

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO**  
**DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA**

**Concepções sobre a origem do comportamento humano: contribuições da Psicobiologia**

**Carlos Antônio Rodrigues Guerreiro**

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para o título de Mestre em ciências, Área: Psicobiologia.

**RIBEIRÃO PRETO**

**2021**

CARLOS ANTÔNIO RODRIGUES GUERREIRO

**Concepções sobre a origem do comportamento humano: contribuições da Psicobiologia**

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para o título de Mestre em ciências, Área: Psicobiologia.

Orientadora: Profa. Dr. Fabiana Maris Versuti  
Co-orientadora: Profa. Dr. Mayra Antonelli-Ponti

**RIBEIRÃO PRETO**

**2021**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Guerreiro, Carlos Antônio Rodrigues

Concepções sobre a origem do comportamento humano:  
contribuições da psicobiologia. Ribeirão Preto, 2021.

112 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de  
Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de  
concentração: Psicobiologia.

Orientadora: Versuti, Fabiana Maris.

1. Herdabilidade. 2. Genética do Comportamento. 3.  
Educação. 4. Professor. 5. Percepção.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

GUERREIRO, Carlos Antônio Rodrigues

“Concepções sobre a origem do comportamento humano: contribuições da Psicobiologia”

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para o título de Mestre em ciências.

Área de concentração: Psicobiologia.

Aprovada em: 03/09/2021

### **Banca examinadora**

Profa. Dra. Fabiana Maris Versuti

Instituição: Professora Doutora da Universidade de São Paulo - USP

Profa. Dra. Catarina Nivea Bezerra Menezes

Instituição: Professora Doutora da Universidade de Fortaleza - Unifor

Prof. Dr. Tiago Jesse Souza de Lima

Instituição: Professor Adjunto da Universidade de Brasília - UNB

**Dedico este trabalho a todas as professoras  
que me auxiliaram a chegar até aqui.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço sincera e afetuosamente:

À minha família. Minha mãe, Sandra, por ter “movido montanhas” para que eu pudesse realizar esta pós-graduação. Ao meu pai, Hygino, que me fez espairer com longas conversas e acolheu minha mãe. À minha companheira, Andressa, por estar ao meu lado e me auxiliar de infinitas formas. Aos meus primos Hele e Luis, por serem grandes companhias e terem tirado diversas dúvidas acadêmicas.

Aos professores e professoras. Professoras Fabiana Maris Versuti e Mayra Antonelli-Ponti por terem sido muito mais do que orientadoras, por serem sensíveis e terem me incentivado à conclusão deste trabalho. Professora Patrícia Ferreira Monticelli, por ter me apresentado a professora Fabiana e ter me introduzido a grupos de estudo sobre o tema da minha dissertação. Professor José Aparecido da Silva, com quem discuti o projeto, me apresentou referências e tive longas conversas sobre genética do comportamento. Professora Catarina Nívea Bezerra Menezes, por ter me apresentado o programa e ter sido ponte entre a Universidade de Fortaleza e a Universidade de São Paulo. E aos professores e professoras que participaram destas pesquisas.

A todos os meus colegas de laboratório, principalmente ao Rafael, Flávio, Juliana, Carolina e Marcelo, pois tiveram impacto direto na produção do meu mestrado e espero que essa parceria continue.

Aos amigos, que auxiliaram na manutenção da minha saúde mental em tempos tão difíceis de pandemia: Alexandre, Caio, Carlão, Ícaro, João, Leandro, Roberto, Vitor. Também Abimael e Leonardo, que além de amigos, me auxiliaram em dúvidas de inglês. E especialmente ao Pedro, que além de excelente companhia, me auxiliou com dúvidas burocráticas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## RESUMO

Guerreiro, C. A. R. (2021). *Concepções sobre a origem do comportamento humano:*

*contribuições da Psicobiologia.* [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo].

Esta dissertação é dividida em três estudos, o primeiro é um ensaio sobre o conceito de herdabilidade, o segundo é um estudo qualitativo, uma revisão de escopo sobre a percepção de professores sobre a origem do comportamento humano e o terceiro é uma pesquisa quantitativa que verifica a percepção de professores sobre a origem do comportamento humano, crenças e expectativas sobre si e seus alunos. O primeiro estudo se trata de uma crítica ao artigo de Moore e Shenk, *The Heritability Fallacy*, a partir de uma leitura de Larry Laudan em *O Progresso e seus Problemas*. Conclui-se que há críticas válidas ao termo, por exemplo, que este pode ser confuso ao público geral, mas há críticas que propõem a extinção do uso do termo. Propõe-se que ao invés de ser extinto, o termo pode ser utilizado de maneira conjunta com outras análises, resultados e conclusões, sendo, portanto, essa a escolha mais racional e progressiva. O segundo estudo é uma revisão de escopo, com o objetivo de mapear evidências sobre como os professores percebem questões relacionadas à genética do comportamento, como questões sobre a importância dos genes e do ambiente para a expressão do comportamento humano. Foram realizadas pesquisas nos buscadores: Springerlink, PsycInfo, Science Direct e Web of Science e foram obtidos 4046 artigos, dos quais 17 foram escolhidos para a leitura final. Para mapear as evidências, os artigos foram divididos em sete artigos que se relacionam diretamente com a percepção de professores sobre genes e ambiente e 10 artigos que se relacionam indiretamente, isto é, que dão base epistemológica para a discussão. Foram sumarizadas informações em tabelas e foram realizadas análises de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e Nuvem de Palavras. Os resultados apontam que, em geral, professores tendem a concordar que tanto os genes quanto o ambiente são importantes para a compreensão do comportamento humano, mas alguns artigos demonstram que a aceitação da teoria da evolução é baixa e que se relaciona negativamente com crença religiosa. A CHD dos sete artigos apontou cinco classes: “Influência genético-ambiental”; “Ensino de conteúdo sensível”; “Educação de precisão”; “Mindset, Nature e Nurture”; “Itens sobre genes e ambiente”. A CHD dos 10 artigos apontou quatro classes: “Experiência em ensinar”; “Mensuração e aceitação do conteúdo científico”; “Evidências científicas, leis e teorias”; “Tecnologia e igualdade de gênero”. O terceiro estudo teve como objetivo descrever as crenças, expectativas e concepções implícitas de professores, relacionando *Mindset* e concepções de determinismo biológico. Esta pesquisa contou com 908 professores do estado de São Paulo, Brasil. Foram utilizadas as escalas de Concepções Implícitas (CI) e Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory (BEST). Resultados demonstram que: professores tendem a um não determinismo genético e a crenças positivas sobre si e sobre seus alunos; o Mindset é preditor das CI; possuir experiência profissional levava a menor compreensão de determinismo genético nas diferenças individuais; pós-graduandos tendiam menos ao determinismo genético que graduandos/com ensino médio completo; menor a renda familiar pode afetar a percepção de Mindset e IndCI, menor renda se relaciona com percepções mais deterministas. Os resultados corroboram estudos anteriores.

*Palavras-chave:* Herdabilidade, Genética do Comportamento, Educação, Professor, Percepção

## ABSTRACT

Guerreiro, C. A. R. (2021). *Conceptions about the origin of human behavior: contributions from Psychobiology*. [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo].

This dissertation is divided into three studies, the first is an essay on the concept of heritability, the second is a qualitative study, a scoping review on the perception of teachers about the origin of human behavior and the third is a quantitative research that verifies the perception of teachers about the origin of human behavior, beliefs and expectations about themselves and their students. Study one is a critique of Moore and Shenk's article, *The Heritability Fallacy*, based on the work of Larry Laudan in *Progress and Its Problems*. It is concluded that there are valid criticisms of the term, for example, that it may be confusing to the general public, but there are criticisms that propose the extinction of the term usage. It is proposed that instead of being extinct, the term can be used in conjunction with other analyses, results and conclusions, being, therefore, the most rational and progressive choice. Study two was a scoping review, with the aim of mapping evidence on how teachers perceive issues related to the genetics of behavior, such as questions about the importance of genes and the environment for the expression of human behavior. Searches were carried out in search engines: *Springerlink*, *PsycInfo*, *Science Direct* and *Web of Science* and 4046 articles were obtained, of which 17 were chosen for the final reading. To map the evidence, the articles were divided into 7 articles that relate directly to the perception of teachers about genes and environment and 10 articles that relate indirectly, that is, they provide an epistemological basis for the discussion. Information was summarized in tables and Descending Hierarchical Classification (CHD) and Word Cloud analyzes were performed. The results indicate that, in general, teachers tend to agree that both genes and environment are important for understanding human behavior, but some articles demonstrate that acceptance of the theory of evolution is low and that it is negatively related to religious belief. The CHD of the seven articles pointed out five classes: "Environmental-genetic influence"; "Teaching of Sensitive Content"; "Precision education"; "Mindset, Nature and Nurture"; "Items about genes and environment". The CHD of the 10 articles pointed to four classes: "Experience in teaching"; "Measurement and acceptance of scientific content"; "Scientific evidence, laws and theories"; "Technology and gender equality". Study three aimed to describe the beliefs, expectations and implicit conceptions of teachers, relating Mindset and conceptions of biological determinism. This research included 908 teachers from the state of São Paulo, Brazil. The Implicit Conceptions (CI) and Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory (BEST) scales were used. Results show that: teachers tend to a non-genetic determinism and positive beliefs about themselves and their students; Mindset is a predictor of CI; having professional experience led to less tendency to genetic determinism in individual differences; graduated teachers were less likely to believe in genetic determinism than undergraduates/high school completed teachers; lower family income can affect the perception of Mindset and the perception of genetic determinism in individual differences, lower income is related to deterministic perceptions. The results support previous studies.

