

Um estudo sobre o conceito de transmissão gênica na perspectiva materialista histórico-dialética

Elisa Vaz Borges Silva
Regiane Machado de Sousa Pinheiro
Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar

Resumo

O estudo da transmissão das características de uma geração para a outra, durante a maior parte da história da humanidade, se ocupou com a questão da hereditariedade. Cientes de que por meio da compreensão do desenvolvimento histórico e contraditório desse conhecimento científico é possível apreender unidades que indicam a integração desse conceito em uma rede conceitual da Biologia, enquanto atividade humana, fundamentamos a pesquisa em tela no estudo histórico e filosófico do conceito de transmissão gênica, sobretudo em suas unidades conceituais, epistemológicas, ontológicas e sócio-históricas, bem como no estabelecimento de relação entre o referido conceito e as principais correntes filosóficas de pensamento da Biologia. Para tanto, adotamos a lógica materialista histórico-dialética (MHD) como base teórico-metodológica, por meio da qual realizamos análises documental e exploratória das produções humanas sobre a temática e as articulamos aos momentos históricos e filosóficos essenciais para a apreensão da gênese e desenvolvimento desse conceito. Concluímos que o processo de construção do conceito de transmissão gênica foi determinado por condições históricas, sendo, portanto, ideologicamente comprometido. Evidenciamos, ao longo do estudo, um movimento de aproximações, relações e síntese dos elementos fundamentais à compreensão da essência do conceito de transmissão gênica.

Palavras-chave: *Conceito científico, correntes filosóficas, historicidade.*

Abstract

For most of human history, the study of the transmission of characteristics from one generation to the next has been concerned with the issue of heredity. Aware that through understanding the historical and contradictory development of this scientific knowledge it is possible to grasp units that indicate the integration of this concept into a conceptual network of Biology, as a human activity, we base the research on screen on the historical and philosophical study of the concept of transmission genesis, especially in its conceptual, epistemological, ontological and socio-historical units, as well as in establishing a relationship between the aforementioned concept and the main philosophical currents of thought in Biology. To this end, we adopted the historical-dialectic materialist logic (MHD) as a theoretical-methodological basis, through which we carry out documentary and exploratory analyzes of human productions on the subject and articulate them with the historical and philosophical moments essential for understanding the genesis and development of this concept. We conclude that the process of constructing the concept of gene transmission was determined by historical conditions and was, therefore, ideologically compromised. Throughout the study, we evidenced a movement of approximations, relationships and synthesis of the fundamental elements for understanding the essence of the concept of gene transmission.

Keywords: *Scientific concept, philosophical currents, historicity.*

INTRODUÇÃO

Este artigo resulta do recorte de uma pesquisa de mestrado que, a partir do estudo histórico e filosófico de um conceito biológico¹, investigou a importância do pensamento por conceitos na formação de professores de Biologia. No delinear da referida pesquisa, buscou-se investigar o movimento lógico e

¹ A autora.

histórico de constituição da rede de significados relativa ao conceito de transmissão gênica dentro das discussões sobre a Teoria da Herança. Tal teoria é considerada uma das teorias estruturantes da Biologia, constituída por relações conceituais essenciais na origem e desenvolvimento dessa ciência².

Ao tomarmos, na referida pesquisa, o conceito de transmissão como um tema estruturante da Biologia, ou seja, como um tema que está envolvido em todas as atividades biológicas, corroboramos a posição de Nascimento Júnior (2010), pois evidenciamos seu papel central e integrador no movimento do pensamento biológico e, conseqüentemente, para o ensino de Biologia.

Assim, advogamos que os conceitos estruturantes desta ciência (organização, equilíbrio, transmissão, variação e interação), compreendidos a partir do materialismo histórico-dialético (MHD), são nucleares e integradores de toda a Biologia, logo, compartilham unidades epistemológicas, ontológicas e sócio-históricas em sua origem e desenvolvimento.

Ao estudarmos o conceito de transmissão, percebemos que este é amplo e envolve variáveis que nem sempre o remetem à hereditariedade, podendo, por exemplo, estar relacionado ao significado de ação ou efeito de transmitir algo a outrem, como a transferência de um direito ou poder, ou à passagem de um vírus de uma pessoa infectada para outra saudável, ou ainda à comunicação de um pensamento ou sentimento de uma pessoa para outra. Compreendemos, desse modo, que a palavra transmissão não poderia ser utilizada de forma isolada e, por essa razão, a qualificamos como “transmissão gênica”, expressão essa que passou a constituir o cerne da reflexão que nos propusemos a desenvolver.

“Transmissão gênica” está, portanto, para além da significação relacionada à transferência das características hereditárias de pais para filhos ao longo das gerações, pois compreende um conjunto de reações moleculares responsáveis pela transmissão e expressão dos genes, que envolvem uma diversidade de mecanismos de organização, equilíbrio, replicação, transcrição, tradução e possível interação de ocorrência de fatores genéticos e ambientais³. Há, dessa forma, grande complexidade envolvida na rede conceitual da transmissão gênica. Diante disso, entendemos que a compreensão lógico-histórica que perpassa sua gênese e desenvolvimento se faz necessária.

Nas últimas décadas, o modo de produção capitalista constituiu um cenário contraditório no qual os conhecimentos advindos de pesquisas relativas à transmissão gênica se desenvolveram de modo acelerado para as mais diversas finalidades sociais. Em consequência, esse sistema, que produz e mantém um cenário de desigualdade, dificulta a compreensão da essência desta área da Biologia, sobretudo em suas relações conceituais de natureza teórica, responsáveis por estruturar esse campo científico. É preciso, em vista disso, ir além do produto destas pesquisas, buscando compreender também

² Antônio Fernandes Nascimento Júnior. “Construção de Estatutos de Ciência para a Biologia numa Perspectiva Histórico-Filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino” (Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2010), 437.

