



OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS PELO ENSINO PODEM SER TRANSMITIDOS PELA HERANÇA EPIGENÉTICA?

CAN KNOWLEDGE ACQUIRED THROUGH TEACHING BE TRANSMITTED THROUGH EPIGENETIC INHERITANCE?

¿PUEDEN TRANSMITIRSE POR HERENCIA EPIGENÉTICA LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS MEDIANTE LA EDUCACIÓN?

Gabrielle Nóbrega Alves^{1*} ; Wesley Kauã da Silva Lima² ; Marcos Antonio Nobrega de Sousa³ 

¹Graduanda em Ciências Biológicas (UFCG). Patos, PB, Brasil; ² Graduando em Ciências Biológicas (UFCG). Patos, PB, Brasil; ³Professor Doutor em Genética (USP). Professor Associado, Orientador, (UFCG), Patos, PB, Brasil.

*Autor correspondente: gabrielle.nobrega@estudante.ufcg.edu.br

Recebido: 20/07/2024 | Aprovado: 27/11/2024 | Publicado: 30/11/2024

Resumo: Este artigo analisa e discute a possibilidade em se transmitir os conhecimentos adquiridos no ensino por meio da herança epigenética para a descendência, com os objetivos de expor o que a literatura apresenta quanto aos mecanismos epigenéticos e o que há disponível na literatura científica sobre a origem do conhecimento humano e desenvolvimento da aprendizagem. Desse modo, foi realizada uma revisão bibliográfica de artigos publicados entre os anos de 2002 e 2024, com o auxílio do buscador do Portal de Periódicos da CAPES. Foram utilizados como descritores de assuntos os termos “Epigenetics”, “Knowledge”, “Transmission” e “Heredity”. Os descritores ainda foram testados em português e espanhol, mas não foram obtidos resultados no Portal. Como critério de inclusão foram utilizados os artigos científicos publicados no período de 2002 a 2024, que tivessem relação com o tema, e como critério de exclusão os dados de outro material que não seja artigo científico e que não tivesse acesso completo ao texto gratuitamente. Foram obtidos 45 resultados, e após a filtragem restaram apenas seis artigos. Como resultado, destaca-se a relação entre as teorias da origem do conhecimento e a epigenética, já que esta é capaz de influenciar a expressão dos genes relacionados ao desenvolvimento cognitivo, sugerindo que fatores genéticos e ambientais desempenham um papel crucial na formação da mente e da personalidade. Entretanto, é difícil mensurar o impacto da epigenética na transmissão dos conhecimentos adquiridos, suscitando a necessidade de novas pesquisas para entender melhor os seus mecanismos e implicações na aprendizagem humana.

Palavras-chave: Aprendizagem. Conhecimento. Descendência. Hereditariedade.

Abstract: This article analyzes and discusses the possibility of passing on the knowledge acquired in teaching through epigenetic inheritance to offspring, with the aim of presenting what the literature has to say about epigenetic mechanisms and what is available in the scientific literature about the origin of human knowledge and the development of learning. A bibliographic review of articles published between 2002 and 2024 was carried out using the CAPES Journal Portal search engine. The terms “Epigenetics”, “Knowledge”, “Transmission” and “Heredity” were used as subject descriptors. The descriptors were also tested in Portuguese and Spanish, but no results were obtained from the Portal. The inclusion criteria were scientific articles published between 2002 and 2024 which were related to the topic, and the exclusion criteria were data from material other than scientific articles which did not have full access to the text free of charge. A total of 45 results were obtained, and after filtering, only six articles remained. As a result, the relationship between theories of the origin of knowledge and epigenetics stands out, since epigenetics is capable of influencing the expression of genes related to cognitive development, suggesting that genetic and environmental factors play a crucial role in shaping the mind and personality. However, it is difficult to measure the impact of epigenetics on the transmission of knowledge acquired, raising the need for further research to better understand its mechanisms and implications for human learn.

Keywords: Learning. Knowledge. Descent. Heredity.

Resumen: Este artículo analiza y discute la posibilidad de transmitir los conocimientos adquiridos en la enseñanza a través de la herencia epigenética a la descendencia, con el objetivo de explicar lo que la literatura tiene que decir acerca de los mecanismos epigenéticos y lo que está disponible en la literatura científica sobre el origen del conocimiento humano y el desarrollo del aprendizaje. Se realizó una revisión bibliográfica de los artículos publicados entre 2002 y 2024 utilizando

el motor de búsqueda CAPES Journal Portal. Como descriptores temáticos se utilizaron los términos «Epigenética», «Conocimiento», «Transmisión» y «Herencia». Los descriptores también se probaron en portugués y español, pero no se obtuvieron resultados en el Portal. Los criterios de inclusión fueron artículos científicos publicados entre 2002 y 2024 que estuvieran relacionados con el tema, y los criterios de exclusión fueron datos de material distinto a artículos científicos que no tuvieran acceso completo y gratuito al texto. Se obtuvo un total de 45 resultados y, tras el filtrado, sólo quedaron seis artículos. Como resultado, destaca la relación entre las teorías del origen del conocimiento y la epigenética, ya que ésta es capaz de influir en la expresión de los genes relacionados con el desarrollo cognitivo, lo que sugiere que los factores genéticos y ambientales desempeñan un papel crucial en la conformación de la mente y la personalidad. Sin embargo, es difícil medir el impacto de la epigenética en la transmisión del conocimiento adquirido, esto ha llevado a la necesidad de seguir investigando para comprender mejor sus mecanismos e implicaciones para el aprendizaje humano.

Palabras-clave: Aprendizaje. Conocimiento. Descendencia. Herencia.

1 INTRODUÇÃO

A hipótese da herança dos caracteres adquiridos, descrita por Jean-Baptiste Lamarck, foi fortemente desqualificada com a validação da teoria da seleção natural, proposta por Darwin. Apenas com os avanços dos estudos epigenéticos na atualidade, as proposições de Lamarck sobre a hereditariedade voltaram a ser pautadas e levadas em consideração, haja vista a complexidade dos conhecimentos acerca da genética que se tem atualmente (Arcanjo & Silva, 2015).

A epigenética é um ramo da biologia que tem revolucionado a compreensão da hereditariedade e das expressões dos genes. O termo epigenética foi usado pela primeira vez por Conrad Waddington, em 1942, que o descreveu como o “ramo da biologia que estuda as interações complexas entre genes e seus produtos que trazem o fenótipo ao ser” (Rivas, Teixeira & Krepischi, 2019). De modo geral, a epigenética estuda as modificações na expressão do gene, de herança mitótica ou meiótica, que não causam mudança na sequência de nucleotídeos do DNA e, por isso, podem sofrer reversibilidade (Costa & Pacheco, 2013).