*Keywords:* Heritability, Behavior Genetics, Education, Teacher, Perception



## Lista De Figuras

<b>Figura 1</b> .....	42
<b>Figura 2</b> .....	50
<b>Figura 3</b> .....	53
<b>Figura 4</b> .....	54
<b>Figura 5</b> .....	56
<b>Figura 6</b> .....	74
<b>Figura 7</b> .....	75

## Lista De Tabelas

<b>Tabela 1</b> .....	45
<b>Tabela 2</b> .....	47
<b>Tabela 3</b> .....	74
<b>Tabela 4</b> .....	75
<b>Tabela 5</b> .....	76
<b>Tabela 6</b> .....	77
<b>Tabela 7</b> .....	78
<b>Tabela 8</b> .....	79
<b>Tabela 9</b> .....	80
<b>Tabela 10</b> .....	81
<b>Tabela 11</b> .....	81
<b>Tabela 12</b> .....	83

## Sumário

Introdução .....	13
Relação Entre Os Artigos E Projeto Desenvolvido .....	17
Estudo 1 .....	19
Resumo .....	19
Introdução .....	20
Natureza da Discussão .....	20
Problemas Empíricos do Modelo da Genética do Comportamento .....	22
Problemas Conceituais do Modelo da Genética do Comportamento.....	25
Escolha entre Teorias de Racionalidade Concorrentes .....	25
Conclusão.....	31
Referências.....	33
Estudo 2 .....	36
Resumo .....	36
Introdução .....	38
Discussão Natureza Versus Ambiente .....	38
Genética do Comportamento e Educação .....	39
Método .....	41
String .....	42
Critérios de Inclusão e Exclusão .....	43
Mapeamento das Evidências .....	43
Resultados .....	44
Estudos que se Relacionam Diretamente com a Genética do Comportamento .....	44
Classificação Hierárquica Descendente.....	44
Estudos que se Relacionam Indiretamente com a Genética do Comportamento.....	53
Classificação Hierárquica Descendente.....	53
Discussão .....	56
Referências.....	61
Estudo 3 .....	66
Resumo .....	66
Introdução .....	68
Método .....	69
Participantes .....	70
Aspectos Éticos .....	70
Instrumentos de Pesquisa .....	70

Questionário de Caracterização Sociodemográfica .....	70
Beliefs and Expectations of Students and Teachers Inventory (BEST) .....	71
Escala para Avaliação de Concepções Implícitas sobre Influência Genética e Ambiental em Humanos .....	72
Procedimento.....	72
Resultados .....	73
Análise Fatorial Confirmatória.....	73
BEST .....	73
CI.....	73
Teste de Normalidade para as Dimensões das Escalas .....	75
Estatísticas Descritivas das Dimensões.....	75
Correlações entre as Dimensões.....	76
Regressão Linear Simples .....	76
Teste t para Amostras Independentes.....	76
ANOVAs.....	78
Discussão .....	83
Limites e Alcances .....	85
Referências.....	86
Considerações Finais .....	90
Referências.....	91
Apêndices.....	102
Apêndice A.....	102
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	102
Apêndice B.....	104
Questionário Sociodemográfico .....	104
Anexos .....	106
Anexo A .....	106
Beliefs Expectations of Students and Teachers inventory (BEST) .....	106
Anexo B.....	108
Escala para Avaliação de Concepções Implícitas sobre Influência Genética e Ambiental em Humanos .....	108

## Introdução

As pesquisas em genética do comportamento colaboraram para compreensão do comportamento humano (Polderman et al., 2015; Plomin et al., 2016) e, no momento, estão em ascensão (Uchiyama et al., 2021<sup>1</sup>). Boa parte dessa ascensão se deve ao surgimento de novas tecnologias, como novos métodos de sequenciamento do DNA, novas tecnologias computacionais e maior facilidade de coleta e participação de grandes grupos de pessoas (Harden, 2021; Uchiyama et al., 2021).

As evidências produzidas pela genética do comportamento auxiliaram também na compreensão de traços cognitivos como habilidade de leitura e matemática (Kovas et al., 2016), capacidade da memória (Papassotiropoulos et al., 2011), inteligência (Davies et al., 2018; Gottlieb, 2003; Lee et al., 2018; Savage et al., 2018; Turkheimer, 2000) e até questões que impactam diretamente na educação, como nível educacional (Harden, 2021; Lee et al., 2018; Uchiyama et al., 2021). Sendo assim, faz-se necessárias pesquisas que aproximem os temas de genética do comportamento e educação.

Uma das possíveis aproximações entre genética do comportamento e educação se dá a partir da descrição de como professores compreendem conceitos e evidências da genética do comportamento. No Brasil, pesquisas anteriores demonstram que professores tendem a perceber tanto genes quanto ambiente como importantes para a origem do comportamento humano (Antonelli-Ponti et al., 2018; Antonelli-Ponti e Crosswaite, 2019; Ponti, 2020). Na Inglaterra, Crosswaite e Asbury (2018) relacionaram o conceito de *Mindset* com a percepção de professores acerca das diferenças individuais da inteligência e relevância da genética do comportamento para a educação. Seguindo essas tendências, este trabalho visou mapear as

---

<sup>1</sup> No momento da finalização desta pesquisa, em julho de 2021, o artigo em questão informava estar disponível para citação, mas não era a versão final.

percepções de professores sobre genes e ambientes através de uma revisão de escopo e relacionar os construtos de *Mindset* e Concepções implícitas a partir da visão de professores.

Optou-se que um dos estudos fosse uma revisão de escopo, com o objetivo de identificar evidências disponíveis que relacionam a percepção de professores à conceitos de genética do comportamento humano. Já o outro estudo, optou-se por relacionar Concepções implícitas e *Mindset* na visão de professores. Contudo, ao longo do desenvolvimento desses dois estudos, emergiu-se a necessidade de resolver uma questão filosófica sobre um termo fundamental da genética do comportamento: a herdabilidade. Sendo assim, esta dissertação contém 3 estudos: o estudo um é um ensaio intitulado *Herdabilidade: Compreensões Sociais, Utilizações Científicas E Críticas*; o estudo dois é uma pesquisa qualitativa intitulada *Percepção De Professores Sobre Genes E Ambiente: Uma Revisão De Escopo*; por fim, o estudo três se trata de uma pesquisa quantitativa intitulada *Crenças, Expectativas E Concepções Implícitas De Professores De São Paulo*.

Sobre o estudo um, o trabalho de Polderman et al., (2015) parece ser um marco para genética do comportamento, os autores da pesquisa realizaram uma meta-análise dos últimos 50 anos de literatura, mapeando a herdabilidade de diversos traços psicológicos de mais de 2,5 milhões de gêmeos. Contudo, mesmo com a genética do comportamento produzindo décadas de conhecimento através da métrica da herdabilidade, ainda existem críticas recentes ao termo, que referem que o termo deva ser abandonado, é o caso de Moore e Shenk (2017). Sendo assim, optou-se por um embate de evidências entre os argumentos a favor da herdabilidade e os argumentos de Moore e Shenk (2017), contrários ao termo. Para a mediação dessa discussão filosófica, optou-se pelo trabalho de Laudan (1978).

A escolha da Laudan (1978) como mediação das evidências contrárias e a favor da herdabilidade, deve-se ao fato de que a teoria de Laudan refere que quando há embate entre teorias rivais, aquela que melhor soluciona problemas deve ser escolhida, pois essa escolha

seria progressiva e racional. A teoria de Laudan (1978) refere que a ciência é uma atividade de soluções de problemas e que problemas são quaisquer presunção ou suposição do que acreditamos estar acontecendo no mundo, mais comumente no laboratório. Laudan (1978) divide os problemas em dois tipos: empíricos, aqueles que, em geral, referem-se aos experimentos; e conceituais, aqueles que, em geral, referem-se as questões puramente teóricas. Para o autor, quando duas teorias rivais discordam em relação a problemas empíricos e/ou conceituais, deve-se examinar as discordâncias e verificar quais das duas teorias melhor solucionam problemas, não só em quantidade, como em qualidade, havendo também possibilidade de síntese de evidências. Uma vez que sejam examinadas as soluções de problemas empíricos e conceitos, escolhe-se uma das teorias rivais, podendo haver adição de evidências à teoria escolhida a partir da outra teoria. Assim, o estudo um discute os problemas empíricos e conceituais da herdabilidade, a partir da genética do comportamento e do que foi considerado uma teoria rival, o artigo de Moore e Shenk (2017), *The Heritability Fallacy*.

