéticas”, estudos vem mostrando que eles “têm sido considerados como importantes determinantes da resistência ou vulnerabilidade da prole a eventos estressores” (Noro e Gon, 2015, p.830).

A epigenética explica por que as células de diferentes órgãos e tecidos, contendo essencialmente o mesmo DNA, desempenham funções tão diferentes e retêm sua identidade à medida que suas células se dividem. Essa identidade celular só é possível por meio de uma informação adicionada aos genes, que é a informação epigenética, controlada pela sequência do genoma, pela exposição ambiental e por fatores aleatórios. A epigenética, portanto, está na interface do genoma, do desenvolvimento e da exposição ambiental (Barbosa, 2022, p.14-15).

Quanto mais se reconhece essa correlação mais provável se torne o reconhecimento de que a epigenética não vem colocar à margem a influência genética, outrossim, associa o ambiente a ela para melhor compreender-se e interferir sobre o desenvolvimento humano, em destaque ao que se é possível na infância, sendo um período de “ouro” para as aquisições, mas também de grande perigo para as “podas”<sup>1</sup>, se perdidas as experiências de qualidade.

### **3.2 O Desenvolvimento Infantil e as variações herdadas comuns e raras (herdabilidade).**

A compreensão da relação entre genética e desenvolvimento infantil é um campo de estudo em desenvolvimento, com avanços recentes impulsionados por novas tecnologias. Os estudos sobre como o comportamento humano se processa ainda em estudo, iniciaram no ano de 1990, hoje, os estudos já apontam fatores externos e internos no processo de desenvolvimento humano, principalmente, sobre os riscos e possíveis causas dos transtornos do neurodesenvolvimento como: Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), Transtorno do espectro do Autismo (TEA), Distúrbios da Aprendizagem, entre outros (American Psychiatric Association, 2023). Luciana Brites, em seu livro “Mentes únicas de 2019, aborda no capítulo “Genética × ambiente: onde está o culpado?”:

---

<sup>1</sup> A poda neuronal é um processo natural nos primeiros meses de vida, onde o cérebro elimina conexões simpáticas para fortalecer as mais importantes. Quando esse processo é irregular, pode prejudicar conexões essenciais, como as relacionadas à socialização, afetando o desenvolvimento saudável.



A participação ora mais genética ora mais ambiental varia de acordo com a condição e o nome do transtorno. Quadros neuropsiquiátricos como o Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), a deficiência intelectual, a esquizofrenia e o transtorno bipolar são predominantemente de natureza genética, herdados e com forte história familiar. Em contrapartida, transtornos depressivos, de ansiedade e opositivo-desafiadores, e os de conduta são marcadamente afetados pelas adversidades do ambiente. No caso do autismo, as mais recentes pesquisas demonstram um predomínio genético marcante. (Brites, 2019, p. 48)

Os aspectos ambientais embora ainda incipientes alertam para a necessidade de pensar nas possibilidades de prevenção no desenvolvimento fetal e intervenção na primeira infância, as evidências científicas confirmam que a prematuridade e o baixo peso ao nascer são fatores que predispõem ao desenvolvimento de transtorno como por exemplo TEA e TDAH, aumentando os riscos, outros estudos crescentes sugerem fatores ambientais e interações gene-ambiente.

Estudos de larga escala realizado por um importante pesquisador norte-americano BAI (2019), envolveu mais de dois milhões de pessoas de cinco países e revelou dados importantes sob como a constituição genética desempenha um papel predominante no desenvolvimento humano, esse estudo especificou de forma específica o TEA, com uma herdabilidade estimada em aproximadamente 81%. Isso sugere que a maior parte da variação na ocorrência do TEA é atribuída a influências genéticas herdadas, com um impacto ambiental relativamente pequeno, variando entre 0,4% e 1,2%. No entanto, o estudo também trouxe que as mutações genéticas que não são herdadas dos pais, mas que ocorrem de forma espontânea durante o desenvolvimento, também contribuem para cerca de 18% para modificações genéticas. Essas mutações podem ter efeitos significativos dependendo de sua localização no genoma, particularmente se ocorrerem nas regiões codificantes do DNA, responsáveis pela síntese de proteínas e funções biológicas essenciais.