Estas alterações epigenéticas estão presentes em todos os seres vivos que possuem DNA, tanto em indivíduos procariotos como eucariotos. Os estudos demonstram que essas modificações são causadas por marcas epigenéticas, ou seja, modificações bioquímicas nos nucleotídeos do DNA ou de outros elementos que formam a cromatina (Robles, Ramírez & Velásquez, 2012).

As principais marcas epigenéticas conhecidas são as modificações nas proteínas histonas e alterações nos nucleotídeos; em que, dessa forma, ocorre a regulação do acesso à sequência dos genes para sua transcrição, viabilizando ou não o processo. O epigenoma, então, é definido como o conjunto de marcas epigenéticas que uma célula apresenta (Rivas, Teixeira & Krepischi, 2019).

O epigenoma, ao indicar os meios de acesso ao DNA, torna possível que, após a fertilização dos gametas, o zigoto com um único genoma origine os diversos tipos celulares do corpo humano, através do mecanismo conhecido por diferenciação celular. As marcas epigenéticas também podem ocorrer através da interação do genoma de um organismo com o meio ambiente interno e externo ao longo de sua vida, o que provoca o surgimento de múltiplos epigenomas (Costa & Pacheco, 2013).

Nesse sentido, em virtude dessa diversidade genética causada a partir das várias interações com o meio e fatores genéticos, o epigenoma é extremamente dinâmico ao longo da vida de um indivíduo, o que contrasta com a estabilidade do genoma. Em geral, na fase de produção gamética, esses marcadores podem ser apagados e

reprogramados; entretanto, na formação do zigoto, estes podem conservar-se, o que explica a sua herança em conjunto com o DNA ao longo das gerações (Paiva *et al.*, 2019).

Inúmeros mecanismos biológicos passaram a ter uma melhor explicação após a pesquisa sobre os recursos epigenéticos e suas possíveis causas. Algumas doenças ou transtornos, a exemplo de doenças neurodegenerativas, autoimunes, cardiovasculares, psicomotoras e até mesmo carcinomas, estão associadas as alterações epigenéticas, sejam elas adquiridas em contato com ambiente ou por herança transgeracional (Cunha, 2019).

Em uma análise sobre os fatores ambientais e sua influência, os estudos sugerem que a exposição a certos estímulos, como a dietas desequilibradas, substâncias químicas ou estresse durante a gravidez, pode levar a alterações genômicas que possivelmente afetam a saúde e o desenvolvimento não apenas da descendência imediata, mas também de gerações futuras, através de mecanismos epigenéticos (Bezerra, 2017).

Existe uma rica quantidade de estudos relacionados a essa temática, no entanto, existem incertezas quanto à possibilidade de os conhecimentos adquiridos pelo ensino serem transmitidos por herança epigenética aos descendentes e, desse modo, o seguinte trabalho visa expor o que a literatura apresenta quanto aos conceitos e mecanismos da epigenética, bem como o que há disponível sobre a origem do conhecimento humano e o desenvolvimento da aprendizagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Esta é uma pesquisa exploratória qualitativa, que utiliza dos mecanismos da revisão sistemática da literatura para responder os objetivos desejados.

2.2 Metodologia da pesquisa

Foi realizada uma revisão bibliográfica de artigos publicados entre os anos de 2002 e 2024, com o auxílio do buscador do Portal de Periódicos da CAPES, para acesso as seguintes bases de dados: Google Acadêmico, SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde. Foram utilizados como descritores de assuntos os termos “Epigenetics”, “Knowledge”, “Transmission” e “Heredity”. Os descritores ainda foram testados em português e espanhol. Como critério de inclusão foram utilizados os artigos científicos publicados no período de 2002 a 2024, que tivessem relação com o tema, e como critério de exclusão os dados de outro material que não seja artigo científico e que não tivesse acesso completo ao texto gratuitamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os termos pesquisados em inglês direcionaram a uma página com 45 resultados. Enquanto que os descritores em português e espanhol não obtiveram resultados no Portal. Após a utilização dos critérios de inclusão e exclusão, foi realizada a filtragem e restaram apenas seis artigos sobre o tema.

3.1 Epigenética: mecanismos e hereditariedade

Para entender como a epigenética atua nas expressões do gene é necessário compreender os mecanismos principais que a contemplam, como a metilação do DNA e as modificações que ocorrem nas histonas. Os padrões de metilação do DNA são os mais estudados e compreendidos, seja em organismos procariotos ou eucariotos (Leite & Costa, 2017).

Nos eucariotos, a metilação do DNA ocorre especialmente nas bases do tipo citosina, em que é adicionado um radical metil no carbono 5 dessa base nitrogenada, através da enzima DNA-metiltransferase (DNMT). As citosinas metiladas frequentemente estão unidas a um nucleotídeo de guanina e os membros da família de enzimas DNMT, geralmente, atuam de duas formas: inserindo radicais metil na sequência de DNA em que antes não existia metilação (metilação de novo), assim como podem copiar a metilação da fita de DNA molde para uma nova fita complementar no processo de replicação (metilação de manutenção), viabilizando a propagação do padrão de metilação durante as divisões celulares. A metilação de DNA é uma marca epigenética que pode ser removida por meio de enzimas, como também pode ser dissipada pelo bloqueio da enzima DNMT de manutenção (Rivas, Teixeira & Krepischi, 2019).

Nos mamíferos, a metilação pode estar acumulada em locais do genoma em que há uma maior densidade das bases guanina e citosina, as chamadas ilhas CpGs, ou em CpGs isolados que estão disseminados por todo o genoma (Rivas, Teixeira & Krepischi, 2019). A expressão gênica é regulada através da supressão da ligação dos fatores de transcrição em locais específicos do DNA. O processo de transcrição precisa do contato com a citosina para que aconteça a ligação com a dupla fita do DNA, entretanto, esta ligação é prejudicada pela metilação das ilhas CpGs. Estas regiões de grande metilação tendem a ser menos ativas para a ocorrência da transcrição, o que pode causar efeitos sobre os fenótipos dos animais (Paiva *et al.*, 2019).

Já a ausência de metilação do DNA confere à cromatina uma estrutura mais aberta que favorece o começo da transcrição. As fases metiladas ou não metiladas das ilhas CpGs são transmitidas do DNA parental para o DNA da progênie e atuam como uma memória celular. As ilhas CpGs fora dos locais promotores são mais propensas à metilação e promove, com regularidade, o silenciamento da transcrição (Costa & Pacheco, 2013).

O DNA do genoma humano está organizado em 24 diferentes cromossomos, sendo 22 autossômicos acrescidos dos cromossomos sexuais X e Y, em que cada um possui uma única e longa molécula de DNA que está organizada em grupos com as proteínas histonas, em estruturas chamadas nucleossomos. Cada nucleossomo é composto por um grupo de oito proteínas, incluindo duas cópias de cada tipo de proteína histona, que estão conectadas a uma sequência de pares de bases do DNA. Esta sequência de DNA é enrolada ao redor do conjunto de proteínas e a organização do DNA em nucleossomos contribui para a formação da cromatina (Rivas, Teixeira & Krepischi, 2019).