Em relação ao estudo dois, entende-se que a genética do comportamento trouxe contribuições significativas para educação, dentre elas estão: a diversidade é normal; se pessoas divergem em partes por causa da genética, não devemos esperar que todos pontuem igual; ambientes são influenciados por genes e vice-versa; igualdade de oportunidades requer diversidade de oportunidades (Asbury & Plomin, 2013). Assim, faz-se necessário investigar como a literatura atual apresenta a percepção de professores sobre temas relacionados à genética do comportamento, como percepção de professores sobre influência genético-ambiental de comportamentos e sobre questões epistemológicas que dão sustentação a esses temas. Devido a amplitude do tema da busca, optou-se por uma revisão de escopo, que permite uma busca mais ampla do que outros tipos de revisões (Munn et al., 2018). Contudo, em geral, revisões de escopo apenas mapeiam os artigos e os sumarizam em tabelas, para

aumentar a robustez dessa revisão, foram realizadas análises de Classificação Hierárquica Descendente e de Nuvem de palavras.

A Classificação Hierárquica Descendente realiza uma análise fatorial por correspondência nos textos selecionados, auxiliando a diminuição de vieses na interpretação, por exemplo, nos dados obtidos em uma revisão de escopo. Essa análise identifica possíveis aproximações, associações e intensidade entre as palavras, assim, a partir dos artigos selecionados, ao invés de uma análise mais subjetiva apenas da leitura do autor, obtém-se dados mais replicáveis e robustos. Já a Nuvem de palavras, trata-se uma análise mais simples, apresentando apenas a frequência das palavras, ajustando o tamanho de acordo com a frequência. Contudo, além de ser esteticamente agradável, a Nuvem de Palavras oferece uma compreensão rápida sobre o conteúdo dos artigos selecionados (Camargo & Justo, 2013; Cervi, 2018).

Por fim, o estudo três, além de ser inspirado no estudo de Crosswaite e Asbury (2018), relacionando escalas que avaliam construtos semelhantes, como supracitados, o estudo também serve como replicação e corroboração das estruturas fatoriais das escalas *Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory* (BEST) e de Concepções Implícitas (CI). A escala BEST foi desenvolvida por Princiotti et al. (2019) e a de Concepções Implícitas foi validada no Brasil por Ponti (2020). Quando esta pesquisa foi realizada, as escalas ainda não haviam sido publicadas em revistas científicas e um outro estudo com  $n$  amostral considerável (908 professores do estado de São Paulo) corroborar as evidências de Ponti (2020) e Princiotti (2019) dá maior sustentação empírica às escalas.



## Relação Entre Os Artigos E Projeto Desenvolvido

Este projeto visou relacionar as pesquisas da genética do comportamento com a educação. Inicialmente, foi realizada uma revisão sistemática de estudos em português que trabalhassem percepção de professores sobre determinismo genético/social, contudo, poucos resultados foram encontrados e com muita literatura cinza. Optou-se então por realizar buscas mais amplas, uma revisão de escopo e a nível internacional.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, o pesquisador se deparou com críticas a um conceito chave para a genética do comportamento: a herdabilidade. Como as críticas eram de um cunho filosófico, optou-se por fazer um embate de evidências apresentadas pela genética do comportamento e por Moore e Shenk, em *The Heritability Fallacy*, críticos do conceito de herdabilidade. Para mediação das evidências, foi utilizado a obra de Larry Laudan, *O Progresso E Seus Problemas*, como mediadora, já que a teoria de Laudan se propõe a realizar mediações de evidências entre teorias rivais. Deu-se, dessa forma, o primeiro estudo deste projeto, uma base filosófica para fundamentação de um conceito presente em praticamente todos os estudos de genética do comportamento.

Já a revisão de escopo, o segundo estudo, é uma revisão mais ampla, entende-se que esteja entre uma revisão de narrativa e uma revisão integrativa, pois, realiza uma busca sistemática, com *string* bem estabelecida, contudo, não realiza uma avaliação crítica e de qualidade dos estudos como faria uma revisão integrativa. Optou-se pela revisão de escopo, dada a pouca oferta de estudos que relacionem genética do comportamento e educação, assim, a revisão de escopo mapeia as evidências da área e pode servir como base para outras revisões mais criteriosas ou como fundamentação de estudos teóricos com temas aproximados.

O terceiro estudo se trata de uma pesquisa quantitativa, que relaciona as escalas de Concepções Implícitas, validada no Brasil por Antonelli-Ponti, que co-orienta este projeto e a

*Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory*, desenvolvida pelo Laboratório de Estudos e Pesquisa em Economia Social, parceiro de pesquisa do ConectaLab, laboratório ao qual o pesquisador deste estudo está vinculado. O estudo três foi inspirado no estudo de Crosswaite e Asbury, *Teacher Beliefs About The Aetiology Of Individual Differences In Cognitive Ability, And The Relevance Of Behavioural Genetics To Education*, que relaciona escala de *Mindset* com escalas que avaliam construtos relacionados à genética do comportamento.

O primeiro estudo é um ensaio filosófico e dá sustentação teórica e filosófica ao presente trabalho por meio de conhecimentos advindos da psicobiologia em integração à filosofia da ciência. O segundo estudo, de caráter qualitativo, indica as evidências da área, sendo útil para compreensão e interpretação dos resultados apresentados no terceiro estudo. O último estudo desta dissertação traz dados de uma coleta primária, os quais analisados por meio de técnicas estatísticas e de psicometria, expressa por meio de relatos de professores parte do que se discutiu no primeiro e do que se verificou no segundo estudo. Sendo assim, verifica-se a coesão teórica e metodológica (filosófica, qualitativa e quantitativa) dos estudos que compõe esta dissertação.

## Estudo 1

### **Herdabilidade: compreensões sociais, utilizações científicas e críticas**

**Carlos Antônio Rodrigues Guerreiro<sup>1</sup>; Mayra Antonelli-Ponti<sup>1</sup>; Fabiana Maris**

**Versuti<sup>1</sup>**

1 - Programa de pós-graduação em Psicobiologia - FFCLRP/USP-RP

### **Resumo**

Este estudo analisou o conceito de herdabilidade, termo este utilizado pela genética do comportamento, genética molecular, entre outras ciências. Discutiu-se suas utilizações e os argumentos contrários ao uso do termo focando principalmente nos experimentos e achados do modelo da genética do comportamento. A partir do artigo de Moore e Shenk, *The Heritability Fallacy*, foram analisadas críticas ao termo. Como mediação da discussão de evidências foi utilizada a teoria de Larry Laudan em *O Progresso E Seus Problemas*. Conclui-se que algumas críticas ao termo herdabilidade são válidas, mas podem ser extremas. As análises concluem que a herdabilidade, tanto pela genética do comportamento, quanto pela genética molecular, é útil para os fins aos quais se destina nas respectivas áreas. Há críticas válidas ao termo, por exemplo, que este pode ser confuso ao público geral, mas há críticas que propõem a extinção do uso termo. Propõe-se que ao invés de ser extinto, o termo pode ser utilizado de maneira conjunta com outras análises, resultados e conclusões, sendo, portanto, essa a escolha mais racional e progressiva.

*Palavras-chave:* Herdabilidade, Genética do comportamento, Filosofia da ciência

### **Abstract**

This study analyzed the concept of heritability, a term used by behavioral genetics, molecular genetics, among other sciences. Its uses and arguments against the use of the term were discussed, focusing mainly on the experiments and findings of the behavioral genetics model. From the article by Moore and Shenk, *The Heritability Fallacy*, criticisms of the term were

analyzed. Larry Laudan's theory in *Progress and Its Problems* was used to mediate the discussion of evidence. We conclude that some criticisms of the term heritability are valid, but they can be extreme. The analyzes conclude that heritability, both by behavioral genetics and molecular genetics, is useful for the purposes for which it is intended in the respective areas. There are valid criticisms of the term, for example, that it can be confusing to the general public, but there are criticisms that propose the extinction of the term use. It is proposed that instead of being extinguished, the term can be used in conjunction with other analyzes, results and conclusions, therefore, this is the most rational and progressive choice.

*Keywords:* Heritability, Behavioral genetics, Philosophy of science

## **Introdução**

### **Natureza da Discussão**

Este estudo tem como objetivo analisar o termo de herdabilidade, que é fundamental para compreensão de diversos estudos de genética do comportamento e, mais recentemente, de genética molecular (Tenesa & Hayley, 2013; Harden, 2021; Uchiyama et al., 2021). Pretende-se fazer uma discussão sobre autores favoráveis e autores críticos ao termo.