Este cenário genético é especialmente relevante quando considerado em conjunto com o desenvolvimento cerebral, que se inicia na gestação e continua de forma intensa na primeira infância. Durante o período intrauterino, o cérebro começa a se formar e a criar as primeiras conexões neuronais, o que é crucial para a aprendizagem e o desenvolvimento posterior. A interação entre a constituição genética e as condições ambientais durante esses primeiros estágios pode influenciar significativamente o





desenvolvimento neurológico:

O cérebro é um órgão de enorme complexidade, formado essencialmente por neurônios e uma vasta rede de extensões desses neurônios, que estabelecem circuitos conectando diferentes regiões cerebrais através de impulsos elétricos. Embora a aparência externa do cérebro de um recém-nascido seja semelhante à de um adulto, ele ainda está em processo de desenvolvimento no nascimento e passará por mudanças cruciais até atingir sua maturidade.

Dentro dele temos circuitos, diferentes áreas que conversam entre si e processam todas as informações do ambiente externo. A mistura disso tudo é o que fará emergir na nossa mente a impressão que teremos do mundo. É a maneira com que esses circuitos “conversam” e trocam informações que a aprendizagem se faz e que os comportamentos emergem. (Gaiato, 2019, p.19)

Durante um processo chamado "sinaptogênese", o número de sinapses entre os neurônios aumenta rapidamente, chegando a formar até 700 novas conexões por segundo em certas áreas do cérebro durante o segundo ano de vida. As sinapses que são mais utilizadas se tornam mais fortes e eficientes na transmissão de informações, enquanto aquelas que não são usadas enfraquecem gradualmente e acabam desaparecendo, um fenômeno conhecido como "poda sináptica".

Paralelamente, ocorre um processo chamado "mielinização", especialmente após o nascimento. A mielina, uma substância composta por proteína e gordura, envolve as extensões dos neurônios, facilitando a condução dos impulsos elétricos e melhorando a comunicação entre as células nervosas. A combinação desses processos ao longo dos primeiros anos de vida como cita Mayra Gaiato (2023, p.10) altera a estrutura do cérebro sob a influência das experiências vividas, resultando em um desenvolvimento neurológico impressionante que permite à criança adquirir gradualmente novas habilidades, como emitir as primeiras palavras.

A neuroplasticidade cerebral indica que, mesmo após o período inicial de desenvolvimento do bebê, o cérebro continua a se modificar à medida que é exposto a novas experiências e estímulos. Por esse motivo, o ambiente deve favorecer um processo dinâmico de interação, exploração sensorial e auditiva, além de estimular o desenvolvimento da linguagem simbólica e, conseqüentemente, da linguagem oral. Ou seja, é essencial que o ambiente, juntamente com uma mediação adequada, amplie o



repertório comunicativo da criança, seja ele simbólico, corporal ou oral. “Essas conexões são capazes de alterar as estruturas e funções do cérebro, em razão da natureza plástica desse órgão, ou seja, do potencial que tem em moldar-se mediante estímulos e experiências.” (Costa, Raquel 2023, p. 4). Pesquisas recentes apontam que o desenvolvimento do cérebro ainda não está completamente formado até a fase adulta.

Quanto mais se reconhece essa correlação, mais se torna evidente que a epigenética não substitui a influência genética, mas sim a complementa, integrando-se ao ambiente para uma compreensão mais ampla do desenvolvimento humano. Esse entendimento é especialmente relevante na infância, um período crucial para aquisições, mas também de grande vulnerabilidade para "podas" de desenvolvimento. Esses riscos podem ser explicados pela "morte" programada de neurônios, que afeta diretamente as áreas que não recebem estímulos adequados ou suficientes. Assim, caso experiências enriquecedoras sejam perdidas, o desenvolvimento pode ser comprometido, o que também é evidenciado por Gaiato (2022, p.19) “A primeira infância é nosso terreno fértil para consolidar tudo que virá pela frente, e isso envolve a capacidade de construir esse cérebro social ao máximo.”