³ A autora.

o processo, sem desconsiderar as relevantes contribuições de estudos clássicos. Afinal, é preciso observar a própria estrutura de formação conceitual⁴.

O estudo do movimento lógico-histórico se configura enquanto uma das formas de pensamento elaboradas pelos homens, isso porque explicita o processo de constituição de sua gênese⁵, logo, de suas transformações, contradições e relações com a totalidade concreta.

Nessa perspectiva, para a investigação, análise e apropriação do conhecimento do conceito de transmissão gênica, objeto de nosso estudo, a apropriação do seu movimento lógico-histórico é também essencial, visto que a realidade é historicamente construída e o conhecimento científico é um dos produtos dessa construção. Para Kosik⁶ (2011, p. 237),

na história o homem realiza a si mesmo. Não apenas o homem não sabe quem é, antes da história e independentemente da história; mas só na história o homem existe. O homem se realiza, isto é, se humaniza na história.

A história pode, pois, ser compreendida na relação entre a história da natureza (História Natural) e a história das transformações das relações de produção humana (História Social). Esta unidade é identificada pela percepção de que, enquanto a humanidade existir, a história da natureza e a história dos seres humanos se condicionarão reciprocamente. Sendo assim, toda historicidade se fundamenta na unidade da história natural e na sua modificação pela ação humana no decorrer da história⁷.

Sabe-se que o modo pelo qual os seres humanos produzem seus meios de vida os diferencia dos demais animais. Esse modo de produção é uma forma determinada de exteriorizar suas vidas, ou seja, um determinado modo de vida desses indivíduos. Portanto, o modo como os seres humanos produzem seu meio de vida depende das condições materiais de sua produção⁸. O ser humano, por meio de sua atividade consciente, não busca apenas sua sobrevivência, ele transforma a natureza e a si mesmo e é capaz de fazê-lo porque se reconhece e reconhece o outro nesse processo.

A natureza, por seu turno, não é constituída pelas ideias ou a partir do nada, ela se integra ao ser humano por meio do trabalho, uma atividade prática e consciente pela qual o ser humano se humaniza, constrói e transforma a sociedade e faz a história. Neste contexto, o trabalho se torna uma categoria

⁴ John Alexander Moore, "Science as a way of knowing – Genetics" *American Zoologists* 26 (1986): 583-747.

⁵ Pavel Vasilyevich Kopin. *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. (Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978).

⁶ Karel Kosik. *Dialética do concreto*. (Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011).

⁷ Karl Marx & Friedrich Engels. *A ideologia alemã* (São Paulo: Boitempo, 2007).

⁸ Ibid.

essencial que permite compreender o mundo, a sociedade, o passado e a constituição do ser humano, que possibilita, enfim, propor uma prática transformadora, em busca de construir uma nova sociedade⁹.

O modo de produção do ser humano se transformou ao longo do tempo e, conseqüentemente, seu tipo de trabalho, sua visão de mundo; na verdade, o próprio mundo foi se modificando também. O estudo do movimento lógico-histórico, pautado no MHD, nesse cenário, compreende a relação da formação do conhecimento com os modos de produção, evidenciando as manifestações das condições materiais e objetivas de cada período que determina esta relação¹⁰. Nascimento Júnior (2010), partindo desta perspectiva, propõe que a manifestação da vida na Natureza constitui o objeto de estudo da Biologia e, em virtude disso, estudar sua história é compreender a unidade entre a História Natural e a História Social do ser humano.

Dessa maneira, o histórico age como objeto do pensamento, correspondendo ao processo de construção e transformação do objeto, de seu surgimento e desenvolvimento. O pensamento reproduz o processo histórico real em sua objetividade, complexidade e contrariedade. O lógico é o meio por intermédio do qual o pensamento realiza esse movimento, é o reflexo do histórico e a reprodução da essência do objeto¹¹. O conhecimento da essência do objeto se torna compreensível, neste aspecto, a partir de sua historicidade.

Compreender e analisar a historicidade do desenvolvimento de um fenômeno exige, nesse cenário, uma compreensão mais profunda de sua essência, pois com o conhecimento de sua história se retoma a sua essência, corrigindo, completando e desenvolvendo os conceitos que o expressam¹².

Visando compreender a essência do conceito de transmissão gênica, buscamos, por meio da síntese dos elementos essenciais ao seu conteúdo, em suas relações com a rede conceitual que o sustenta, apreender o movimento de sua constituição. Afinal, “A síntese situa o momento no todo, no movimento, em seu posto, no conjunto das relações [...] é impossível que uma análise se efetue sem nenhuma síntese”¹³.

Para tanto, a base teórico-metodológica adotada, como já destacado, foi o materialismo histórico-dialético (MHD). Foram também realizadas pesquisas exploratórias e documentais de produções acadêmicas que discutem a importância dos elementos conceituais para a constituição do conhecimento lógico-histórico e filosófico do conceito de transmissão gênica. Já as análises documentais e exploratórias

⁹ Maria Amália Andery *et al.*, Para compreender a Ciência: uma perspectiva histórica (Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1996).

¹⁰ Antônio Fernandes Nascimento Júnior. “Construção de Estatutos de Ciência para a Biologia numa Perspectiva Histórico-Filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino” (tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2010), 437.

¹¹ Pavel Vasilyevich Kopin. A dialética como lógica e teoria do conhecimento. (Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978).