A principal crítica utilizada será o artigo de Moore e Shenk (2017), *The Heritability Fallacy*, que questiona a utilidade da herdabilidade, refere que é um dos termos mais enganosos de toda a história da ciência e que deveria ser abandonado exceto no uso de ambiente controlado. Para mediar a discussão de evidências foram utilizadas as contribuições de Larry Laudan em *O Progresso E Seus Problemas* (1978). A perspectiva científica defendida como mais progressiva é de que há evidências empíricas que é possível mensurar a herdabilidade humana.

A estimativa da herdabilidade tem vários usos e o principal uso utilizado neste artigo será o da Genética do comportamento, que utiliza a herdabilidade a partir dos estudos de

gêmeos. A premissa da genética do comportamento é que as pesquisas com gêmeos são uma forma parcimoniosa de isolar as variáveis biológicas, pois gêmeos monozigóticos possuem materiais genéticos quase idênticos, compondo os chamados experimentos naturais. Já os gêmeos dizigóticos possuem fenótipos mais diferentes entre si do que gêmeos monozigóticos, sendo assim, a partir da comparação dessas diferenças se chega à estimativa de herdabilidade (Harden, 2021), ou seja, a proporção de diferenças fenotípicas entre indivíduos que podem ser atribuídas a diferenças genotípicas. Então, a herdabilidade é uma medida que explica o quanto da variação genética explica a variação fenotípica de um traço em determinada população, em determinado ambiente e em determinado período do tempo, ou seja, a herdabilidade varia de acordo com o ambiente e de acordo com o período em que ela é avaliada, sendo, portanto, uma medida dependente do ambiente por definição (Harden, 2021; Plomin et al., 2013). A definição de herdabilidade não é exclusiva da genética do comportamento em humanos, sendo utilizada amplamente em estudos para compreensão das influências genéticas e ambientais na expressão de traços de inúmeros seres vivos (Griffiths et al., 2006; Tenesa & Hayley, 2013). O uso do conceito de herdabilidade em estudos geneticamente sensíveis com humanos parecem ser consensuais entre os autores da área.

A principal crítica adotada para a comparação de teorias rivais foi a de Moore e Shenk (2017). A crítica de Moore e Shenk (2017) sobre o uso do termo herdabilidade aparece como uma forma renovada das críticas feitas por Gould (1996) sobre interpretações erradas relacionadas a resultados relacionados às influências genéticas nos comportamentos humanos. Para eles, um coeficiente numérico que expressa a influência genética separando os fatores (genético e ambiental) não é informativo, só atrasa a compreensão da interação gene e ambiente, é um termo enganoso e que deve ser abandonado exceto em circunstâncias limitadas a ambientes estritamente limitados. Apesar dos autores apontarem que o foco da crítica é no termo, são feitas também críticas empíricas. Não seria exagero assumir que caso a

crítica de Moore e Shenk (2017) refute o conceito de herdabilidade, boa parte da tradição de pesquisa da genética do comportamento teria que ser revista, já que a herdabilidade é fundamental para a genética do comportamento (Tenesa & Hayley, 2013).

Seguindo a noção de comparação de teorias e tradições de pesquisa de Laudan (1978), serão apresentados problemas empíricos e conceituais, resolvidos e não resolvidos, da Genética do Comportamento, para realizar a comparação com as críticas de Moore e Shenk (2017).

### **Problemas Empíricos do Modelo da Genética do Comportamento**

Alguns problemas empíricos demonstraram a necessidade das pesquisas com a herdabilidade na genética do comportamento. Grande parte desses problemas se dá devido às patologias. Verificou-se que algumas doenças genéticas causavam alterações complexas em diversos comportamentos (cognitivos e sociais) e as pesquisas com a herdabilidade colaboraram em tal compreensão (Plomin et al., 2016). Dois exemplos de patologias que relacionam genes e comportamento são: Síndrome de Prader-Willis, que é causada pela ausência de uma parte do cromossomo 15 herdado do pai, os comportamentos comuns à essa síndrome são de fome e comer excessivo, leve a moderado déficit intelectual, mudanças bruscas no humor e depressão (Cassidy et al., 2012); Síndrome de Angelman, que é causada pela ausência de parte do cromossomo 15 herdado da mãe, dentre os comportamentos comuns à essa síndrome estão aparente felicidade, risada excessiva e grave déficit intelectual (Williams et al., 2010). Dentre vários possíveis exemplos de síndromes, foram escolhidas essas duas para demonstrar como alterações em um mesmo cromossomo, neste caso o cromossomo 15, podem gerar alterações distintas em comportamentos.

Outros problemas empíricos que o uso da herdabilidade na genética do comportamento auxiliou na resolução, juntamente com a genética molecular, é o de

frequência de patologias. Por exemplo, há variação na prevalência da esquizofrenia ao longo da vida no mundo, por exemplo, varia entre 1 a 18 por 1000 na população geral (Nations for Mental Health Initiative & World Health Organization, 1997), com mediana de 4 por 1000 pessoas (Saha et al., 2005), sendo assim, estima-se que se não houvesse influência de fatores biológicos, na presença de um gêmeo monozigótico ter esquizofrenia, a chance de o outro possuir seria a mesma da população geral. Contudo, os estudos com gêmeos apontam que se um gêmeo monozigótico é diagnosticado com esquizofrenia, a chance do outro expressar o mesmo transtorno é de cerca de 50% (McGuffin et al., 2004). Esses resultados, obtidos a partir de experimentos da genética do comportamento, fazem com que emergam problemas empíricos para a genética molecular, que é encontrar quais genes são responsáveis pela variação e estimar a herdabilidade a partir deles.

Diferente do caso das síndromes geneticamente determinadas, como o exemplo das síndromes de Prader-Willis e Angel, entende-se que diversos transtornos mentais e do comportamento são causados por diversos genes (Harden, 2021), logo, isso complexifica a solução desse problema empírico para a genética molecular. Ainda no exemplo da esquizofrenia, em 2008, estudos de genética molecular foram realizados para tentar estimar a herdabilidade da esquizofrenia, contudo, os estudos não obtiveram resultados significativos que explicassem a herdabilidade (Sanders et al., 2008). Porém, em 2014, com o advento de novas tecnologias na genética molecular e com um maior  $n$  amostral de pessoas, foi possível explicar 5-7% da variação herdada da esquizofrenia (Schizophrenia Working Group of the Psychiatric Genomics Consortium, 2014), um claro sinal de progresso e solução de problema empírico. Houve progresso, mas gerou novos problemas a serem explicados, um deles é o de “*missing heritability*”.

O problema da herdabilidade perdida (*missing heritability*) diz respeito aos estudos clássicos de gêmeos e os estudos de genética molecular terem encontrado resultados de herdabilidade distintos. Por exemplo, no caso da esquizofrenia, os estudos clássicos de gêmeos estimam cerca de 77% de herdabilidade (Polderman et al., 2015), enquanto que as pesquisas em genética molecular estimam 5-7% de herdabilidade (Schizophrenia Working Group of the Psychiatric Genomics Consortium, 2014). Ou seja, há uma discrepância nos resultados, o que gera problemas empíricos e conceituais para ambas tradições de pesquisa.

Sendo assim, a partir da visão de Laudan (1978), o problema da herdabilidade perdida produziu problemas empíricos e conceituais ainda não resolvidos. Será que a herdabilidade do modelo de gêmeos está superestimada? No momento, cinco décadas de pesquisas parecem demonstrar que não (Polderman et al., 2015). Pode ser que outras tecnologias da genética molecular sejam desenvolvidas e as estimativas se aproximem. Contudo, existem diversos processos que estão incutidos na interpretação dos resultados da genética do comportamento, incluindo o coeficiente de herdabilidade (Briley et al., 2019; Plomin et al., 2016), que demonstram a dificuldade de alcançar um resultado bem informativo, livre de equívocos ou conclusões errôneas, e que informe sobre as inúmeras interações genes-ambiente até a expressão do comportamento.

A genética do comportamento se dedicou a realizar diversas avaliações, tanto fisiológicas quanto psicológicas, em gêmeos e movimentou vários países a organizar a logística para essas testagens em massa. Polderman et al. (2015) realizou uma meta-análise dos últimos 50 anos de literatura sobre o tema, com a participação de mais de 2,5 milhões de gêmeos para a avaliação de diversos traços humanos e chegou a conclusões de que o modelo de testagem em gêmeos é parcimonioso e corroborou décadas de evidências que, em geral, a herdabilidade responde a 49% de todos os traços investigados. Em mais recente investigação,



Harden (2021) traz um estado da arte na área da genética do comportamento, incluindo seus métodos, os estudos com gêmeos, análises relacionadas e a interação gene e ambiente. Neste último aspecto, Harden (2021) corrobora com os resultados de Polderman et al. (2015). Em ambos os casos, o coeficiente de herdabilidade é utilizado para fundamentar a importância de genes e ambiente em quaisquer características de um organismo.