As proteínas histonas têm uma extremidade exposta nos nucleossomos formada por aminoácidos. Essas extremidades contêm entre 20 e 35 aminoácidos e são sujeitas a alterações bioquímicas que impactam a transcrição dos genes presentes. As mudanças que ocorrem nas histonas podem afrouxar ou comprimir a ligação entre histonas e DNA, o que favorece ou dificulta o acesso ao material genético para que ocorra a transcrição. A metilação, acetilação e fosforilação de histonas são exemplos de marcadores que ativam ou silenciam a expressão

dos genes (Costa & Pacheco, 2013).

Há evidências substanciais sugerindo que as modificações nas histonas são transmitidas de uma geração de células para outra durante as divisões celulares. Contudo, essa herança é um processo bastante complexo, especialmente devido à replicação independente das moléculas de histonas (Robles, Ramírez & Velásquez, 2012).

A herança epigenética transgeracional se refere a alterações que ocorrem de forma ocasional na atividade do gene em células germinativas, de forma que são transferidas para as gerações subsequentes. Assim, isso pode ocorrer entre gerações de organismos que se reproduzem tanto de forma assexuada como sexuada, impactando de modo direto na estrutura genética das populações (Cunha, 2019).

Na literatura, tem sido amplamente debatida a possibilidade da existência de componentes epigenéticos herdáveis e, geralmente, dois tipos de herança epigenética são citados. A primeira fala sobre as marcas epigenéticas herdadas em linhagem de células somáticas que podem ser preservadas durante a mitose. A segunda refere-se a herança epigenética transgeracional, em que as marcas são transmitidas através da linhagem de células germinativas, quando ao controlar os padrões de expressão de genes, acabam sendo passados de uma geração para a próxima (Franco, 2017).

Os mecanismos subjacentes que estão relacionados a herança epigenética germinativa incluem metilação do DNA, modificações pós-traducionais das histonas e, possivelmente, outros processos ainda não compreendidos. As modificações nessas marcas epigenéticas podem estar associadas ou não a mutações genéticas e, além disso, existe a hipótese de outros fatores como proteínas maternas em oócitos, proteínas priônicas ou microbiotas talvez possam também influenciar a herança epigenética germinativa. No entanto, essas hipóteses ainda permanecem sob investigação (Paiva *et al.*, 2019).

A quase totalidade das marcas epigenéticas em mamíferos são removidas durante a meiose e, desta forma não são passadas à descendência. Entretanto, alguns marcadores podem permanecer, não sofrendo o processo de apagamento. Desse modo, após a fertilização e durante os primeiros estágios do desenvolvimento do embrião, existe uma segunda etapa para a remoção dessas marcas, uma onda de desmetilação que ocorre por todo o genoma seguida de uma forte onda de metilação, especialmente em células somáticas a medida em que se desenvolvem, o que constitui a reprogramação genética das células do embrião (Ferreira & Franco, 2012).

Atualmente, acredita-se que a importância da reprogramação está na retirada de alterações epigenéticas obtidas pelo indivíduo, como consequência da interação com o meio ambiente. Nos mamíferos, ainda não existe uma noção do motivo pelos quais algumas marcas são mantidas e transmitidas entre gerações; sabe-se apenas que esses marcadores podem ser fundamentais para o surgimento de certas características, sejam elas benéficas ou prejudiciais ao organismo (Rivas, Teixeira & Krepischi, 2019).

3.2 O impacto da herança epigenética no organismo

Os estudos sugerem, cada vez mais, que o surgimento de certas condições está fortemente associado às alterações epigenéticas, correlacionando-as a questões humanas que afetam, por exemplo, diferentes tecidos corporais, como em doenças neurodegenerativas, autoimunes, cardiovasculares, carcinomas, dentre tantas outras (Leite & Costa, 2017).

Na observação de alguns casos foram constatados problemas cognitivos relacionados a mudanças no perfil epigenético em doenças neurológicas e em síndromes como de Rubinstein-Taybi, Rett, X-frágil, bem como no Alzheimer, doença de Huntington, Transtorno do Espectro Autista, esquizofrenia, entre outras. Ademais, esse estado foi encontrado em outras condições neurológicas, como esclerose múltipla, epilepsia, Parkinson e depressão (Oliveira, 2012).

Particularmente, no que diz respeito à esquizofrenia, alguns pesquisadores têm considerado a epigenética como uma abordagem promissora. Estudos sobre a interação entre genes e ambiente têm mostrado resultados encorajadores, enquanto outros estudos mais específicos sugerem que diferenças nos marcadores epigenéticos podem ser úteis para entender melhor a esquizofrenia. Com base nessas considerações anteriores, sugere-se que certos genes possam predispor ao desenvolvimento da doença, mas sua expressão pode depender da interação entre a composição genética de um indivíduo e sua exposição ao ambiente, ambos influenciando um ao outro conjuntamente (Junior, Neris & Oliveira, 2018).

A partir desse conceito, surge a perspectiva de integração entre a psicologia e a epigenética, o que implica uma aproximação entre aspectos biológicos e sociais. Essa integração abre espaço para uma variedade de abordagens terapêuticas que não se limitam apenas a medicamentos, mas também levam em conta mudanças nos padrões de comportamento e hábitos do indivíduo, considerando suas necessidades tanto físicas quanto sociais (Junior, Neris & Oliveira, 2018).

As modificações epigenéticas também têm sido associadas a doenças autoimunes, a exemplo da hipometilação encontrada em patologias como lúpus eritematoso, artrite reumatóide, escleroderma e doenças de pele inflamatórias (Oliveira, 2012). A relevância da epigenética no surgimento de doenças cardiovasculares também se intensifica pelo aumento do número de relatos que descrevem fatores de risco para essas doenças, seja a alimentação, tabagismo, poluição ou estresse e podem contribuir para o surgimento de marcadores (Teixeira *et al.*, 2021).

Na atualidade, é notável o crescente número de trabalhos que comprovam, em diversos tipos de tumor, erros tanto nos processos de metilação de DNA quanto em modificações de histona. Descrito com uma doença genética e epigenética, o câncer tem despertado o interesse para identificação e compreensão das alterações epigenéticas em todos os tipos de tumor, a exemplo do câncer de colón, endométrio, hepáticos, do sistema nervoso, de mama, esôfago, bexiga, da pele, leucemias, dentre outros (Leite & Costa, 2017).

Mudanças no caráter da metilação do DNA tem ocorrido em todo o processo de formação do câncer e a metilação de células neoplásicas é, em sua maioria, por hipometilação global. Esse tipo de metilação está relacionada ao aumento de instabilidade genética muito comumente presente no câncer. Apesar de um menor conhecimento, as modificações de histona também já apareceram na gênese de tumores, informação importante tanto para os estudos comparativos clínicos da doença, como para a definição de prognósticos e incidência (Oliveira, 2012).