¹² *Ibid.*

¹³ Henri Lefebvre. Lógica formal lógica dialética. (Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991), 120p.

tiveram como propósito articular os momentos históricos e filosóficos, de modo a evidenciar as múltiplas determinações da construção do conhecimento científico ao longo da história da humanidade. Em relação ao *corpus* de análise, este abarcou diversos autores¹⁴.

Todos os procedimentos acima descritos foram utilizados com a finalidade de responder à seguinte questão: quais os contextos históricos e filosóficos que perpassam o movimento de gênese e desenvolvimento da transmissão gênica?

Com o intuito de trazer as análises que objetivam responder à questão elaborada, o presente artigo foi organizado nas seguintes seções: Introdução; A compreensão do conceito de transmissão gênica na por meio do seu movimento lógico-histórico do conceito e Considerações finais.

A COMPREENSÃO DO CONCEITO DE TRANSMISSÃO GÊNICA POR MEIO DO SEU MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO

Reconhecemos a manifestação da vida na Natureza como o objeto de estudo da Biologia e, na busca por apreender o movimento de formação do conceito de transmissão gênica, nos propomos a investigar seu processo de desenvolvimento a partir de suas relações com a História Natural e Social do ser humano em sociedade.

Ao identificarmos o conceito de transmissão gênica como nuclear e estruturante do pensamento biológico, nos baseamos na noção de que o tema “é a relação geral estabelecida entre os vários elementos que constituem um objeto de estudo, captado no processo de desenvolvimento e constituição desse objeto na prática social e histórica”¹⁵.

Evidenciar seu processo investigativo como essência da sua gênese e desenvolvimento, a partir de um olhar histórico e filosófico, possibilita sua compreensão como produto e processo. Assim, articulamos a perspectiva das três principais correntes filosóficas da Biologia (vitalismo, fisicalismo e organicismo) para pensar o conceito estudado.

As correntes filosóficas coexistem em diversos momentos da história, por isso alguns cientistas ou até mesmo fatos desta historicidade serão apresentados em suas idas e vindas, objetivando analisá-los de acordo com a perspectiva que fundamenta suas análises acerca das questões do estudo da vida e, conseqüentemente, da transmissão gênica.

¹⁴ Lourdes Aparecida Della Justina. “Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade” (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001), 145; Antônio Fernandes, 437; Ernest Mayr, O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança (Brasília, 1998); Ernest Mayr, Isto é Biologia: ciência do mundo vivo (São Paulo, Companhia das Letras, 2011); Gregor Johann Mendel, “Experiments in a Monastery Garden” *American Zoologist* 26 (1986): 749-752; John Alexander Moore, “Science as a way of knowing – Genetics” *American Zoologists* 26 (1986): 583-747.

¹⁵ José Carlos Libâneo. Conteúdos, formação de competências cognitivas e ensino com pesquisa: unindo ensino e modos de investigação (São Paulo: Cadernos Pedagogia Universitária, 2009), 25.

Silva¹⁶ (2020) destaca que, independentemente do período no qual o conceito de transmissão gênica foi discutido, tal tema sempre esteve vinculado aos meios de vida já encontrados, isso porque está relacionado aos modos pelos quais os homens produzem seus meios de vida¹⁷. O modo de produção é uma forma determinada pela atividade e pelo modo de vida dos indivíduos, sendo que o que eles são “coincide (...) com sua produção, tanto com o que produzem, como o modo como produzem”¹⁸. Quanto mais compreendemos que o modo de produção é determinante das condições materiais e objetivas de cada período, mais fica evidente sua influência sobre a gênese e desenvolvimento do conceito de transmissão gênica.

VITALISMO

O movimento vitalista (século V a.C. até o século XIX) tem origem na Grécia antiga, mas se fortalece na modernidade. Essa corrente se opunha ao fisicalismo e era um contra movimento à filosofia mecanicista da Revolução Científica, pois buscava explicar os fenômenos naturais estabelecendo diferenças entre o mundo orgânico e inorgânico, propondo uma delimitação entre as Ciências Biológicas e as Ciências Físicas¹⁹. Seus adeptos afirmavam que os organismos vivos possuíam propriedades que não poderiam ser encontradas na matéria inanimada.

Entre os vitalistas existiam diversas maneiras de explicar a vida: alguns defendiam que os seres vivos possuíam uma substância especial, o protoplasma; outros sustentavam a questão da existência de uma força vital e que a vida existia por um propósito específico; e havia ainda aqueles que faziam uso de forças psicológicas para explicar os processos biológicos. As divergências entre o fisicalismo e o vitalismo não solucionaram a questão da essência da vida, mas proporcionaram investigações e estudos acerca desse problema, desenvolvendo um conhecimento cada vez mais claro²⁰.

Ao analisarmos as principais contribuições do conhecimento deste período, podemos afirmar que o vitalismo se destaca como uma corrente que perdurou na Biologia por um longo período, mas que no início do século XX começou a perder suas forças por vários motivos. Dentre eles, é possível destacar a compreensão de que os organismos eram constituídos de uma substância especial diferente da matéria

¹⁶ Elisa Vaz Borges Silva, “O pensamento conceitual e a formação de professores de Biologia: a transmissão gênica como objeto do conhecimento” (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, 2020).

¹⁷ Karl Marx & Friedrich Engels. A ideologia alemã (São Paulo: Boitempo, 2007),

¹⁸ Ibid., 87.

¹⁹ Antônio Fernandes Nascimento Júnior. “Construção de Estatutos de Ciência para a Biologia numa Perspectiva Histórico-Filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino” (tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2010), 437.