Entende-se que a herdabilidade é um termo complexo e que pode gerar má compreensão, mas que tem grande utilidade para a genética como um todo. Contudo, Laudan (1978) refere que a história da ciência demonstrou diversas vezes que tradições de pesquisas consolidadas há décadas, passaram a não serem mais progressivas a partir de novas evidências, sendo assim, mesmo críticas a termos bem fundamentados há décadas merecem atenção.

### **Problemas Conceituais do Modelo da Genética do Comportamento**

O primeiro problema conceitual presente em qualquer estudo que envolva genética diz respeito a questões éticas. Infelizmente, o movimento eugenista, que fez parte de possivelmente o pior momento da história humana, utilizou-se de dados no início das pesquisas em genética, os deturpou e utilizou para suas ideias distorcidas. Os resultados eram interpretados de forma determinista, como a de que existem genes “bons” e “ruins”, de que alguns grupos sempre teriam os genes “ruins” e outros grupos sempre teriam os genes “bons”, e de que não há possibilidade de modificação de comportamentos (Gould, 1996). Tais interpretações foram social e cientificamente deletérias, pois impactou não só a frequência de produção de conhecimento em genética, a qual tem um potencial imenso para colaborar em diversas áreas (Watson & Berry, 1928), mas deixou a disciplina com um cuidado único em questões éticas a ponto de gerar evitação por muitos pesquisadores.

Outro problema conceitual diz respeito a compreensão geral sobre genética ser bastante focada no senso de “um gene - uma característica” (Jablonka & Lamb, 2010). É possível que a informação de uma porcentagem de influência genética, como é informado pelo coeficiente de herdabilidade, seja algo bastante complexo para compreensão do público geral. Por exemplo, ao afirmarmos que a herdabilidade da altura é de cerca de 79% (Geddes, 2019), alguém que não domine bem o assunto pode inferir que uma pessoa de 2 metros de altura, tem 158 centímetros devido a genes ou a um gene e 42 centímetros devido ao ambiente.

Outro problema conceitual da genética do comportamento é o dos ambientes iguais assumidos. Sabe-se que toda pesquisa, por mais rigorosa que seja, tem suas limitações. No caso da genética do comportamento, a estimativa de herdabilidade depende, em partes, da presunção de que os ambientes dos participantes das pesquisas de gêmeos sejam similares, isto é, assume-se que a similaridade dos ambientes é semelhante tanto para gêmeos monozigóticos quanto para gêmeos dizigóticos. Caso gêmeos monozigóticos experienciam ambientes mais similares do que os dizigóticos, então, as estimativas de herdabilidade advindas de tais estudos podem ser infladas. É impossível, no entanto, gerar uma precisão absoluta, visto que, como ocorre em toda pesquisa com seres humanos, é impossível controlar ou acompanhar todo tipo de ambiente, estimulação e experiência pela qual o indivíduo está exposto, contudo, as pesquisas demonstram que a presunção de ambientes assumidos é parcimoniosa (Briley et al., 2019; Plomin et al., 2013).

### **Escolha entre Teorias de Racionalidade Concorrentes**

O primeiro ponto negativo apontado por Moore e Shenk (2017) sobre o termo herdabilidade, parece inicialmente ser uma questão linguística, no inglês, herdabilidade parece já ter sido utilizada como sinônimo hereditariedade, e que teve o significado

modificado. No português, apesar da mesma má compreensão ser possível, herdabilidade é um termo bem pouco usual, possivelmente utilizado apenas em contextos que envolvam a genética, sendo possível para alguém que ouça com menos interesse confundir com hereditariedade, algo que, em uma inferência simples poderia ser compreendida como “se parece com hereditariedade, deve ter o mesmo significado” (Astorga & Torres-Bravo, 2020). Os autores apontam corretamente que os termos geram confusões, que isso é potencializado no inglês e que causa má compreensão no público geral. Este problema parece caracterizar o que Laudan (1978) refere como um problema conceitual de visão de mundo, isto é, o termo tem significados diferentes, um na comunidade científica e outro no público geral, contudo, isso não invalida o termo, no máximo, essa diferenciação demonstra uma falha na capacidade de extensão, no sentido de divulgação científica. Mesmo que não haja uma divulgação científica que faça o público geral entender o termo, não é parcimonioso assumir que o público geral entenda todos os pormenores de um assunto tão complexo quanto a genética e a validade ou não do termo independe da compreensão do público geral.

Neste parágrafo serão apontados exemplos que Moore e Shenk (2017) referem ao termo herdabilidade, no qual fazem referência a fragilidade do termo em relação à sensibilidade do mesmo ao ambiente. Um dos pontos mencionados pelos autores é sobre a comparação entre famílias ricas e pobres e como isso pode enviesar os resultados da herdabilidade. Eles argumentam também que gêmeos idênticos que compartilham a mesma placenta têm QI e personalidades mais semelhantes do que gêmeos que não compartilham a placenta e que isso seria uma evidência da fragilidade da herdabilidade e a favor de uma maior influência ambiental. Esses pontos sugerem o que Laudan (1978) veria como graves problemas empíricos para a genética do comportamento, contudo, esses pontos parecem ter sido respondidos diversas vezes pela teoria e não parecem ser suficientes para que os autores

parem de trabalhar com o termo, no próximo parágrafo será demonstrado como lidar com essas críticas.

A herdabilidade é sim sensível ao ambiente e parte da solução deste problema se dá a questão dos ambientes iguais assumidos já supracitados. Contudo, essa sensibilidade da herdabilidade ao ambiente está expressa em sua definição e por causa dessa sensibilidade é que existe a possibilidade de mensuração (Plomin et al., 2013). Enquanto a questão da diferenciação em nível econômico das famílias, Harden (2021) refere que o poder preditivo de variáveis socioeconômicas rivaliza com o poder preditivo da variância genética, a autora não refere que isso não invalidaria o uso da herdabilidade, mas sugere que é algo de importante a ser levado em consideração. Porém, tais equívocos fazem parte da história de qualquer ciência, são problemas empíricos resolvidos e de forma alguma esses equívocos invalidam todas as mensurações da herdabilidade (Harden, 2021).

Ainda sobre a questão dos ambientes iguais assumidos, Laudan (1978) aponta por diversas vezes a importância de levar em consideração a história da ciência. A história da genética do comportamento demonstra que houve superestimação de herdabilidade em alguns casos, como no caso da orientação sexual e do câncer de mama (Harden, 2021), então, é parcimonioso assumir que outras mensurações de herdabilidade possam estar superestimadas e esse ponto pode ser a resposta para o problema da herdabilidade perdida. Sabe-se que o cálculo da herdabilidade a partir dos estudos de gêmeos tem viés que pode gerar superestimação, mas isso é levado em consideração nos experimentos (Tenesa & Hayley, 2013).

O problema da herdabilidade perdida, “*missing heritability*”, como supracitado, diz respeito a uma grande discrepância entre os estudos clássicos de gêmeos e dos recentes achados de genética molecular, mas mesmo que considerássemos que todos os estudos de

genética do comportamento superestimaram a herdabilidade, o que não é consensual na área, ainda assim a herdabilidade não seria zero e o termo não seria descartado. Sobre este tópico, Harden (2021) sugere:

Quer esteja perdido ou oculto, a lacuna contínua entre as estimativas de herdabilidade baseadas no DNA e as estimativas de estudos de gêmeos/famílias significa que o último pode ainda estar superestimando a herdabilidade devido a suposições errôneas. Mas não é mais razoável, contra algumas previsões, esperar que os avanços na genômica humana revelem que a herdabilidade dos fenótipos psicológicos é inteiramente ilusória (p. 12.8).

Moore e Shenk (2017) referem que o termo pode ser útil apenas para o grupo mensurado, mas que não faz sentido a aplicação do termo a nível individual. De forma direta, a estimativa de herdabilidade não é aplicável a nível individual, pois é uma estimativa de grupos (Plomin et al., 2013). O termo não se propõe a ser aplicado diretamente a nível individual, então, essa crítica, a priori, é uma crítica inconsistente (Laudan, 1978), ou vale somente para maior atenção no momento de reportar os resultados, não levando o público a interpretações errôneas. Porém, o termo é utilizado em diversas pesquisas genéticas e ele resolve diversos problemas empíricos de intervenções a nível individual, intervenções estas, que podem não só diminuir riscos de psicopatologias, como as consequências de síndromes genéticas. Plomin et al. (2013) pontua várias destas e o exemplo mais famoso é o da fenilcetonúria (PKU), que é uma doença que pode levar ao déficit intelectual, mas que existem intervenções a nível individual que previnem o déficit. Pode-se inferir que os achados da Schizophrenia Working Group of the Psychiatric Genomics Consortium (2014) supracitados, que utilizam a herdabilidade, também podem levar a intervenções a nível individual no futuro em relação à esquizofrenia.