No campo dos processos mentais, em um estudo sobre marcas epigenéticas do trauma em cérebros de vítimas suicidas, divididas em dois grupos - um com histórico precoce de abuso -, observou-se níveis mais altos de metilação do DNA na região reguladora do receptor de glicocorticoides no grupo que sofreu abusos. Isso

sugere que são as experiências traumáticas vividas precocemente, e não o ato do suicídio em si, que explicam a alteração na metilação de DNA em regiões críticas do genoma cerebral. Esses resultados corroboram estudos anteriores e são considerados evidências biológicas de como experiências traumáticas deixam uma "memória" no organismo (Saramago *et al.*, 2020).

Ainda segundo Saramago *et al.* (2020), a maneira como o ser humano lida com situações traumáticas aparecem, de algum modo, expresso geneticamente. Dessa forma, todos os estudos recentes reforçam a ideia de continuidade entre a mente e o corpo e a abordagem dessa questão é feita de uma maneira multidimensional, destacando a transmissão biológica de experiências traumáticas para as gerações subsequentes.

É observável a nível biológico, que eventos vivenciados precocemente na vida têm o potencial de modificar o estado epigenético de regiões importantes do genoma. Essas alterações na expressão gênica podem contribuir para as diferenças individuais na predisposição à problemas psicológicos. Dito isso, é ressaltada a importância das fases plásticas de desenvolvimento, como a primeira infância, onde os estímulos ambientais deixam marcas epigenéticas duradouras que influenciam a suscetibilidade às questões neurológicas no organismo (Freitas-Silva & Ortega, 2014).

Por vezes, a transmissão transgeracional não se limita apenas à família, mas também envolve traumas vivenciados por comunidades inteiras, resultantes de desastres humanitários, violência política, social ou cultural, guerras ou epidemias. Assim, esses eventos desempenham um papel crucial na repercussão psicológica para a geração que sobrevive e na transmissão às próximas gerações; em que a criança pode ser herdeira do trauma, mesmo antes de nascer (Saramago *et al.*, 2020).

Ainda no ambiente psíquico, a predisposição genética exerce uma influência significativa no desenvolvimento do cérebro, afetando sua estrutura e o funcionamento das conexões entre os neurônios por meio da capacidade de se adaptar, conhecida como neuroplasticidade. Um cérebro com uma maior demanda por conexões neurais busca ativamente por mais estímulos e experimenta um desenvolvimento mais acentuado. Assim, é o próprio cérebro e suas exigências que modelam a inteligência e a personalidade de um indivíduo (Rodrigues, 2022).

Dessa maneira, de acordo com Rodrigues (2022), a epigenética desempenha um papel crucial na compreensão da inteligência e, enquanto a genética estabelece os alicerces do desenvolvimento cognitivo, a epigenética intervém ao regular como esses genes são expressos. Mecanismos epigenéticos, como a metilação do DNA e as alterações nas histonas, podem controlar a atividade dos genes ligados à inteligência. Além disso, as indicações dos fatores ambientais, como dieta, estresse e vivências, têm o potencial de influenciar esses padrões epigenéticos, impactando assim o funcionamento cerebral e a cognição.

É amplamente reconhecido que a inteligência é muito mais complexa do que simplesmente ser mensurada por um único índice, como o QI, pois engloba uma variedade de habilidades mentais, como percepção, memória, raciocínio lógico e capacidade de resolver problemas (Rodrigues, 2022).

No mais, além da genética, as influências do ambiente, como a qualidade da educação recebida, a exposição a estímulos intelectuais e as vivências pessoais, também exercem um papel essencial no aprimoramento das habilidades cognitivas. A epigenética, por sua vez, investiga as alterações químicas no DNA

que afetam a atividade dos genes ao longo do tempo, fornecendo uma visão dinâmica de como os fatores genéticos e ambientais se combinam para influenciar a inteligência humana (Cunha, 2019).

3.3 A origem do conhecimento e o processo de aprendizagem

No campo do conhecimento e aprendizagem, existem inúmeras linhas de pensamento sobre a noção de como os indivíduos adquirem conhecimento. No Behaviorismo descrito por teóricos como Watson e Skinner, tem-se a ênfase na influência do ambiente externo e do comportamento observável; enquanto o Cognitivismo tratado, sobretudo, pelos teóricos Piaget e Vygotsky, focaliza a compreensão dos processos mentais subjacentes à aprendizagem. Já o Construtivismo, baseado nas ideias de Piaget, destaca o papel ativo do aprendiz na construção do conhecimento, dentre tantas outras teorias descritas (Coelho & Dutra, 2018).

Diante do exposto, é preciso definir melhor o conceito de inteligência, que se refere, em geral, a habilidade de processar informações, compreender conceitos, resolver problemas e adaptar-se a novas situações, enquanto a cognição está relacionada a processos mais específicos do pensamento, como percepção, atenção, memória, linguagem, raciocínio e envolve a aquisição, armazenamento, recuperação e uso de informações (Primi, 2002).

A inteligência pode ser melhor compreendida ao considerar os diferentes tipos, áreas e atividades cerebrais, assim como sua relação com a personalidade. Por exemplo, podemos examinar o tamanho do hipocampo em relação à formação de memórias, o papel do neocórtex na memória de longo prazo, a eficiência das sinapses e das conexões cerebrais, a capacidade de memória de trabalho, o desempenho de multitarefas, habilidades de lógica matemática, além de fatores como a saúde das células neuronais e a neurogênese. Esses são alguns dos aspectos relevantes a serem considerados (Rodrigues, 2022).

Também é fundamental entender que, segundo Rodrigues (2022), o ambiente em que uma pessoa está inserida tem um impacto relevante no desenvolvimento da sua inteligência. Por exemplo, o tempo dedicado aos estudos e a exposição a estímulos educacionais podem contribuir de forma positiva para o desenvolvimento da inteligência. Portanto, para uma compreensão completa dessa temática é necessário considerar tanto os fatores genéticos quanto os ambientais.

Na discussão sobre a origem do conhecimento e em como o ser humano aprende, o conceito de inatismo é explorado por grandes pensadores como René Descartes, John Locke e Gottfried Wilhelm Leibniz. Descartes, em particular, defende o inatismo como uma fonte legítima de conhecimento e argumenta que a alma já possui certos atributos inatos, como noções matemáticas e a ideia de Deus, que não precisam de influências externas para serem formadas. No entanto, com base em Pereira (2004), ele não vê o inato como um conhecimento completo e pronto, como Platão descreve o mundo das Ideias, mas sim como uma capacidade ou predisposição para o conhecimento.