²⁰ Wilson Antônio Frezzatti Júnior, “Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX” *Scientiae Studia* 4 (2003): 435-461.

inanimada, o que era visto mais como um conceito metafísico do que científico, bem como a falta de comprovação da existência de uma força vital²¹.

De fato, os argumentos explicativos dos vitalistas não conseguiam mais sustentar a ideia da força vital como constituinte da essência da vida e, neste momento, teve início o seu declínio entre os adeptos. Os vitalistas não possuíam um método para testar a força vital e todos os experimentos realizados para demonstrar a sua existência não obtinham resultados satisfatórios. Ademais, o desenvolvimento de novas áreas da Biologia possibilitou interpretações válidas para os fenômenos que os vitalistas explicavam apenas como sendo resultados da força vital²².

O vitalismo perdeu ainda mais espaço no momento em que a genética e o darwinismo tiveram sucesso em oferecer interpretações válidas para os fenômenos que os vitalistas alegavam ser inexplicáveis a menos que se invocasse uma substância ou força vital²³.

Mayr (2011) afirma que o fisicalismo e o vitalismo coexistiram em um mesmo período histórico. Logo, a disputa pela dita verdade ou explicação do fenômeno “transmissão” constituiu a discussão do pensamento biológico por longo período e garantiu aos cientistas da época elementos para a produção da Ciência que temos hoje.

Em sua gênese, o conceito de transmissão biológica era motivo de especulações a respeito das semelhanças entre pais e filhos e, também, pela necessidade de se chegar a um conhecimento que levasse a produção agrícola a novas e melhoradas colheitas. Portanto, a transmissão sempre esteve vinculada às condições materiais da época.

Quando Aristóteles estudou sobre a transmissão, suas conclusões e formulações estavam relacionadas com os conhecimentos e condições materiais da época em que vivia. Mesmo com as limitações do período, as ideias gregas a respeito da transmissão contribuíram de forma significativa para a elaboração das hipóteses relativas à pangênese, epigênese e pré-formismo.

Os estudos a respeito da transmissão gênica, durante o período em que predominava o pensamento essencialista, não tiveram avanços. Sendo assim, hibridadores e cultivadores, em busca de cultivar e formar novas espécies, desenvolveram novas metodologias utilizadas para investigar as questões da transmissão.

FISICALISMO

²¹ Ernest Mayr, *Isto é Biologia: ciência do mundo vivo* (São Paulo, Companhia das Letras, 2011).

²² *Ibid.*

²³ *Ibid.*, 36.

O Fisicalismo foi um movimento ou corrente filosófica que objetivava explicar a vida contestando o sobrenatural. Nele, os seres vivos eram identificados sem nenhuma diferença da matéria inanimada. Esse movimento foi denominado, por um tempo, por alguns historiadores, de mecanicismo, e posteriormente foi denominado de fisicalismo (século XVII até século XIX). Os fisicalistas refutavam o pensamento mágico predominante nesse período, buscando uma explicação natural para os fenômenos físicos, ressaltando que não há um componente metafísico da vida e que ela poderia ser explicada pela Física e pela Química²⁴.

No que se refere à ciência moderna, esta surgiu em um contexto de acontecimentos como a Reforma Protestante, a transição do regime social feudal para o capitalismo, a ascensão da burguesia e tudo que está ligado a estes acontecimentos, tais como:

O renascimento do comércio e o crescimento das cidades, as grandes navegações, a exploração colonial, o absolutismo, as alterações por que passou o sistema produtivo, a divisão do trabalho (com o surgimento do trabalho parcelar), a destruição da visão de mundo própria do feudalismo, a preocupação com o desenvolvimento técnico, a Reforma, a Contra-Reforma. A partir de então, estava aberto o caminho para o acelerado desenvolvimento que a ciência viria a ter nos períodos seguintes²⁵.

O surgimento deste novo modo de pensar a Ciência promoveu uma visão de mundo diferente da visão medieval, na qual as relações Deus-Homem foram substituídas pelas relações entre o ser humano e a natureza, surgindo a valorização da capacidade do ser humano de conhecer e transformar a realidade.

A ruptura das ideias com o mundo medieval fez com que a fé não fosse mais considerada o único caminho para se chegar à verdade, gerando a necessidade de se repensar a produção de conhecimento. Logo, o fisicalismo contribuiu de forma significativa com novos estudos em embriologia, com a ascensão da microbiologia, com a fisiologia, com a validação da teoria celular, uma vez que a célula era vista como a menor unidade funcional do corpo de um ser vivo e, conseqüentemente, com a proposição das leis da hereditariedade, possibilitando a validação de vários conceitos que perpassam a rede da transmissão gênica²⁶.

Apesar disso, já neste período, a concepção dos fisicalistas sobre os estudos dos seres vivos não se mostrava suficiente para explicar o que é a vida ou mesmo questões que envolvessem a herança. Isso

²⁴ Ibid.

²⁵ Maria Amália Andery *et al.* Para compreender a Ciência: uma perspectiva histórica (Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1996).178.

²⁶ Danislei Bertoni; Araci Asinelli da Luz, “Estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno Vida” Contexto & Educação (2011): 23-49, <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/27> (acessado em 14 de outubro de 2023).

ocorreu tanto devido ao surgimento de novos conhecimentos como pelo fato de que uma explicação puramente mecanicista não dava conta de explicar os processos biológicos²⁷.

O aparato explicativo das ciências físicas é insuficiente para dar conta dos sistemas vivos complexos, e, em particular, da interação entre informação historicamente adquirida e as respostas desses programas genéticos sobre o mundo físico. Era preciso avançar em busca de uma nova corrente filosófica²⁸.