A integração dos efeitos genéticos e epigenéticos, oferece uma perspectiva mais rica sobre como intervir de forma eficaz durante esse período "de ouro", maximizando o potencial de desenvolvimento e minimizando os riscos associados a influências ambientais adversas, por isso é importante se atentar aos marcos do desenvolvimento, eles funcionam como alerta para possíveis atrasos no desenvolvimento.

### **3.3 Os marcos do Desenvolvimento Infantil.**

Podemos definir o desenvolvimento como as transformações que ocorrem ao longo da vida, de forma ordenada e relativamente duradoura, modificando as estruturas físicas e neurológicas, os processos de pensamento, as emoções, as formas de interação social e muitos outros comportamentos (Thompson, 2020). É necessário que as pessoas compreendam esse processo presente na vida de todos para que possam conhecer e entender o que acontece com os outros ao seu redor e consigo mesmas, promovendo, assim, o autoconhecimento.

Brites (2020) enfatiza que existem três características de igual relevância para o desenvolvimento humano, pois uma influencia a outra. A primeira é a evolução, que



envolve mudanças nos aspectos da filogênese (desenvolvimento da espécie) e da ontogênese (desenvolvimento do indivíduo). A evolução é um processo de diversas transformações e diferenciações que visam a adaptação ao ambiente.

A segunda característica é a maturação, que se refere ao aprimoramento de habilidades que o indivíduo tem o potencial de realizar. Esse processo está relacionado a fatores genéticos e requer estimulação do ambiente para que ocorra uma manifestação adequada das habilidades.

A terceira característica é o crescimento, que é um aspecto biológico relacionado ao aumento do organismo. Esse crescimento é quantificado por medidas como peso, altura, perímetro cefálico, força e outras. Cada uma dessas características é crucial para um desenvolvimento harmonioso e completo.

Após muitos anos de pesquisas e estudos, especialistas na área do desenvolvimento humano compreenderam que existe um período essencial para o desenvolvimento global: a primeira infância. Essa fase ocorre desde a gestação até os 6 anos de idade e pode ser subdividida em dois momentos: a primeiríssima infância, que vai da gestação aos 3 anos de idade, e a pré-escolar, que abrange dos 4 aos 6 anos de idade (Brites; Brites, 2022).

Para Osório (2022, p. 66), “essas mudanças são direcionadas, pois com elas, a criança se move em direção a maiores sofisticação e complexidade de cognição e comportamentos”. Os profissionais que atendem e trabalham com esse público que se encontra nessa fase da vida, e que desejam potencializar o desenvolvimento infantil, precisam entender e conhecer quais habilidades devem ser estimuladas em cada etapa do desenvolvimento.

Entendendo a importância da primeira infância para o desenvolvimento do indivíduo, é fundamental estar atento aos fatores que possam influenciar essa etapa. Brites e Brites (2022, p.16) citam os seguintes fatores envolvidos no desenvolvimento:

Há os fatores biológicos, [...] há uma sequência de desenvolvimento esperada para todo o ser humano ao longo da vida, bem como há déficits que podem impactar diversas áreas, tais como os transtornos do neurodesenvolvimento. [...] fatores ambientais, que estão relacionados às características socioeconômicas e à estimulação diária. A qualidade da alimentação e o sono, a moradia, o acesso a materiais pedagógicos e à informação, a educação parental, o acesso a serviços de saúde e ensino [...].



A partir do conhecimento dos fatores que influenciam o desenvolvimento, é possível potencializá-lo ou, em casos em que o indivíduo enfrenta barreiras nesse processo, combater problemas ou atrasos que possam surgir. Através de uma avaliação minuciosa por profissionais qualificados, é possível identificar a causa de determinado contratempo e planejar intervenções para superá-lo. No entanto, para que essas intervenções sejam eficazes, é de extrema importância que a família e as escolas estejam também envolvidas e atuem em conjunto com esses especialistas.