Ao contrário do pensamento de Descartes; John Locke, autor do “Ensaio sobre o Entendimento Humano”, rejeita a ideia de conhecimento inato e defende o empírico, acreditando que, ao nascer, nossa mente é como uma folha em branco, pronta para ser preenchida apenas com o que aprendemos através das experiências sensoriais e interações com o ambiente, que são a fonte do conhecimento (Pereira, 2004).

Gottfried Wilhelm Leibniz entra na discussão em oposição direta a Locke, em sua obra “Novos Ensaios sobre o Entendimento Humano”. O pensador, então, se alinha mais à teoria de Descartes e critica fortemente as ideias de Locke, introduzindo o conceito de "inatismo moderado". Leibniz argumenta que possuímos uma inclinação inata para o conhecimento, mas precisamos dos nossos sentidos para desenvolvê-lo plenamente (Pereira, 2004).

Dentre as abordagens sistemáticas mais contemporâneas que surgiram para explicar o comportamento humano e, por conseguinte, tratar da origem do conhecimento e os processos pertinentes à aprendizagem, o Behaviorismo versa sobre a complexidade das ações humanas, dentro do contexto do debate entre o inato e o aprendido. O behaviorismo inicial, representado por John Broadus Watson, criticou o uso frequente do conceito de "instinto" e foi muito associado à ideia de uma “mente em branco”, defendendo que o ambiente molda completamente o comportamento. Essa crítica muitas vezes é estendida ao behaviorismo em geral, incluindo o de Burrhus Frederic Skinner, considerado o principal expoente do behaviorismo do século XX (Sousa, Neto & Menezes, 2023).

Ainda na perspectiva de Sousa, Neto & Menezes (2023), quanto à discussão do “inato versus aprendido”, Skinner destaca sua posição ao dar ênfase à análise das variáveis que podem ser controladas para compreender as funções dos comportamentos. O teórico não nega a existência de comportamentos inatos, como certos reflexos característicos de cada táxon, mas ressalta a importância de uma abordagem científica na investigação do comportamento dos organismos. Isso envolve conduzir estudos em ambientes controlados, onde variáveis podem ser manipuladas para prever e controlar comportamentos, e para elucidar as condições que favorecem a aprendizagem de novos repertórios.

A perspectiva de Skinner sobre comportamentos inatos e aprendidos envolve a diversidade e a escolha dos comportamentos, os classificando em três níveis distintos: filogenético (padrões de comportamento moldados ao longo da evolução de uma espécie), ontogenético (comportamentos influenciados pela história de vida de um organismo) e cultural (práticas adotadas e transmitidas por grupos sociais ao longo de gerações) (Sousa, Neto & Menezes, 2023).

Na visão de Skinner sobre o processo de aprendizagem, ele sugere que um indivíduo aprende ao causar mudanças no ambiente. Isso implica que ele adquiriu algo novo que o torna mais adaptável, resultando na manifestação de um comportamento diferente (Tabile & Jacometo, 2017). Já de acordo com Watson, este rejeita qualquer predisposição inata, defendendo que os seres humanos herdariam apenas as estruturas físicas e suas funções corporais. Não há transmissão de caracteres mentais como inteligência, habilidades, instintos, talentos ou aptidões e os diferentes comportamentos seriam elucidados apenas pela influência do meio ambiente (Kaulfuss, 2015).

Ao imaginar o comportamento humano e, por conseguinte, a forma como o homem conhece os objetos que o cerca sob uma perspectiva construtivista, de acordo com Piaget, o conhecimento não é algo inato ao homem desde o seu nascimento nem é meramente uma coleção de percepções e informações absorvidas passivamente. Desde a infância, o conhecimento é construído através das interações do sujeito com os objetos que ele busca compreender, sejam eles físicos ou culturais (Junior, Neris & Oliveira, 2018).

Piaget, um dos maiores nomes da psicologia do desenvolvimento, descreveu uma teoria denominada Psicogenética ou Epistemologia Genética, para detalhar o desenvolvimento da inteligência humana. Segundo esta teoria, a inteligência de uma pessoa se desenvolve em interação constante com o ambiente, embora também seja influenciada por fatores biológicos. Para Piaget, o conhecimento não surge de um sujeito consciente de si mesmo ou de objetos externos que são percebidos claramente, mas sim de interações que ocorrem entre o sujeito e o objeto, e que dependem de ambos ao mesmo tempo, através de trocas entre diferentes formas de entendimento (Abreu *et al.*, 2010).

Ao tratar sobre o desenvolvimento cognitivo da criança, Piaget aborda o conceito de assimilação, descrevendo como as crianças interpretam e incorporam novas informações em suas estruturas cognitivas existentes; assim como a acomodação, que é o processo pelo qual as crianças modificam suas estruturas cognitivas para se ajustarem a novas informações ou experiências que não se encaixam facilmente em seus esquemas existentes. Assim, ao longo do desenvolvimento cognitivo, as crianças alternam entre esses dois processos, utilizando-os para construir um entendimento cada vez mais sofisticado do mundo ao seu redor (Chateaubriand, Silveira & Costa, 2017).

Assim, ainda na visão de Chateaubriand, Silveira & Costa (2017), as pessoas são reconhecidas como construtoras do seu próprio conhecimento. Elas utilizam suas experiências passadas e interagem com o ambiente para resolver novas situações, formulando ideias e tentativas de solução. Durante esse processo, novas estruturas mentais surgem conforme buscam equilíbrio e adaptação às demandas do ambiente.

Lev Vygotsky também foi um teórico importante que contribuiu para a teoria construtivista e uma de suas ideias fundamentais foi considerar o sujeito como intrinsecamente ligado ao ambiente social e vê o conhecimento como resultado de interações sociais. Para os estudiosos que adotaram a abordagem construtivista, isso suscitou a ideia que a aprendizagem não fosse vista como uma atividade isolada, mas sim como um processo social (Rosa & Goi, 2024).

Portanto, Piaget e Vygotsky reconhecem a influência de aspectos biológicos, cognitivos, emocionais e sociais no processo de aprendizagem. Ambos destacam a importância da interação como um elemento fundamental na construção do conhecimento. Essa ideia leva à compreensão de que as interações sociais estão sempre presentes durante o processo de aprendizagem (Coelho & Dutra, 2018).

Além das teorias supracitadas, os estudos relacionados à abordagem teórica Cognitivismo são de suma importância, haja vista o grande impacto para a compreensão de como ocorre o processo mentais e quais os fatores necessários para que eles sejam consolidados (Andrade et al., 2019)

O Cognitivismo direciona seus objetivos para o que não é considerado pela teoria Behaviorista. Enquanto o Behaviorismo se concentra nos aspectos biológicos e no comportamento humano, o Cognitivismo se dedica à análise do psíquico. Essa abordagem envolve uma investigação científica da aprendizagem não como um processo exclusivamente interno e automático do indivíduo, mas sim como um resultado das interações com o ambiente, no meio social e fatores externos, formando assim uma complexa rede de concepções (ANDRADE et. al., 2019).