Como vimos, o conceito de transmissão até o final do século XIX ainda era objeto de especulações infundadas e muitas teorias embasadas no essencialismo: a transmissão por mistura, a herança dos caracteres adquiridos²⁹. Compreendendo as fragilidades das correntes filosóficas em vigência ao longo de décadas, os pesquisadores, a partir desse período, entenderam que era preciso mais pesquisas e estudos em busca de uma nova forma de pensar o desenvolvimento do pensamento biológico, o que acabou construindo os elos para a corrente organicista.

ORGANICISMO

O século XX foi um século de grande desenvolvimento do capitalismo e de mudanças radicais no mundo. Hobsbawm³⁰ (2017, p. 401) afirma que “nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX”. A primeira metade deste século foi caracterizada pela expansão do capitalismo nos países industrializados, pelo seu impulso inicial nos países não desenvolvidos e pela sua primeira grande crise nos países desenvolvidos (1830-1840).

Nesse período, assistiu-se à expansão e ao crescimento das forças produtivas, da economia, associados ao imenso avanço da Ciência. Em consequência do crescimento econômico e da riqueza, cresceu também a classe trabalhadora em número, pobreza e em consciência política.

A segunda metade do século XX se caracterizou pela expansão do sistema capitalista em nível mundial. Nessa ocasião, o conhecimento científico adquire, segundo Marx, o caráter de ferramenta a serviço da compreensão do mundo para sua transformação³¹. Foi nesse contexto de relação contraditória

²⁷ Antônio Fernandes Nascimento Júnior. “Construção de Estatutos de Ciência para a Biologia numa Perspectiva Histórico-Filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino” (tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2010); Ernest Mayr, *Isto é Biologia: ciência do mundo vivo* (São Paulo, Companhia das Letras, 2011).

²⁸ Ernest Mayr, *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança* (Brasília, 1998) 71.

²⁹ Ibid.

³⁰ Eric Johan Ernest Hobsbawm, *A Era dos Extremos: 1914-1991* (Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017), 401.

³¹ Maria Amália Andery *et al.*, *Para compreender a Ciência: uma perspectiva histórica* (Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1996).

entre o desenvolvimento do capitalismo e do conhecimento científico que se constituiu, na atividade biológica, uma nova percepção sobre os seres vivos, denominada de organicismo.

Nesta perspectiva, Charles Robert Darwin propõe ideias sistematizadas sobre a evolução das espécies como superação à visão de mundo criacionista e da imutabilidade da vida, incluindo o ambiente como agente de mudança no ser vivo. Nesse sentido, os seres vivos passaram a ser analisados a partir de uma origem evolutiva, considerando a seleção natural como o principal agente de modificação dos seres vivos³².

Este novo cenário se estabelece em diálogo com os pressupostos do fisicalismo e do vitalismo, incorporando, por superação, algumas de suas concepções. O organicismo (que recebe destaque a partir do século XIX e se mantém em voga na contemporaneidade) surgiu a partir da observação do desenvolvimento dos organismos, se apoiando nas constantes mudanças da natureza. Defende que os seres vivos possuem uma organização e que não são formados apenas por características ou moléculas, onde “o todo é mais do que a soma de suas partes”³³.

Neste sentido, Mayr (2011) afirma que a interação e a organização entre as partes controlam o sistema inteiro, não sendo possível explicar um sistema por meio das propriedades de seus componentes isolados. Considerando o organismo como um todo, o organicismo afirma que essa totalidade deve ser analisada e estudada.

No movimento de avançar nessa análise, apresentamos abaixo uma síntese do pensamento biológico sobre transmissão gênica em relação às correntes filosóficas da Biologia (Quadro 1).

Quadro 1: O conceito de transmissão gênica a partir das diferentes abordagens filosóficas na compreensão do mundo da Biologia³⁴

Vitalista – Século V a.C. até o século XIX

³² Danislei Bertoni; Araci Asinelli da Luz, “Estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno Vida” Contexto & Educação (2011): 23-49, <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/27> (acessado em 14 de outubro de 2023).

³³ Ernest Mayr, Isto é Biologia: ciência do mundo vivo (São Paulo, Companhia das Letras, 2011), 39.

³⁴ Adaptado de Elisa Vaz Borges Silva, “O pensamento conceitual e a formação de professores de Biologia: a transmissão gênica como objeto do conhecimento” (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, 2020).