O Ministério da Saúde do Brasil disponibiliza à população, através da Caderneta de Saúde da Criança, concedida a todas as famílias brasileiras após o nascimento de seus bebês, uma adaptação (Figura 1) da Escala de Denver. Essa ferramenta de triagem avalia os principais marcos do desenvolvimento infantil, permitindo a identificação de possíveis atrasos. Criada na Universidade do Colorado, em Denver, pelo pesquisador e pediatra William Frankenburg, a Escala de Denver destaca quatro aspectos fundamentais do desenvolvimento infantil: desenvolvimento motor grosso, desenvolvimento motor fino, linguagem e desenvolvimento pessoal-social (Brites, 2020).

Esse material é uma ferramenta essencial para pais, responsáveis, cuidadores e profissionais que atuam no desenvolvimento infantil, pois permite o monitoramento detalhado do crescimento e progresso da criança. A ficha de acompanhamento possibilita o registro sistemático dos marcos do desenvolvimento físico, motor, cognitivo e emocional ao longo do tempo. Dessa forma, facilita a identificação precoce de possíveis atrasos ou dificuldades, permitindo intervenções adequadas. Assim, a ficha de acompanhamento assegura que a criança receba o suporte necessário para um desenvolvimento saudável e pleno.



**Figura 1 – Ficha de acompanhamento do desenvolvimento<sup>2</sup>.**

**Marcos do Desenvolvimento do Nascimento aos 6 Meses**

Marcos	Como pesquisar	Idade em meses						
		0	1	2	3	4	5	6
Postura: pernas e braços fletidos, cabeça lateralizada	Deite a criança em superfície plana, de costas, com a barriga para cima; observe se seus braços e pernas ficam flexionados e sua cabeça lateralizada.							
Observa um rosto	Posicione seu rosto a aproximadamente 30 cm acima do rosto da criança. Observe se a criança olha para você, de forma evidente.							
Reage ao som	Fique atrás da criança e bata palmas ou balance um chocalho a cerca de 30 cm de cada orelha da criança e observe se ela reage ao estímulo sonoro com movimentos nos olhos ou mudança da expressão facial.							
Eleva a cabeça	Coloque a criança de bruços (barriga para baixo) e observe se ela levanta a cabeça, desencosta o queixo da superfície, sem virar para um dos lados.							
Sorri quando estimulada	Soria e converse com a criança; não lhe faça cócegas ou toque sua face. Observe se ela responde com um sorriso.							
Abre as mãos	Observe se em alguns momentos a criança abre as mãos espontaneamente.							
Emitte sons	Observe se a criança emite algum som, que não seja choro. Caso não seja observado pergunte ao acompanhante se faz em casa.							
Movimenta os membros	Observe se a criança movimentar ativamente os membros superiores e inferiores.							
Responde ativamente ao contato social	Fique à frente do bebê e converse com ele. Observe se ele responde com sorriso e emissão de sons como se estivesse "conversando" com você. Pode pedir que a mãe o faça.							
Segura objetos	Ofereça um objeto tocando no dorso da mão ou dedos da criança. Esta deverá abrir as mãos e segurar o objeto pelo menos por alguns segundos.							
Emitte sons, ri alto	Fique à frente da criança e converse com ela. Observe se ela emite sons (gugu, eeee etc.), veja se ela ri emitindo sons (gangalhada).							
Levanta a cabeça e apoia-se nos antebraços, de bruços	Coloque a criança de bruços, numa superfície firme. Chame sua atenção a frente com objetos ou seu rosto e observe se ela levanta a cabeça apoiando-se nos antebraços.							
Busca ativa de objetos	Coloque um objeto ao alcance da criança (sobre a mesa ou na palma de sua mão) chamando sua atenção para ele. Observe se ela tenta alcançá-lo.							
Leva objetos a boca	Ofereça um objeto na mão da criança e observe se ela o leva a boca.							
Localiza o som	Faça um barulho suave (sino, chocalho etc.) próximo à orelha da criança e observe se ela vira a cabeça em direção ao objeto que produziu o som. Repita no lado oposto.							
Muda de posição (rola)	Coloque a criança em superfície plana de barriga para cima. Incentive-a a virar para a posição de bruços.							