Sternberg definiu a psicologia cognitiva como “o estudo de como as pessoas percebem, aprendem,

recordam e ponderam as informações”. Por outro lado, o Cognitivismo pode ser definido como uma abordagem psicológica que argumenta que investigar como as pessoas pensam pode fornecer uma compreensão abrangente de grande parte do comportamento humano (Kaulfuss, 2015).

Moreira & Masini (1982) descrevem o conceito de cognição como o processo pelo qual produzimos e interpretamos as questões do mundo ao nosso redor. Conforme o ser humano interage com o mundo, desenvolve novos significados a ele, o que implica que damos sentido à realidade em que vivemos. Essas ideias não são fixas; em vez disso, servem como bases para atribuir outros significados. Assim, surge a estrutura cognitiva, que representa os primeiros conceitos e funciona como pontos de referência para derivar novas compreensões (Coelho & Dutra, 2018).

As teses sobre as questões cognitivo-desenvolvimentais destacam principalmente o desenvolvimento mental em detrimento da personalidade, priorizando as ações da criança no ambiente e sua interpretação cognitiva das experiências. Segundo Vygotsky, a aprendizagem envolve um processo de internalização de conceitos, ou seja, uma reconstrução interna de operações externas. Ele frequentemente usava termos como cognição, processos internos, funções psicológicas superiores e processo intrapessoal para explicar como a aprendizagem é adquirida (Tabile & Jacometo, 2017).

Segundo Bock (2008), a abordagem da teoria cognitivista distingue entre dois tipos de aprendizagem: a mecânica e a significativa. A aprendizagem mecânica ocorre quando novas informações são adquiridas sem nenhuma conexão significativa com conceitos já presentes na nossa mente, ou quando o que foi aprendido não se relaciona com os conhecimentos prévios do indivíduo, resultando em uma assimilação arbitrária e literal (Coelho & Dutra, 2018).

Nesse caso, Coelho & Dutra (2018) elaboram que o conhecimento recém-adquirido é armazenado de maneira isolada na estrutura cognitiva, sem estabelecer conexões com conceitos específicos. Os autores também descrevem a aprendizagem significativa como um processo em que um novo conteúdo, como ideias ou informações, é assimilado pela estrutura cognitiva quando se conecta de forma clara e relevante com conceitos já existentes na mente do aprendiz.

Moran (2004) acredita que o aprendizado ocorre quando as pessoas se interessam por algo, necessitam, experimentam e integram diferentes aspectos de suas experiências, como os sensoriais, racionais, emocionais, pessoais e sociais. Além disso, ele destaca que o aprendizado ocorre através da interação com os outros e o mundo através da reflexão interna, onde faz-se a própria síntese e reelaboração das experiências externas. Portanto, o autor destaca a importância da experiência, da reflexão e da integração de diferentes aspectos cognitivos, emocionais e sociais no processo de aprendizagem, o que está alinhado com os princípios do cognitivismo (Coelho & Dutra, 2018).

3.4 O papel da herança cultural

Em muitas espécies, especialmente a humana, não se pode limitar o conhecimento obtido à dimensão de uma aprendizagem clássica, envolvendo somente as relações do indivíduo com o meio ambiente, sem levar em

conta as interações em sociedade, com os outros membros do grupo em que se convive. O aprendizado alcançado e compartilhado nesse tipo de relação é chamado cultura (Abrantes, 2018).

O que torna os seres humanos distintos de outras espécies é sua capacidade única de acumular cultura, o que, por sua vez, é impulsionado por uma habilidade especial para aprender através da observação e imitação de outros. Além disso, outro elemento crucial que é transmitido de geração em geração, independente de fatores genéticos ou genealógicos, é a herança cultural. Esta se refere à transferência de informações, conhecimentos, tradições, crenças e valores de uma geração para outra dentro de uma população ou grupo social (Abrantes, 2018).

A cultura é, especialmente, armazenada nos cérebros das pessoas, embora também possa ser registrada em meios físicos, como artefatos, um dos objetos de estudo da Antropologia. De acordo com Abrantes (2018), estes materiais fornecem percepções importantes sobre as práticas, crenças, tecnologias e estilos de vida das sociedades humanas ao longo do tempo e em diferentes partes do mundo.

Ceschim, Dutra & Caldeira (2021) sugerem que a capacidade da espécie humana de adquirir cultura por imitação também tenha facilitado para a adaptação evolutiva, pois a plasticidade do comportamento permite uma resposta mais rápida aos desafios do ambiente do que o surgimento de fenótipos adaptativos mediados por fatores genéticos. As decorrências de uma característica cultural em uma população ou grupo social, podem afetar até mesmo padrões de herança genética, acarretando uma coevolução de gene-cultura (Ceschim, Dutra & Caldeira, 2021).

O papel cultural teve uma importância crucial na adaptação de várias espécies, como os primatas, porque a aprendizagem social se mostrou mais vantajosa nos ambientes em que viviam, em comparação com a aprendizagem individual. A capacidade cognitiva necessária para a aprendizagem social requer cérebros maiores e, portanto, consome mais energia, que poderia ser usada para outros propósitos além do processamento de informações sociais (Ceschim, Dutra & Caldeira, 2021).

Dessa forma, infere-se que se a cultura não tivesse sido benéfica em termos de adaptação, as habilidades cognitivas que são necessárias para a aprendizagem social não teriam evoluído. Essa posição destaca o forte compromisso dos teóricos Richerson e Boyd com o adaptacionismo, apesar das críticas dos construcionistas a essa abordagem (Abrantes, 2018).

Assim, o alto gasto energético necessário para desenvolver a capacidade de aprender por imitação, que exige mais tecido cerebral, seria compensado pela vantagem de acessar uma ampla gama de soluções para desafios adaptativos. Essas soluções podem ser rapidamente adquiridas por meio da observação e imitação, em comparação com o tempo necessário para aprender individualmente ou para que um comportamento se torne inato ao longo de muitas gerações por meio da seleção natural. Esse processo de aprendizagem social, que possibilita a transmissão cultural, foi vantajoso o suficiente para superar seu alto custo energético, destacando sua importância na evolução das espécies (Oliveira, 2015).

4 CONCLUSÃO

Diante do que foi exposto, é notório perceber como a epigenética marcou um avanço significativo no

campo da genética molecular e nas demais áreas da ciência. Outrora, os estudos sobre a genética clássica, que enfatizava o gene enquanto único promotor da hereditariedade, eram dominantes no âmbito acadêmico. No entanto, a epigenética trouxe um novo significado, destacando a influência do ambiente externo e do estilo de vida na expressão dos genes, sem causar alterações nas sequências de bases do DNA e na capacidade de transmissão dessas modificações para a progênie. Dessa forma, as ideias de Lamarck sobre a herança dos caracteres adquiridos voltaram a ser consideradas, haja vista a desqualificação devido a validação da hipótese da seleção natural, proposta por Darwin.