Principais ideias	Principais representantes no estudo do conceito de transmissão gênica	Principais contribuições ao conceito de transmissão gênica
<ul style="list-style-type: none"> - As bases provêm das ideias que circulavam na Grécia Antiga. - Concepção metafísica que cogita a existência de um princípio irreduzível (força vital) ao domínio físico-químico para explicar os fenômenos vitais. - A força vital é interpretada como uma característica inerente aos organismos vivos e difere de todas as outras forças encontradas fora das coisas vivas. - Alternativa à teoria reducionista da vida como máquina. 	<p>Hipócrates de Cós Aristóteles Marcello Malpighi Carl Lineu Joseph Gottlieb Kölreuter Carl Friedrich Gärtner Charles Naudin Thomas Andrew Knight Alexander Seton John Goss Augustin Sageret</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Primeiras ideias e pensamentos sobre o conceito de transmissão; - raízes das ideias: pangênese, epigênese e pré-formismo; - pré-formação - os seres vivos sempre existiram (Homúnculo); - epigênese - seres vivos eram recriados a cada geração (Força Vital); - hibridadores e cultivadores - novas metodologias utilizadas para investigar as questões da transmissão
Fisicalista / Mecanicista – Século V a.C. até o século XIX		
Principais ideias	Principais representantes no estudo do conceito de transmissão gênica	Principais contribuições ao conceito de transmissão gênica
<ul style="list-style-type: none"> - A possibilidade de descrever os fenômenos que ocorrem em um organismo em termos físicos. - O fenômeno vital é resultado de uma infinidade de forças e de formas hierarquizadas. - Todos os fenômenos se explicam pela causalidade mecânica ou em analogia à causalidade mecânica. <ul style="list-style-type: none"> - Reelaboração da ideia organismo-máquina com a contribuição dos processos químicos e elétricos. - As explicações mecanicistas opõem-se às explicações vitalistas ao refutar a ideia de força vital e ainda considerá-la como apelação ao místico. - Desenvolvimento da teoria celular despontou em relação a funcionalidade do organismo e marcou a limitação da teoria reducionista para explicar as atividades integrativas dessa estrutura. 	<p>Robert Hooke Matthias Jakob Schleiden Theodor Schwann Francis Galton Herbert Spencer Karl Wilhelm von Nägeli Friedrich Leopold August Weismann</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Início dos estudos de Biologia Celular; - fundamentação de uma das bases estruturantes da Biologia <ul style="list-style-type: none"> - a Teoria celular; - relação da transmissão de caracteres adquiridos enquanto mecanismo evolutivo; - novas discussões sobre os mecanismos da transmissão gênica; - percepção de que os elementos responsáveis pela transmissão das características hereditárias estavam localizados na região nuclear.
Organicista – Século XIX até os dias atuais		

Principais ideias	Principais representantes no estudo do conceito de transmissão gênica	Principais contribuições ao conceito de transmissão gênica
<ul style="list-style-type: none"> - A teoria evolucionista de Darwin ampara uma visão holística e sistêmica do mundo vivo. - A proposta holista do organicismo se diferencia da proposta vitalista ao ter uma abordagem materialista. - Ênfase no todo, isto é, na integração. <p>Redução explicativa é malsucedida ao não considerar que “todo pode ser maior que a soma das partes”.</p>	<p>Hugo de Vries Carl Erich Correns Erich Tschermak-Seysenegg Wilhelm Ludwig Johannsen Gregor Johann Mendel Charles Robert Darwin William Bateson Rosalind Franklin Edith James Dewey Watson Francis Harry Crick Rebecca Saunders Walter Sutton Theodor Boveri John Burdon Haldane Thomas Hunt Morgan Theodosius Dobzhansky Conrad Hal Waddington Richard Dawkins</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hipótese da Pangênese; - estudo da transmissão gênica observando e analisando grandes populações de descendentes; - início de uma abordagem populacional da herança com métodos de generalizações numéricas e análise estatística; - o avanço das práticas e técnicas de hibridização e a adoção de linhagens puras contribuíram para a compreensão do conceito de transmissão gênica; - Teoria Cromossômica da Herança; - Síntese evolutiva; - Genética das populações; - Epigenética.

A partir da análise do quadro acima, é possível afirmar que o conceito de transmissão gênica, na especificidade do conhecimento biológico, constitui uma rede conceitual que é integrada à herança de características comuns a uma determinada espécie, às possíveis reações e estruturas moleculares e organizações que determinam o mecanismo de transmissão dos genes e aos fatores evolutivos e ecológicos que interagem com este processo.

Observa-se também que há, com Mendel, um salto qualitativo em torno da construção do conceito que permite uma amplitude de generalizações para explicar os fenômenos relacionados à transmissão. Neste período, se formam novas discussões sobre os mecanismos da transmissão com a percepção de que os elementos responsáveis pela transmissão das características hereditárias estavam localizados no núcleo.

Em um dos documentos originais de uma palestra apresentada por Mendel, em uma conferência para a Sociedade Brunn para o Estudo das Ciências Naturais, realizada em 1865, ele afirmou que podia ver em seu microscópio bastante rudimentar os minúsculos grãos de pólen, mas não os fatores responsáveis pela transmissão dentro deles. Neste documento, ele idealizou dizendo que algum dia um “poderoso microscópio” seria inventado para que os homens pudessem “ver os fatores responsáveis pela

transmissão”, e que talvez um dia “químicos inteligentes” pudessem ser “capazes de nos dizer sua composição química”³⁵.

Nesse mesmo documento, ele reconhece que muito mais trabalho precisaria ser feito no campo de pesquisa sobre herança para que o conhecimento pudesse avançar. Nesta apresentação de seus experimentos, Mendel relata que foi questionado por um botânico sobre as relações entre o seu trabalho relacionado à questão da hereditariedade e os trabalhos de Darwin que estavam voltados para o estudo da origem de espécies. Mendel afirmou estar convencido de que os estudos sobre híbridos eram importantes para a história evolutiva da forma orgânica. Afirmou também que, com o intuito de conhecer mais sobre o tema da evolução, leu não só os livros de Darwin, como também o de seu avô, Erasmo Darwin, denominado Zoonomia. Ele acreditava que faltava algo na teoria da “seleção natural” de Darwin. Em seu discurso Mendel declarou:

Concluo com algumas observações sobre a possível relação do meu trabalho com a evolução da forma orgânica e sobre a minha decepção que meus estudos não parecem ser conhecidos ou compreendidos, e que, por causa de meus deveres administrativos no mosteiro, agora sendo o abade, não tenho tempo para mais investigações³⁶.