18

ACOMPANHANDO O DESENVOLVIMENTO

Fonte: Brasil (2024, p.81).

O processo de desenvolvimento infantil deve ser acompanhado de forma minuciosa para assegurar e promover um desenvolvimento de qualidade. Conhecer os fatores que influenciam esse processo permite identificar, se necessário, possíveis atrasos e agir de forma adequada para estimular as habilidades que precisam ser desenvolvidas. Compreender em que fase a criança se encontra e quais habilidades precisam ser alcançadas é fundamental, já que cada etapa do desenvolvimento é correlacionada e uma fase constrói a base para a próxima.

### 3.4 As pesquisas científicas e as abordagens sobre o Desenvolvimento Infantil e a Epigenética.

Foram encontrados no portal de Periódicos da CAPES, utilizando os descritores "Epigenética" e "Desenvolvimento Infantil" nas buscas realizadas para o

<sup>2</sup> Esse é um recorte das fichas de acompanhamento do desenvolvimento infantil disponibilizadas pelo Ministério da Saúde na Caderneta de Saúde da Criança.



período de 2020 a 2024, um total de cinco artigos publicados que abordam a temática em questão. Desses, dois são de 2020, um de 2021 e dois de 2023. Em uma análise inicial desses materiais, apenas três foram considerados elegíveis para os nossos objetivos (Tabela 1).

**Tabela 1 – Artigos Publicados sobre Epigenética e Desenvolvimento Infantil (2020-2024).**

Ano	Título do trabalho	Autores	Objetivo
2020	Alterações na epigenética do sistema ocitocinérgico em resposta ao cuidado materno negligente.	Marcelo da Silva Mendes; Virginia Meneghini Lazzari.	O objetivo deste estudo foi revisar o conceito de epigenética com foco no efeito a longo prazo do cuidado materno negligente e sua relação com alterações do sistema ocitocinérgico baseado em estudos com animais e humanos.
2020	Epigenética: Alterações hereditárias em decorrência aos medicamentos ansiolíticos e antidepressivos.	Hellen Lowyse Alves de Oliveira; Nathalia Karla da Silva Nobre; D.M. Magalhães-Padilha.	O objetivo desta revisão foi discorrer sobre a Epigenética e as alterações hereditárias na exposição ao estresse e transtornos de humor, e, principalmente, sobre o uso de medicamentos ansiolíticos e antidepressivos para tratar as enfermidades durante o período da gestação.
2023	O impacto do estresse na infância e doenças psiquiátricas na vida adulta: uma abordagem epigenética.	Letícia Lemos; Bianca Gonçalves Batista; Ivonilda de Araújo Mendonça Maia; Mariana Mendonça Maia Cavalcante; Laercio Pol Fachin.	Objetivo: Reunir informações sobre os efeitos epigenéticos deletérios do estresse na primeira infância, e seu impacto futuro na saúde mental do adulto.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Mendes e Lazzari (2020), em seu trabalho intitulado “Alterações na epigenética do sistema ocitocinérgico em resposta ao cuidado materno negligente”, destacam que há uma ligação entre o estresse pré-natal e perinatal com transtornos psiquiátricos e de desenvolvimento. Através dessa investigação, concluíram que o cuidado materno negligente é um fator de risco para o desenvolvimento de transtornos mentais, especialmente aqueles que envolvem sintomas de desordem social. As alterações em hormônios cerebrais, que atuam como mediadores das interações sociais, confiança e controle da ansiedade, parecem desempenhar um papel nesse contexto. Os transtornos



observados em filhos de mães negligentes parecem estar relacionados a mecanismos epigenéticos que inativam genes específicos do sistema hormonal no sistema nervoso central.

Brites (2020) afirma que quanto menos atenção uma criança recebe, maior é o risco de desenvolver dificuldades sociais. Além disso, crianças que crescem sem afeto e amor podem apresentar déficits no QI (coeficiente de inteligência), na linguagem e na atividade neuronal. A autora ainda enfatiza que é fundamental ressaltar a importância da atenção e dos cuidados dos adultos para o desenvolvimento saudável do cérebro. E se as crianças não tiverem o suporte necessário do ambiente para estimular as conexões neurais adequadas, muitas capacidades não serão plenamente desenvolvidas.