No argumento do QI de gêmeos idênticos de uma mesma placenta, parece haver o que Laudan (1978) refere como inconsistência lógica, pois o artigo citado apresenta seus resultados a partir do uso do termo herdabilidade (Melnick et al., 1978), ou seja, Moore e Shenk (2017) consideram os resultados de um artigo que dependem do termo que eles consideram enganoso. Os autores consideram que a exceção que do uso do termo seria em ambientes estritamente controlados, o que não parece ser o caso do que referencia o argumento (Moore & Shenk, 2017). Ainda sobre a questão dos gêmeos idênticos nascidos de uma mesma placenta, os artigos em questão testam essas características em crianças, e é sabido que a herdabilidade do QI tende a aumentar com a idade (Haworth et al., 2010; Plomin et al., 2016), ou seja, seriam necessários estudos em idade adulta para uma mensuração mais parcimoniosa dessa afirmação.

Moore e Shenk (2017) referem também que a biologia moderna considera impossível separar interações genéticas e ambientais e que o termo herdabilidade levaria as pessoas a entenderem que seria possível separar genes de ambiente. Essa crítica se refere novamente ao problema da má compreensão do termo, como discutiu-se acima. Vale ainda ressaltar, como supracitado, que as preocupações de Moore e Shenk (2017) sobre a compreensão do público geral são válidas, contudo, o artigo dos autores não se limita somente a isso e sugere o abandono do termo, exceto nas circunstâncias que os autores citam e este artigo evidenciou que esta postura é exagerada. A interação entre genes e ambiente é um tópico constante nos estudos da genética, fazendo com que, essa limitação apontada centre-se em como público em geral que não tem contato mais profundo com o tema. Vale ressaltar também que essa má compreensão pode ser expandida para pesquisadores iniciantes ou àqueles que ainda se apegam em concepções retrógradas sobre o tema (Gould, 1996) e cabe a ciências que utilizam a herdabilidade solucionar esse problema.

Moore e Shenk (2017) concluem que o conceito de herdabilidade teria pouco valor, pois se um estudo revela, a partir do uso do termo, que uma característica humana tem traços genéticos, esse estudo não seria relevante, pois já sabemos que todos os traços humanos têm influência genética. Contudo, é outra questão que os estudos em genética do comportamento tiveram grande contribuição para chegarmos a essa conclusão. Sobre todos os traços humanos serem herdados, essa é considerada a primeira lei da genética do comportamento (Turkheimer, 2000) e um dos achados mais replicados da genética do comportamento, acompanhado daquele que diz que todo comportamento tem alguma influência ambiental (Plomin et al., 2016). Teria consistência lógica em abandonar o uso de um termo que colaborou e colabora para uma evidência consolidada, depois da evidência ser consolidada a partir do uso desse termo?

### **Conclusão**

A partir da comparação de ambas as tradições de pesquisa e citando Laudan (1978): “[...] a escolha de uma tradição em detrimento de suas rivais será progressiva (e, portanto, racional) na exata medida em que a tradição escolhida for um melhor solucionador de problemas que as concorrentes.” (p.154). O MGC parece solucionar diversos problemas empíricos e por mais que ainda tenham problemas empíricos e conceituais a serem resolvidos, o MMS parece ser um modelo mais baseado em críticas e em gerar problemas anômalos do que baseado em soluções de problemas, sendo assim, a escolha da tradição de pesquisa do Modelo da Genética do Comportamento parece ser mais progressiva e racional do que sua abolição do uso do termo, como aponta o modelo crítico.

Fazer ciência é trabalhoso e complexo, logo, seus resultados estão longe de serem facilmente interpretados. Quando se trata de comportamentos humanos, o assunto atrai atenções e fica ainda mais sensível. O modelo MGC solucionou diversos problemas empíricos e conceituais na área, sendo útil para o que se destina. Mas apesar de a questão

semântica não ser, de modo geral, um problema para pesquisadores da área, sua interpretação certamente continuará sendo complexa para o público em geral e grupos que não conheçam todos os pormenores de terminologias científicas. Aqui a crítica de Moore e Shenk (2017) ganha um peso social importante, alertando para as formas como os resultados são reportados na imprensa e como é realizada a transposição didática dos achados para as salas de aulas. O incentivo à alfabetização científica e à divulgação científica responsável e coerente pode ajudar nesse sentido. Contudo, o argumento linguístico não é consistente com a história da ciência, já que é comum que o público geral não conheça todos os pormenores de terminologias científicas, sendo assim, tal argumento não é suficiente para sugerir abandono do termo.

Visto que a divulgação científica é um dos tópicos fundamentais da discussão científica, vale ressaltar que a escrita deste artigo contou com a fundamentação teórica de dois cursos sobre genética do comportamento: O Curso "Genética do Comportamento Humano: conceitos, crenças e consequências" do Psicobio em rede, oferecido pelo Programa de Pós Graduação em Psicobiologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto; e também do curso de Introdução à Genética do Comportamento Humano, oferecido pela Universidade de Minesota.

Tendo em vista a teoria de Laudan (1978), Moore e Shenk (2017) apresentam diversas críticas ao termo herdabilidade e a resultados de experimentos que dependem do termo. Contudo, como apresentado ao longo deste artigo, o MGC solucionou diversos problemas empíricos e conceituais, já a crítica de MMS parece não propor soluções equivalentes, resumindo-se principalmente a uma crítica. Sendo assim, esta é uma evidência de que o MGC pode ser uma escolha mais progressiva.

Os autores deste artigo consideram que Moore e Shenk (2017) têm críticas interessantes e válidas, que podem auxiliar na construção de conhecimento referente ao termo



herdabilidade. Contudo, Moore e Shenk (2017) parecem exagerar e ir contra a comunidade científica da área ao sugerir que o conceito não seja mais utilizado, que é um dos mais enganosos da história da ciência e que seria uma falácia. Os autores não apresentam evidências suficientes sobre como o termo seria um dos mais enganosos da ciência, para tal afirmação, seria necessária uma comparação entre outros termos supostamente enganosos, muito menos em como o termo seria falacioso.

Conclui-se que o MGC deve sim fortalecer a divulgação científica sobre seus achados em geral, principalmente em relação à herdabilidade, para que o público geral tenha maior conhecimento do termo. Contudo, a validade, uso e poder de soluções de problemas do MGC e do termo herdabilidade são robustos e independem da visão do público geral.

### Referências

- Astorga, M. L., & Torres-Bravo, L. D. (2020). Formal inferences and their relationships to knowledge acquisition: mental models and semantic links. *Principia: an international journal of epistemology*, 24(2), 325-331. DOI: <https://doi.org/10.5007/1808-1711.2020v24n2p325>
- Nations for Mental Health Initiative, & World Health Organization. (1997). *Schizophrenia and public health* (No. WHO/MSA/NAM/97.6). World Health Organization.
- Cassidy, S. B., Schwartz, S., Miller, J. L., & Driscoll, D. J. (2012). Prader-willi syndrome. *Genetics in medicine*, 14(1), 10-26. DOI: <https://doi.org/10.1038/gim.0b013e31822bead0>
- Briley, D. A., Livengood, J., Derringer, J., Tucker-Drob, E. M., Fraley, R. C., & Roberts, B. W. (2019). Interpreting behavior genetic models: seven developmental processes to understand. *Behavior genetics*, 49(2), 196-210. <https://doi.org/10.1007/s10519-018-9939-6>
- Gould, S. J. (1996). *The mismeasure of man*. WW Norton & company.

- Griffiths, A. J., Wessler, S. R., Lewontin, R. C., Gelbart, W. M., Suzuki, D. T., & Miller, J. H. (2006). Introdução à genética. In *Introdução à genética* (pp. 743-743).
- Jablonka, E., & Lamb, M. J. (2010). *Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida*. Companhia das Letras.
- Harden, K. P. (2021). “Reports of My Death Were Greatly Exaggerated”: Behavior Genetics in the Postgenomic Era. *Annual Review of Psychology*, 72, 37-60. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-052220-103822>
- Haworth, C. M., Wright, M. J., Luciano, M., Martin, N. G., de Geus, E. J., van Beijsterveldt, C. E., ... & Plomin, R. (2010). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular psychiatry*, 15(11), 1112-1120. DOI: <https://doi.org/10.1038/mp.2009.55>
- Laudan, L. (1978). *Progress and its problems: Towards a theory of scientific growth* (Vol. 282). Univ of California Press.
- McGuffin, P., Owen, M. J., & Gottesman, I. I. (Eds.). (2004). *Psychiatric genetics and genomics*.
- Moore, D. S., & Shenk, D. (2017). The heritability fallacy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1-2), e1400. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcs.1400>
- Plomin, R., DeFries, J. C., & McClearn, G. E. (2013). *Behavioral genetics*. Sixth Edition. Macmillan.
- Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S., & Neiderhiser, J. M. (2016). Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on psychological science*, 11(1), 3-23. DOI: <https://doi.org/10.1177/1745691615617439>
- Polderman, T. J., Benyamin, B., De Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., Van Bochoven, A., Visscher, P. M., & Posthuma, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human

traits based on fifty years of twin studies. *Nature genetics*, 47(7), 702-709. DOI:  
DOI<https://doi.org/10.1038/ng.3285>

RIDLEY, M. (2008). *O que nos faz humanos: Genes, natureza e experiência*, trad. Rytta Vinagre. 2ª edição. Ed. Record.