A epigenética vem se tornando pauta de vários de estudos nas últimas décadas e as descobertas envolvendo a temática vem sendo cada vez mais relevantes pelos resultados apresentados. Desde a sua emergência, pesquisadores têm se dedicado a investigar os mecanismos epigenéticos, como a metilação do DNA e as modificações das histonas, que desempenham um papel importante na regulação da expressão dos genes. Esses estudos contribuem significativamente para o entendimento sobre como o ambiente molda o desenvolvimento e a saúde dos organismos.

Todavia, apesar dos avanços significativos, ainda existem questionamentos quanto à possibilidade de os conhecimentos adquiridos ao longo da vida serem manifestados por herança epigenética aos descendentes. Embora evidências sugiram que certas alterações epigenéticas possam ser herdadas para a progênie, o mecanismo exato e a extensão dessa transmissão ainda estão sendo elucidados pelos pesquisadores.

Ao analisar as proposições avaliadas, observa-se que a herança epigenética transgeracional é especialmente intrigante, pois sugere que as experiências e o ambiente vivenciados por um organismo podem influenciar não apenas sua própria expressão gênica, mas também a expressão gênica de sua descendência. Embora a maioria das marcas epigenéticas sejam removidas durante a meiose gamética, sabe-se que algumas podem ser mantidas e transmitidas para a próxima geração; porém ainda não foi esclarecido o motivo pelo qual esses marcadores são fixados e, conseqüentemente, transmitidos.

Em uma abordagem da psique humana, a epigenética desempenha um papel fundamental na compreensão da inteligência, pois regula como os genes relacionados à cognição são expressos. Além da genética, fatores ambientais como dieta, estresse e experiências pessoais podem influenciar esses padrões epigenéticos, impactando o funcionamento cerebral e as habilidades cognitivas, seja da geração atual ou de gerações vindouras.

Ao analisar a relação entre conhecimento, aprendizagem e epigenética, são identificadas inúmeras linhas de pensamentos defendidas por uma variedade de teóricos que expressam as suas ideias sobre a origem do conhecimento humano, seja por meio do inatismo, empirismo ou construtivismo, oferecendo diferentes perspectivas sobre como as pessoas adquirem conhecimentos e habilidades. Pode-se destacar grande correlação de todos esses pensamentos com a epigenética, uma vez que esta é capaz de influenciar a expressão de genes relacionados à cognição e à plasticidade cerebral, sugerindo que tanto fatores genéticos quanto ambientais desempenham um papel crucial na formação da mente e da personalidade.

Em uma abordagem especial do Cognitivismo de Piaget e Vygotsky, que enfatiza a interação entre o indivíduo e o ambiente social no desenvolvimento cognitivo; a epigenética está presente nessas interações

quando sugere que experiências precoces, incluindo interações sociais e exposição a estímulos ambientais, podem deixar marcas que afetam o desenvolvimento cerebral e o processamento cognitivo ao longo da vida.

No que se refere à vida em sociedade, o ser humano possui relações complexas de aquisição de conhecimento com os seus semelhantes. A capacidade de aprender por imitação e observação, fundamental para a transmissão cultural, requer habilidades cognitivas complexas que podem ser influenciadas por fatores epigenéticos. Os estudos apresentados sugerem que experiências sociais deixam marcas epigenéticas no cérebro, afetando a plasticidade sináptica e a função cognitiva, o que pode influenciar a eficácia da aprendizagem social e a transmissão de conhecimento cultural.

A interação entre fatores genéticos e culturais, conhecida como coevolução gene-cultura, pode ser mediada por processos epigenéticos. Mudanças na expressão gênica induzidas por experiências sociais e culturais podem afetar não apenas o comportamento individual, mas também padrões de herança genética em populações e grupos sociais, resultando em uma coevolução dinâmica entre genes e cultura ao longo do tempo.

Apesar da evidência da herança epigenética, a plasticidade cerebral, a aprendizagem individual e a transmissão cultural, juntas desempenham papéis significativos na formação e na transmissão de conhecimentos, influenciando o comportamento e o desenvolvimento humano. É importante salientar que a complexidade desses processos torna difícil identificar e quantificar seu impacto preciso na transmissão dos conhecimentos adquiridos através da herança epigenética para os descendentes.

Entretanto, essas incompreensões destacam a necessidade de pesquisas e investigações para entender melhor os mecanismos da herança epigenética e suas implicações na aprendizagem. Espera-se que este trabalho inspire futuras investigações e avanços na compreensão da epigenética, bem como suas implicações para o desenvolvimento cognitivo e outras concepções.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

O primeiro e segundo autor contribuíram com a introdução, desenvolvimento e referências. O terceiro autor contribuiu no resumo, metodologia e revisão final do texto.

REFERÊNCIAS

Abrantes, P. C. (2018) (org.). *Filosofia da Biologia*. 2. ed. Seropédica: PPGFIL-UFRRJ. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/32212/1/CAPITULO_IntroducaoFilosofiaBiologia.pdf.

Abreu, L. C. et al. (2010). A epistemologia genética de Piaget e o construtivismo. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano*, [s. l.], 20 (20). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/jhgd/article/view/19973/22059>.

Andrade et al. (2019). Comportamentalismo, Cognitivismo e Humanismo: uma revisão de literatura. *Revista Semiárido De Visu*, [s. l.], 7 (2): 222–241. Disponível em: <https://semiariododevisu.ifsertaope.edu.br/index.php/rsdv/article/view/95>.

Arcanjo, F. G.; Silva, E. P. (2015). Lamarck, Darwin e a epigenética: o caso da herança de caracteres adquiridos. *Caderno de Resumos Scientiarum Historia VIII*, [s. l.]. Disponível em: https://www.academia.edu/44709314/Lamarck_Darwin_e_a_epigen%C3%A9tica_o_caso_da_heran%C3%A7a_de_caracteres_adquiridos.

Bezerra, M. L. M. (2017). Stress e Epigenética Transgeracional: a alteração genética causada pelo stress pode ser transmitida pelos genes aos nossos descendentes? In: VOLPI, José Henrique; VOLPI, Sandra Mara (Org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE PSICOTERAPIAS CORPORAIS, XXII, 2017. *Anais. Curitiba: Centro Reichiano*. Disponível em: https://www.centroreichiano.com.br/artigos/Anais_2017/Stress-e-Epigenetica-Transgeracional-BEZERRA_Maria_Lucia.pdf.

Bock, A.M.B. (2008). *Psicologias: uma introdução ao estudo de Psicologia*. 13 ed. São Paulo: Saraiva.