A participação do adulto exerce grande influência no desenvolvimento infantil, atuando como um fator ambiental crucial. Observa-se que essa participação está intimamente relacionada ao desenvolvimento emocional, cognitivo e social das crianças. Quando essa relação não ocorre de maneira satisfatória, ou sequer acontece, pode comprometer a evolução da criança, impedindo-a de adquirir ou refinar habilidades para as quais já teria uma predisposição natural.

Assim como o estudo anterior, que ressalta a importância do adulto no processo de desenvolvimento infantil, Oliveira, Nobre e Padilha (2022), no artigo intitulado “Epigenética: Alterações hereditárias em decorrência aos medicamentos ansiolíticos e antidepressivos”, promovem uma discussão sobre como o ambiente externo pode influenciar o desenvolvimento de bebês e crianças. Eles abordam o impacto do uso de medicamentos antes e durante a gestação, os efeitos dos hormônios do estresse e os possíveis traumas que podem gerar transtornos de humor em indivíduos vulneráveis. Os autores concluem que o impacto de psicopatologias e transtornos de humor materno, tanto durante a gestação quanto ao longo da vida, pode tornar os recém-nascidos psicologicamente vulneráveis. Isso, combinado com um temperamento difícil e o aumento da frequência de transtornos psiquiátricos entre gestantes, eleva o risco de transtornos comportamentais e de saúde mental em períodos futuros na vida das crianças.

Osório (2022) afirma, com base em evidências científicas, que durante a primeira infância, a fase de maior plasticidade neuronal, a qualidade dos cuidados parentais desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do cérebro. Esses cuidados podem gerar impactos positivos que perduram ao longo da vida, como maior



capacidade de aprendizado, melhor desempenho acadêmico e profissional, além de contribuir para o exercício da cidadania e uma melhor qualidade de vida. Brites (2020, p. 90) também destaca que “as emoções são o primeiro elo da criança com o meio.” A autora enfatiza que as emoções influenciam os comportamentos ao longo de toda a vida, refinando-se à medida que o indivíduo cresce. Brites (2020) alerta ainda que ambientes de estresse constante podem prejudicar o desenvolvimento cognitivo.

Durante a gestação e após o nascimento, a criança pode ser influenciada tanto pelo ambiente quanto pelas pessoas ao seu redor. Este artigo, em conjunto com a análise dos autores mencionados, possibilita a compreensão de como as emoções e os ambientes de estresse podem impactar o desenvolvimento infantil, afetando habilidades essenciais para a vida em sociedade. Em um ambiente mais favorável, onde a criança recebe atenção e cuidados adequados, é possível promover um desenvolvimento mais saudável e adequado para a vida social. Portanto, o ambiente desempenha um papel crucial no desenvolvimento humano, podendo contribuir para a manifestação de comportamentos considerados socialmente positivos ou negativos.

O último artigo analisado, intitulado “O impacto do estresse na infância e doenças psiquiátricas na vida adulta: uma abordagem epigenética”, destaca como o estresse tóxico na primeira infância pode influenciar o desenvolvimento neuropsiquiátrico na vida adulta por meio de alterações epigenéticas. O artigo revela que genes específicos, como o transportador de serotonina SLC6A4, são particularmente suscetíveis à hipermetilação quando a criança é exposta a altos níveis de estresse na primeira infância.

Essa hipermetilação pode resultar em uma série de condições psiquiátricas e cognitivas. A revisão sistemática realizada no estudo aponta para a necessidade de intervenções precoces que possam prevenir esses impactos negativos no desenvolvimento infantil. Como a autora Gaiato (2018, p.63) ressalta, é “fundamental, aqui, que as informações ambientais sejam ricas em qualidade, para que a aprendizagem se forme de maneira eficiente e se molde um cérebro funcional.” Essa citação destaca um aspecto central da epigenética: a maneira como as experiências durante o desenvolvimento, tanto fetal quanto infantil, podem influenciar quando e como os genes são expressos.