Saha, S., Chant, D., Welham, J., & McGrath, J. (2005). A systematic review of the prevalence of schizophrenia. *PLoS Med*, 2(5), e141. DOI:  
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020141>

Sanders, A. R., Duan, J., Levinson, D. F., Shi, J., He, D., Hou, C., ... & Gejman, P. V. (2008). No significant association of 14 candidate genes with schizophrenia in a large European ancestry sample: implications for psychiatric genetics. *American Journal of Psychiatry*, 165(4), 497-506. DOI: <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2007.07101573>

Schizophrenia Working Group of the Psychiatric Genomics Consortium. (2014). Biological insights from 108 schizophrenia-associated genetic loci. *Nature*, 511(7510), 421-427. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature13595>

Turkheimer, E. (2000). Three laws of behavior genetics and what they mean. *Current directions in psychological science*, 9(5), 160-164. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00084>

Watson, J. D., & Berry, A. (1928). *DNA: o segredo da vida*. Companhia das Letras

Williams, C. A., Driscoll, D. J., & Dagi, A. I. (2010). Clinical and genetic aspects of Angelman syndrome. *Genetics in Medicine*, 12(7), 385-395. DOI:  
<https://doi.org/10.1097/GIM.0b013e3181def138>

## Estudo 2

### Percepção de professores sobre genes e ambiente: uma revisão de escopo

#### Resumo

Este estudo realizou uma revisão de escopo, com o objetivo de mapear evidências sobre como os professores percebem questões relacionadas à genética do comportamento, como questões sobre a importância dos genes e do ambiente para a expressão do comportamento humano. Secundariamente, investigou-se relações indiretas com a genética do comportamento, como questões epistemológicas, por exemplo, percepção de professores sobre teoria da evolução e natureza da ciência. Foram realizadas pesquisas nos buscadores: Springerlink, PsycInfo, Science Direct e Web of Science e foram obtidos 4046 artigos, dos quais 17 foram escolhidos para a leitura final. Para mapear as evidências, os artigos foram divididos em 7 artigos que se relacionam diretamente com a percepção de professores sobre genes e ambiente e 10 artigos que se relacionam indiretamente, isto é, que dão base epistemológica para a discussão. Foram sumarizadas informações em tabelas e foram realizadas análises de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e Nuvem de Palavras. Os resultados apontam que, em geral, professores tendem a concordar que tanto os genes quanto o ambiente são importantes para a compreensão do comportamento humano, mas alguns artigos demonstram que a aceitação da teoria da evolução é baixa e que se relaciona negativamente com crença religiosa. A CHD dos sete artigos apontou cinco classes: “Influência genético-ambiental”; “Ensino de conteúdo sensível”; “Educação de precisão”; “Mindset, Nature e Nurture”; “Itens sobre genes e ambiente”. A CHD dos 10 artigos apontou quatro classes: “Experiência em ensinar”; “Mensuração e aceitação do conteúdo científico”; “Evidências científicas, leis e teorias”; “Tecnologia e igualdade de gênero”.

*Palavras-chave:* Genética do comportamento, Educação, Percepção, Professor

### **Abstract**

The purpose of this scoping review was providing evidence to map out how teachers perceive issues related to genetics, such as questions about the importance of genes expression and the environment for human behavior. Secondly, indirect relationships with behavioral genetics were investigated, such as epistemological issues, for example, teachers' perception of the evolution and nature of science. We searched the engines: Springerlink, PsycInfo, Science Direct and Web of Science and 4046 articles were collected, of which 17 were chosen for the final reading. To map the evidence, the articles were divided into 7 articles that relate directly to teachers' perception of genes and environment and 10 articles that relate indirectly, that is, they provide an epistemological basis for the discussion. Information was summarized in tables and Descending Hierarchical Classification (DHC) and Word Cloud analyzes were analyzed. The results indicate that, in general, teachers tend to agree that both genes and environment are important for understanding human behavior, but some articles demonstrate that acceptance of the theory of evolution is low and that it is negatively related to religious religion. The DHC of the seven articles pointed out five classes: "Environmental-genetic influence"; "Teaching of Sensitive Content"; "Precision education"; "Mindset, Nature and Nurture"; "Items about genes and environment". The DHC of the 10 articles pointed to four classes: "Experience in using"; "Measurement and acceptance of scientific content"; "Scientific evidence, laws and theories"; "Technology and gender equality".

*Keywords:* Behavioral genetics, Education, Perception, Teacher

## Introdução

### Discussão Natureza Versus Ambiente

A discussão natureza versus ambiente foi alvo de grande debate mesmo antes do surgimento da psicologia, por exemplo, o filósofo John Locke ficou conhecido por popularizar o termo “tabula rasa”, pois em seu entendimento, a mente humana era como um pedaço de papel que era preenchido por meio da experiência. Já na psicologia, o behaviorismo de Watson alegava ser capaz de moldar crianças a serem especialistas em áreas específicas, talento ou pré-disposições não eram mencionados (Watson, 1913). O behaviorismo de Skinner já levava em consideração a hereditariedade e através dos experimentos em outras espécies animais foi possível perceber que a hereditariedade importava (Skinner, 1938, 1975), contudo, sua noção de condicionamento ainda subestimava o quanto a genética influencia no comportamento (Pinker, 2003).

Atualmente, com as descobertas da genética do comportamento, entende-se como superado este debate, pois as evidências demonstram que tanto a natureza quanto a criação são de fundamental importância para a compreensão do comportamento humano (Asbury & Plomin, 2013; Crosswaite & Asbury, 2019; Pinker, 2003; Polderman et al., 2015; Robinson, 2004; Harden, 2021). Havendo a compreensão que tanto a genética quanto o ambiente são importantes para o comportamento humano, a ausência de um desses fatores para explicar a expressão dos comportamentos, ou seja, o determinismo genético ou social, além de levar a uma compreensão inadequada do comportamento, pode estar também relacionado a algumas atitudes sociais. Keller (2005) demonstrou que a crença no determinismo genético está relacionada à patriotismo, nacionalismo, atitudes conservadoras, preconceito sutil e flagrante, à estereótipos raciais negativos e ao sexismo moderno. Sobre o determinismo social, Rangel e Keller (2011) demonstraram que este fenômeno está relacionado ao nacionalismo, patriotismo, à preferência por desigualdade entre grupos sociais e a autoritarismo de direita.

A discussão sobre a origem do comportamento humano também tem relação com a educação. Asbury e Plomin (2013) e Kovas et al. (2016) argumentam que as investigações na genética do comportamento humano podem gerar dados que desenvolvam métodos e tecnologias de educação personalizada que irão melhorar a performance de todas as crianças e que favorecem a igualdade.

### **Genética do Comportamento e Educação**

A proporção de ancestralidade de uma população pode estar relacionada com questões ambientais, dentre elas, o ambiente proporcionado durante o processo educacional (Niepoth & Bendesky, 2020). Mas é importante ressaltar que as pesquisas em genética do comportamento se dão frequentemente em países desenvolvidos e que questões socioeconômicas têm impacto significativo na mensuração da herdabilidade<sup>2</sup>. Contudo, isso indica o quão relevante são os estudos sociais para a discussão da herdabilidade e que essas questões farão maior diferença na medida em que uma sociedade traz maiores possibilidades de igualdade para uma população (Harden, 2021).

Ainda sobre evidências de que a genética do comportamento propicia, Asbury e Plomin (2013) referem pelo menos sete grandes contribuições da genética do comportamento para educação e defendem práticas para que estas contribuições melhorem a educação. Estas contribuições são: (1) habilidades e conquistas variam em parte por questões genéticas, ou seja, a diversidade é inevitável e não há sentido em querer que todos pontuem igual em todas as tarefas; (2) anormalidade é normal, não há um gene que explique um construto, sempre uma relação de vários genes e ambiente; (3) a continuidade é genética e a mudança é ambiental, a influência genética continuará a agir ao longo da vida do indivíduo e o ambiente pode favorecer ou desfavorecer essa influência; (4) genes são generalistas e ambientes são

---

<sup>2</sup> É uma importante métrica para a genética do comportamento e se refere ao quanto da variação genética explica a variação fenotípica de um traço em uma determinada população (Harden, 2021; Uchiyama et al., 2021).

especialistas, isso quer dizer que os mesmos genes estão envolvidos em diferentes capacidades e que o ambiente especializa o indivíduo mais em uma do que em outras; (5) ambientes são influenciados por genes e vice-versa; (6) ambientes que importam mais são únicos aos indivíduos, ou seja, os ambientes não compartilhados são os mais importantes; (7) igualdade de oportunidades requer diversidade de oportunidades, ou seja, a educação personalizada promove uma maior igualdade de oportunidades do que educar a todos, em todos os campos da mesma forma.