O fato é que com o advento dos recursos tecnológicos e o desenvolvimento do microscópio, tal como preconizado por Mendel, foi possível que diversos grupos de cientistas realizassem suas pesquisas. Com isso, a Biologia, no decorrer de anos de aperfeiçoamento deste aparato, teve um enorme salto com os estudos sobre a citologia, sendo que, a partir desses avanços, a ideia da transmissão ganhou novos aportes, como gene, DNA, genótipo, fenótipo, homocigoto, heterocigoto, os quais construíram em torno do conceito novas possibilidades de generalizações e abstrações.

O gene é considerado como a unidade de transmissão e é nuclear à transmissão gênica, pois é responsável por demarcar sua especificidade em relação à herança. A partir de 1926, o termo gene foi sendo adotado pela comunidade científica e, nos anos que se seguiram, conceituado de diferentes maneiras. Porém, sua composição só foi elucidada na década de 1950.

Desse período até os dias de hoje, muito foi acrescentado. Ademais, ele vem sendo discutido sob diferentes aspectos. Inicialmente, o estudo da transmissão gênica era realizado a partir de observações e análises individuais; na contemporaneidade, no entanto, este padrão se modifica para grandes populações de descendentes, possibilitando uma abordagem populacional da herança, com métodos de generalizações numéricas e análise estatística.

³⁵ Gregor Johann Mendel, “Experiments in a Monastery Garden” *American Zoologist* 26 (1986): 752.

³⁶ *Ibid.*, 749.

O avanço das práticas e técnicas de hibridização e a adoção de linhagens puras também contribuíram para a compreensão deste conceito. Novas teorias e novos estudos como a “Teoria Cromossômica da Herança”, a “Síntese Evolutiva”, a “Genética das populações”, a “Genética molecular” e a “Epigenética” permitiram estabelecer generalizações teóricas ainda mais amplas sobre os seres vivos, possibilitando a constituição mais integradora entre as teorias da Evolução e da Herança, bem como a compreensão do conhecimento biológico em sua totalidade.

Na contemporaneidade, o conceito da transmissão gênica compreende o conjunto de reações moleculares responsáveis pela transmissão e expressão dos genes, que podem ou não se manifestarem fenotipicamente em outras gerações. Tal ação envolve uma diversidade de mecanismos moleculares de organização e equilíbrio, por meio de processos de replicação, transcrição e tradução da informação que poderá ser repassada à próxima geração, com a possibilidade de ocorrência de interação de fatores genéticos e ambientais³⁷.

A essência de seu desenvolvimento ao longo do tempo e do espaço é evidenciada nas relações conceituais, ontológicas, histórico-sociais e epistemológicas que estruturam a Biologia enquanto Ciência, tal como demonstrado na Figura 1.

³⁷ Elisa Vaz Borges Silva, “O pensamento conceitual e a formação de professores de Biologia: a transmissão gênica como objeto do conhecimento” (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, 2020).