O CDC (Center For The Developing Child, 2021, p.1), afirmou que “quando experiências no decorrer do desenvolvimento reorganizam as marcas epigenéticas que





regem a expressão dos genes, elas podem alterar como os genes liberam as informações que transportam e se o fazem.” Em outras palavras, mesmo que a sequência genética permaneça a mesma, as informações contidas nos genes podem ser “ligadas ou desligadas” dependendo das experiências epigenéticas, que são moldadas por fatores externos, como o ambiente.

Quando experiências ao longo do desenvolvimento reorganizam as marcas epigenéticas que controlam a expressão dos genes, elas podem alterar como essas informações genéticas são liberadas, ou até mesmo se serão. Isso é especialmente importante no desenvolvimento infantil, pois o ambiente e as interações durante o período de gestação e nos primeiros anos de vida podem influenciar significativamente a maneira como os genes se expressam, impactando o crescimento e o comportamento da criança a longo prazo.

## 4 Considerações Finais

Esta pesquisa teve como objetivo investigar a interrelação entre epigenética e desenvolvimento infantil, com foco nas influências ambientais. Com base nos resultados obtidos a partir da análise de três artigos selecionados, que estavam de acordo com o objetivo do estudo e publicados nos últimos cinco anos (2020–2024) no portal de periódicos da CAPES, pode-se afirmar que o objetivo proposto foi plenamente alcançado.

Os principais resultados sobre a influência dos fatores ambientais no desenvolvimento infantil destacam-se nas áreas emocional e cognitiva. Esses aspectos podem ser negativamente impactados se, durante a gestação e a primeira infância, a criança for exposta a perturbações provenientes do ambiente ou dos adultos com quem convive, resultando em prejuízos que podem perdurar por toda a vida. Por outro lado, quando a influência ambiental é positiva, observa-se uma evolução favorável, promovendo melhor capacidade de aprendizado, desempenho acadêmico e profissional, além de contribuir para o exercício da cidadania e uma melhor qualidade de vida.

É possível afirmar que a literatura científica sobre epigenética e desenvolvimento infantil ainda é mínima, considerando a importância e a amplitude desses temas para a promoção de conhecimento relevante para a sociedade. Além disso, destaca-se a falta de estudos que explorem a influência do ambiente nos aspectos motores.



Nenhum dos trabalhos analisados abordou essa dimensão, evidenciando uma lacuna significativa na pesquisa.

Estes resultados trazem contribuições tanto teóricas quanto práticas. No âmbito teórico, discute-se a influência do ambiente no desenvolvimento infantil sob a perspectiva da epigenética, uma discussão que ainda é escassa, conforme evidenciado pelos poucos artigos encontrados. Quanto às contribuições práticas, este trabalho evidencia a falta de estudos sobre esse tema tão relevante, que aborda uma etapa crucial da vida. Essa constatação pode estimular pesquisadores e estudiosos a buscarem mais dados e a contribuir para a expansão da literatura científica nessa área.

Diante disso, em relação às futuras investigações, recomenda-se uma exploração mais aprofundada dessas temáticas, incluindo uma abordagem mais prática, estudando sujeitos em ambientes diversos e como esses ambientes os influenciam em relação aos marcos do desenvolvimento infantil. É essencial que essas investigações considerem todos os aspectos do desenvolvimento: cognição, emoção, motor e social. Dessa forma, será possível compreender melhor como o ambiente pode influenciar o desenvolvimento infantil sob a perspectiva da epigenética.

## Referências

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5** (5a ed.; M. I. C. Nascimento, Trad.). Porto Alegre: Artmed, 2023.