Ceschim, B; Dutra, M. G.; Caldeira, A. M. A. (2021). Como a teoria evolutiva na atualidade pretende explicar a origem da inovação das características vivas?. *Genética na Escola*, São Paulo, 16 (2): 344–355. Disponível em: <https://www.geneticanaescola.com.br/revista/article/view/392>.

Chateaubriand, E. M. F.; Silveira, N. T.; Costa, F. P. S. (2017). O desenvolvimento humano na teoria de Piaget: uma reflexão de como esta teoria pode contribuir para o aprendizado. In: Costa, F. P. S.; Silva, J. S.; Kunz, V. C. (org.). *A Importância Da Psicopedagogia*. Engenheiro Coelho: UNASP. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=mcB5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA137&dq=O+DESENVOLVIMENTO+HUMANO+NA+TEORIA+DE+PIAGET&ots=Yo0vLnjlz&sig=p9VsNhReCmFX3RtTGbdvs1eUVmc#v=onepage&q=O%20DESENVOLVIMENTO%20HUMANO%20NA%20TEORIA%20DE%20PIAGET&f=false>.

Coelho, M. A.; Dutra, L. R. (2018). Behaviorismo, cognitivismo e construtivismo: confronto entre teorias remotas com a teoria conectivista. *Caderno de Educação*, 49. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/cadernodeeducacao/article/view/2791>.

Costa, E. B. O.; Pacheco, C. (2013). Epigenética: regulação da expressão gênica em nível transcricional e suas implicações. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, 34 (2): 125-136. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/5142/13877>.

Cunha, M. L. (2019). Hereditariedade Epigenética Transgeracional. *Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas)* - Universidade de Lisboa, Lisboa. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/43384/1/MICF_Marta_Cunha.pdf.

Ferreira, A. R.; Franco, M. M. (2012). Reprogramação epigenética em gametas e embriões de mamíferos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 36 (1). Disponível em: <http://cabra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v36n1/pag3-9.pdf>.

Franco, M. M. (2017). Epigenética no melhoramento genético e reprodução animal. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, Brasília, 25. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169751/1/2571-7501-1-PB.pdf>.

Freitas-Silva, L. R.; Ortega, F. J. G. (2014). A epigenética como nova hipótese etiológica no campo psiquiátrico contemporâneo. *Physis: Revista d Saúde Coletiva*, 24. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/physis/2014.v24n3/765-786/pt>.

Junior, A. J. P. F.; Neris, A. R. M. T.; Oliveira, I. P. (2018). Epigenética e Psicologia: uma possibilidade de encontro entre o social e o biológico. *Revista Internacional em Língua Portuguesa*, 3. Disponível em: <https://rilp->

aulp.org/index.php/rilp/article/view/RILP2018.34.1

Kaulfuss, M. A. (2015). Behaviorismo: Conceitos E Preconceitos. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT*, Itapeva, 6. Disponível em:

http://www.fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/QTQkycuoQSwB6PR_2017-1-21-10-43-24.pdf.

Leite, M. L.; Costa, F. F. (2017). Epigenômica, epigenética e câncer. *Revista Pan-Amazônica de Saúde, Ananindeua*, 8 (4). Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232017000400006&lng=pt&nrm=iso.

Moran, J. M. (2004). Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, 4 (12). Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6c1a/fba957935bd3c369ebd74bf0460216ef6316.pdf>.

Moreira, M. A.; Masini, E. A. F. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.

Oliveira, J. C. (2012). Epigenética e doenças humanas. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 33 (1): 21-34. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semnabio/article/view/6957>.

Oliveira, M. (2015). A evolução das capacidades cognitivas nos primatas: hipótese ecológica vs hipótese da complexidade social. *Cadernos do GEEvH*, [s. l.], 4 (1). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301964625_A_evolucao_das_capacidades_cognitivas_nos_primatas_hipotese_ecologica_vs_hipotese_da_complexidade_social.

Paiva, J. T. *et al.* (2019). Epigenética: mecanismos, herança e implicações no melhoramento animal. *Arquivos de zootecnia*, 68 (262). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1110162/epigenetica-mecanismos-heranca-e-implicacoes-no-melhoramento-anim>.

Pereira, A. (2004). Descartes Defensor Avant La Lettre do “Inatismo Moderado”. *Revista de Iniciação Científica da FFC*, [s. l.], 4 (2). Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/ric/article/view/86>.

Primi, R. (2002). Inteligência fluida: definição fatorial, cognitiva e neuropsicológica. *Paidéia*, Ribeirão Preto, 12 (23). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paideia/a/QGfWQD6CHC9KjMqzKx6CVjd/#>.

Rivas, M. P.; Teixeira, A. C. B.; Krepischi, A. C. V. (2019). Epigenética: conceito, mecanismos e impacto em doenças humanas. *Genética na Escola*, 14 (1). Disponível em: <https://geneticanaescola.com.br/revista/article/view/311>.

Robles, R. G.; Ramírez, P. A. A.; Velásquez, S. P. P. (2012). Epigenética: definición, bases moleculares e implicaciones en la salud y en la evolución humana. *Revista Ciencias de la Salud*, Bogotá, 10 (1). Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-72732012000100006.

Rodrigues, F. A. A. (2022). Redefinindo o futuro urbano: o impacto da epigenética na inteligência. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, [S. l.], 11 (2): 11–18. Disponível em: <https://journalppc.com/RPPC/article/view/684>.

Rosa, A. P. M.; Goi, M.E. J. (2024). Teoria socioconstrutivista de Lev Vygotsky: aprendizagem por meio das relações e interações sociais. *Revista Educação Pública*, Rio de Janeiro, 24 (10). Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/24/10/teoria-socioconstrutivista-de-lev-vygotsky-aprendizagem-por-meio-das-relacoes-e-interacoes-sociais>.

Saramago, F. M. *et al.* (2020). Mantendo vivo o que já está morto: A transgeracionalidade psíquica do trauma. *Revista Portuguesa de Psicanálise*, 40 (2). Disponível em:

<https://rppsicanalise.org/index.php/rpp/article/view/38#:~:text=A%20transgeracionalidade%20ps%C3%ADquica%20do%20trauma%20remete%2Dnos%20para%20o%20irrepresent%C3%A1vel,n%C3%A3o%20%C3%A9%20somente%20o%20seu.>

Sousa, J. M.; Neto, M. B. C.; Menezes, A. B. C. (2023). Algumas Contribuições de BF Skinner e ZY Kuo para o debate “inato” versus “aprendido”. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 19 (1). Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/rebac/article/view/14942>.

Tabile, A. F.; Jacometo, M. C. D. (2017). Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso. *Revista psicopedagogia*, São Paulo, 34 (103). Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862017000100008&lng=pt&nrm=iso.

Teixeira, M. E. F. *et al.* (2021). Fatores de Risco Cardiovascular em Cardiologistas Especialistas pela Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, [s. l.], 116 (4). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/gX4zfZyKncDZBxHtkGJGzwD/#>.