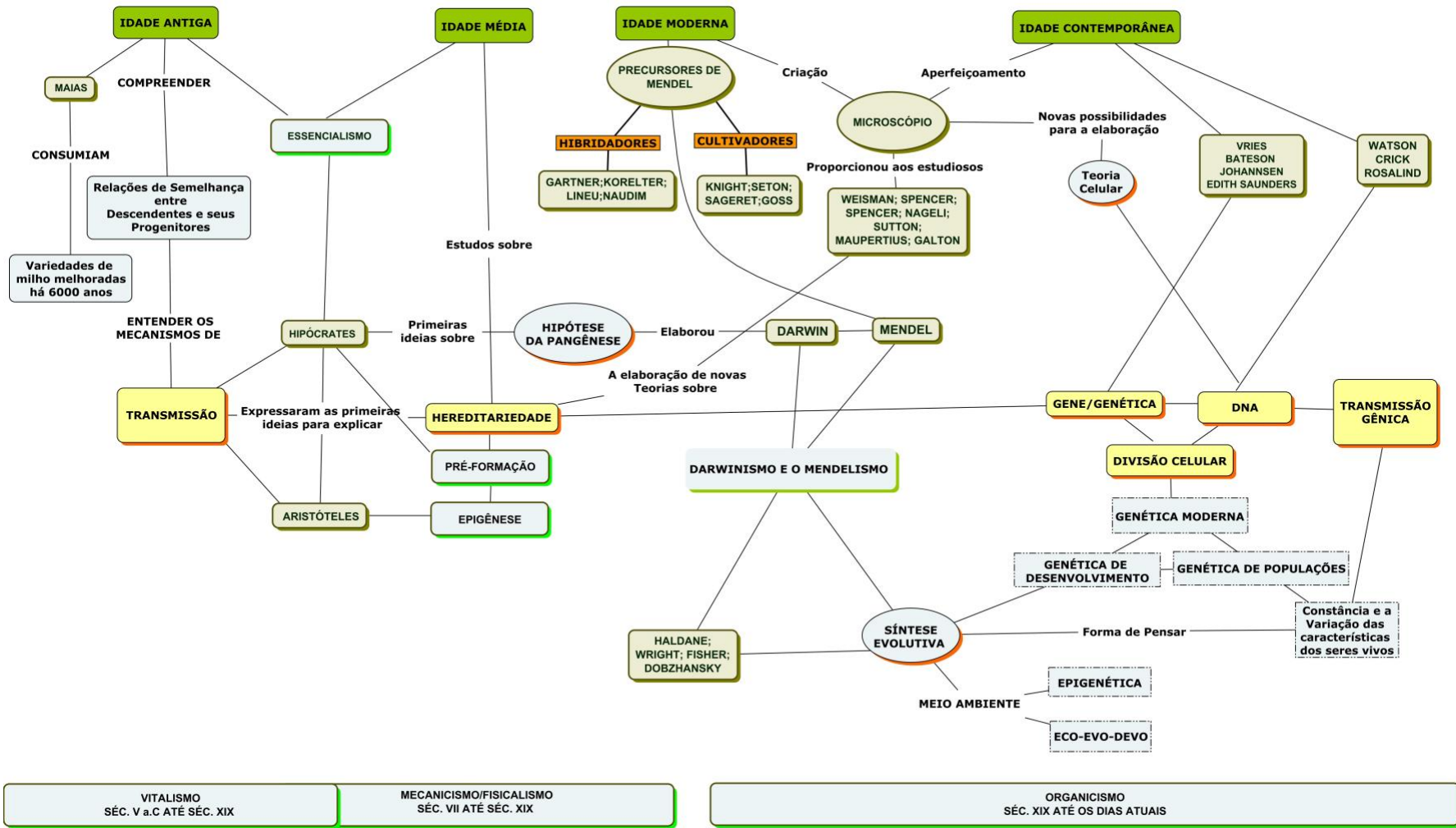


Figura 1: Representação da rede conceitual da transmissão gênica³⁸.

³⁸ Elisa Vaz Borges Silva, "O pensamento conceitual e a formação de professores de Biologia: a transmissão gênica como objeto do conhecimento" (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, 2020), 105.

Com o desenvolvimento dos estudos que permeiam o conceito de transmissão gênica, tais como, a investigação da síntese proteica pelos processos de transcrição e tradução; a relação entre fatores hereditários e ambientais; o Projeto Genoma Humano; a tecnologia de DNA recombinante; o estudo da genética evolutiva, molecular ou moderna, entre outros, fica evidente como o conceito de transmissão gênica passou por transformações ao longo desse período.

A transmissão gênica como conhecemos na contemporaneidade não se entende simplesmente como “transferência das características hereditárias de pais para filhos ao longo das gerações”. Sua natureza teórica se expressa em sua possibilidade de generalização da mesma natureza que ultrapassa uma simples sistematização verbal. Isso porque este conceito é constituído por diferentes intencionalidades, contradições e transformações acerca das concepções e perspectivas da Ciência como um todo, conforme apresentado até aqui.

Pelo exposto, é correto afirmar que o movimento do conhecimento não cessa e está sempre em processo de mudanças quantitativas e qualitativas, se enriquecendo com novos conteúdos, incorporando novos elementos, transformando-os e reorganizando-se interiormente³⁹.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de gênese e desenvolvimento do conceito de transmissão gênica foi investigado a partir de suas relações com a História Natural e Social do ser humano, articulando, neste processo, a perspectiva das principais correntes filosóficas da biologia: vitalismo, fisicalismo e organicismo, as quais expressam as diferentes relações estabelecidas entre o ser humano e a natureza.

Retomamos, dessa forma, o problema de pesquisa entendendo que o processo de construção do conceito de transmissão gênica foi determinado por condições históricas e que, por essa razão, ele é ideologicamente comprometido.

Percebemos, no decorrer de nosso estudo, como o modo de produção do ser humano se modifica ao longo de cada período, transformando seu trabalho e sua visão do mundo, o que se estende para a apreensão dos fenômenos dos seres vivos.

Como vimos, as condições materiais objetivas correspondem à forma pela qual o ser humano transforma a realidade para satisfazer as suas necessidades, sendo que, neste processo, ocorre a construção do conhecimento, que é demarcado pelas condições materiais de cada período.

³⁹ Pavel Vasilyevich Kopin. A dialética como lógica e teoria do conhecimento. (Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978).

Ficou evidente durante a realização de nosso estudo que as condições materiais e objetivas, e os interesses que prevalecem em cada época, influenciaram o processo de formação de conhecimentos e, conseqüentemente, a forma como o conceito de transmissão gênica foi se constituindo.

Diante de todo o exposto, entende-se que o conhecimento biológico foi construído considerando suas características processuais e seu contexto histórico-cultural. Os conhecimentos biológicos estão presentes no desenvolvimento da sociedade e da cultura, influenciando a visão de mundo e assumindo um papel social importante. Sendo assim, a organização do ensino deve ser contextualizada a partir dos conhecimentos elaborados historicamente pela humanidade, para que estes possam ser apropriados pelos indivíduos.

Este movimento de aproximações, relações e síntese dos elementos essenciais ao conhecimento historicamente construído proporcionou, a partir da perspectiva do estudo do movimento lógico-histórico, a compreensão da essência do conceito de transmissão gênica.

Ficou constatado, portanto, que, na intensa relação entre história social e natural, é necessário explicitar as unidades conceituais, epistemológicas, sócio-históricas e ontológicas que se constituem enquanto a essência do movimento de construção do conhecimento biológico. Essa forma de compreender o conceito de transmissão gênica pode contribuir de forma significativa para que professores de Biologia apropriem da Ciência que lecionam e organizem os modos de ensinar se pautando nessas unidades. Logo, poderá contribuir para que o ensino dos conceitos biológicos avance da lógica formal, dicotômica e a-histórica e seja construído em uma perspectiva crítica e reflexiva articulado com as condições concretas da sociedade.

Sobre as Autoras

Elisa Vaz Borges Silva

elisavaz@discente.ufg.br

Regiane Machado de Sousa Pinheiro

regianemachado0311@gmail.com

Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar

adda.daniela@ufg.br

Artigo recebido em 30 de maio de 2023
Aceito para publicação em 09 de outubro de 2023