BAI, D. et al. Association of genetic and environmental factors with autism in a 5-countrohort. **JAMA psychiatry**, v. 76, n. 10, p. 1035-1043, 2019. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamapsychiatry/article-abstract/2737582>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BARBOSA, Maria Clara de Magalhães; BARBOSA, Arnaldo Prata; CUNHA, Antonio José Ledo Alves da. Estresse tóxico, epigenética e desenvolvimento infantil. **Jornal de Pediatria** 2022; 98(S1):S13—S18). Disponível em: <https://jped.com.br>. Acesso em 06 de agosto de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. **Caderneta da Criança - Passaporte da Cidadania**. 7. ed. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-crianca/caderneta>. Acesso em: 13 ago. 2024.



BRITES, Luciana. **Brincar é fundamental**: como entender o neurodesenvolvimento e regatar a importância do brincar durante a primeira infância. São Paulo: Gente, 2020.

BRITES, Luciana; BRITES, Clay. **Mentes únicas**. São Paulo: Editora Gente, 2019.

BRITES, Luciana; BRITES, Clay. O potencial da neurociência para a atuação na infância: novas perspectivas para a educação. In: BRITES, Clay; BRITES, Luciana; ALMEIDA, Roselaine P. de. **Neurociências e aprendizagem**: alicerçando caminhos para a educação de resultados. Londrina: Neurosaber, 2022. p. 15 – 30.

CENTER FOR THE DEVELOPING CHILD (CDC). **O que é Epigenética?** (cartilha). 2021. Disponível em: <https://developingchild.harvard.edu/translation/o-que-e-epigenetica/>. Acesso em: 15 ago. 2021.

COSTA, Raquel Lima Silva. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, p. e280010, 2023.

GAIATO, Mayra. **Cérebro singular**: como estimular crianças no espectro autista ou com atrasos no desenvolvimento. São Paulo, SP: Versos Editora, 2022.

GAIATO, Mayra. **S.O.S. autismo**: guia completo para entender o Transtorno do Espectro Autista. São Paulo, SP: Versos, 2018.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. São Paulo: Cortez, 2008.

LEMOS, L.; BATISTA, B. G.; MAIA, I. de A. M.; CAVALCANTE, M. M. M.; FACHIN, L. P. O impacto do estresse na infância e doenças psiquiátricas na vida adulta: uma abordagem epigenética. **Brazilian Journal of Health Review**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 4, p. 17800 – 17806, 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/62257>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MACHADO, Alessandra; ELIAS, Mariana Fenta. **Cérebro e Afetividade: potencializando uma aprendizagem significativa**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2021.

MENDES, M. da S; LAZZARI, V. M. Alterações na epigenética do sistema ocitocinérgico em resposta ao cuidado materno negligente. **Clinical and Biomedical Research**, Porto Alegre, v. 39, n. 4, p. 333 – 340, 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/94207>. Acesso em: 15 ago. 2024.

NORO, Grazielle; GON, Márcia Cristina Caserta. Epigenética, Cuidados Maternais e Vulnerabilidade ao Estresse: Conceitos Básicos e Aplicabilidade. **Psychology/Psicologia: Reflexão e Crítica**, 28(4), p. 829 - 839. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/QMHPWX7qr5sMh46H9Q97LkF/>. Acesso em 06 de agosto de 2024.



OLIVEIRA, H. L. A. de .; NOBRE, N. K. da S. .; PADILHA, D. de M. M. Epigenética: Alterações hereditárias em decorrência aos medicamentos ansiolíticos e antidepressivos. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 17, p. 1 – 13, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/38961>. Acesso em: 15 ago. 2024.

OSÓRIO, Ana Alexandra Caldas. Neurociência do Desenvolvimento Socioemocional na Primeira Infância: a importância do toque na promoção do desenvolvimento saudável. In: BRITES, Clay; BRITES, Luciana; ALMEIDA, Roselaine P. de. **Neurociências e aprendizagem: alicerçando caminhos para a educação de resultados**. Londrina: Neurossaber, 2022. p. 65 – 82.

SILVERMAN, David. **Interpretação de dados qualitativos: métodos para análise de entrevistas, textos e interações**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

THOMPSON, Rita. Desenvolvimento psicomotor e aprendizagem. In: FERREIRA, Carlos Alberto de Mattos (org.). **Psicomotricidade da educação infantil à gerontologia: teoria e prática**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2020. p. 83 – 97.