Dada a argumentação sobre a importância da genética do comportamento humano para a educação, a presente pesquisa realizou uma revisão de escopo com objetivo de verificar a forma como os professores percebem questões relacionadas à genética do comportamento, como questões sobre a importância dos genes e do ambiente para a expressão do comportamento humano. Secundariamente, investigou-se relações indiretas com a genética do comportamento, como questões epistemológicas, por exemplo, a percepção de professores sobre teoria da evolução e natureza da ciência.

Segundo Munn et al. (2018), os propósitos para se realizar uma revisão de escopo são: “Identificar os tipos de evidências disponíveis em um determinado campo. Para esclarecer os principais conceitos/ definições na literatura. Examinar como a pesquisa é conduzida em um determinado tópico ou campo. Identificar as principais características ou fatores relacionados a um conceito. Como precursor de uma revisão sistemática, identificar e analisar lacunas de conhecimento” (p. 2). Sendo assim, este estudo se caracteriza por uma revisão de escopo, já que identifica evidências disponíveis que relacionam a percepção de professores à conceitos de genética do comportamento humano, examina pesquisas conduzidas no campo e analisa lacunas do conhecimento desses temas. Observou-se uma lacuna na literatura sobre revisões que relacionem, de forma mais ampla, estudos sobre a percepção de professores sobre a



origem do comportamento humano, com base na genética do comportamento, assim, objetivou-se mapear evidências sobre esse tema.

Munn et al. (2018) sugere que revisões sistemáticas devam ser feitas para responder questões clínicas significativas ou prover evidências para certas práticas. Já as revisões de escopo têm como foco trazer uma visão geral ou mapear evidências, não avaliando a qualidade das evidências dos estudos. Estas revisões também são particularmente úteis quando há pouca literatura sobre o tema e/ou com poucas revisões, o que é o caso deste estudo (Peters et al., 2015; Tricco et al. 2016).

### **Método**

Para fortalecer a condução da revisão de escopo, houve discussão com pares durante todo o processo, contudo, os estudos foram selecionados apenas por um pesquisador. Inicialmente foram realizadas buscas em português, com o intuito de restringir os resultados apenas para pesquisas que foram realizadas no Brasil. Com a ausência de resultados em diversos buscadores, optou-se por utilizar o Google Acadêmico para as buscas iniciais. Foram encontrados 873 resultados, dentre estes 108 foram aceitos. Contudo, a maior parte dos aceitos derivou de literatura cinza, sendo assim, optou-se por realizar uma nova busca, incluindo artigos internacionais e foram utilizados os buscadores: Springerlink, PsycInfo, Science Direct e Web of Science e com a *string* citada abaixo foram obtidos respectivamente 2164, 503, 62 e 1317 resultados. Foram excluídos 271 artigos duplicados. A revisão foi realizada a partir da plataforma Sumarize<sup>3</sup>, que facilita as etapas do procedimento de revisões e estas consistem em: planejar a revisão a partir de protocolos; definir palavras chaves para buscas sistematizadas; realizar buscas nas bases de dados selecionadas; importar os artigos

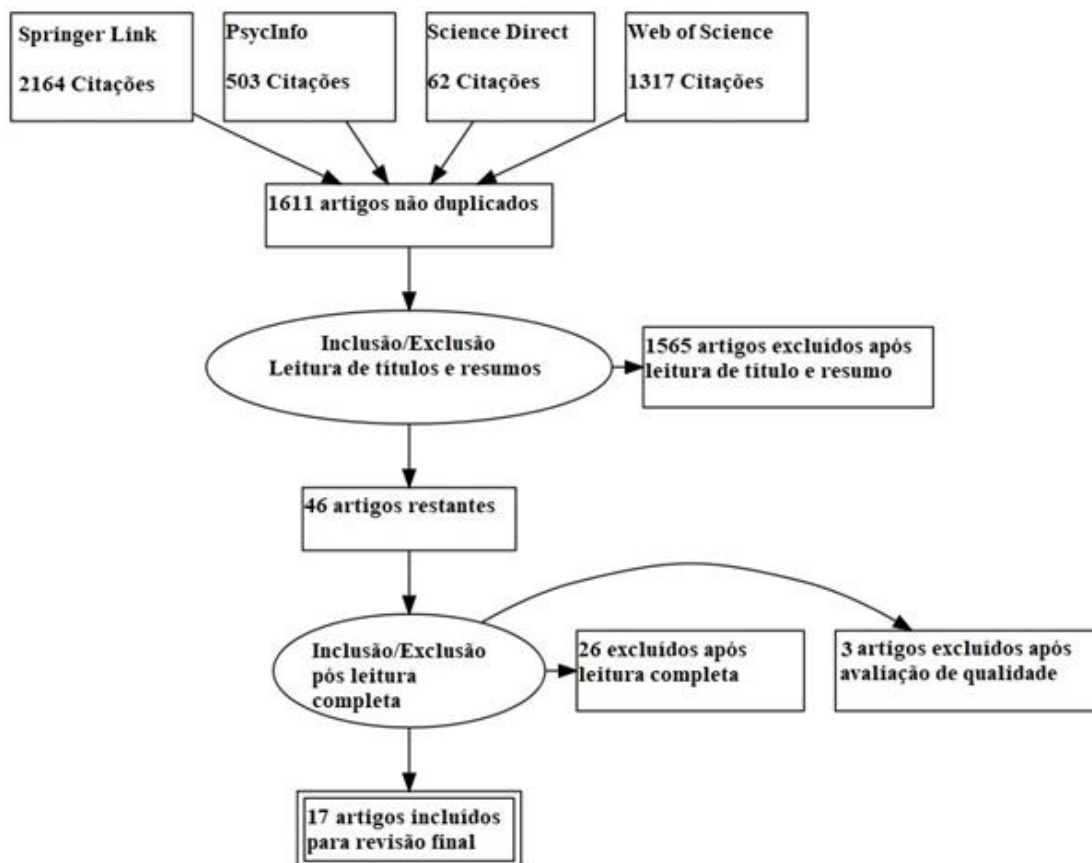
---

<sup>3</sup> <https://sumarize.evidencias.nees.com.br/>

para a plataforma; realizar leitura de títulos e resumos para critérios de inclusão e exclusão; realizar avaliação de qualidade<sup>4</sup> e extração de dados após leitura dos artigos aceitos.

### Figura 1

#### Descrição Gráfica das Etapas da Revisão de Escopo



### String

("behavior genetics" OR "gene") and ("teacher perception" OR "teacher opinion" OR "teacher belief" OR "teacher approach" OR "teacher perspective" OR "teacher thought" OR "teacher view")

Destaca-se que a *string* foi adaptada para cada base de dados, pois cada base tem pequenas diferenças nas buscas. Destaca-se também que a busca foi realizada dia 18 de março de 2020 e que adicionar sinônimos e o termo “*epigenetics*” não produzia diferença nos

<sup>4</sup> Destaca-se que avaliação de qualidade se refere a uma etapa da plataforma Sumarize, porém, nesta revisão, refere-se apenas a checagem dos artigos, se continham método, se relacionavam ou não com o tema. Não se refere a questão de qualidade inferior ou superior dos artigos.

resultados das buscas, porém nos meses seguintes o autor testou novamente as *strings* e produziu resultados adicionais.

### **Critérios de Inclusão e Exclusão**

Os critérios de inclusão foram: artigos publicados entre 2010-2020; estudos que contém resumo; estudos que contém metodologia clara; estudos que sejam em contexto escolar e/ou universitário; estudos que contenham percepção, perspectiva, opinião, visão etc. de professores sobre genes/hereditariedade; estudos que contenham percepção, perspectiva etc. de professores sobre ciência/epistemologia que se relacionem com o tema, ex: teoria da evolução. Os critérios de exclusão foram: estudos duplicados; estudos que são revisões; estudos que não contemplem o tema; estudos que contém percepção, perspectiva, opinião, visão etc. sobre uma ciência ou tecnologia específica, por exemplo, percepção sobre nanotecnologia ou TICs; Estudos que contém percepção ou perspectiva sobre programas governamentais.

### **Mapeamento das Evidências**

Uma vez que os estudos foram selecionados e tendo em vista que o objetivo da revisão de escopo é trazer uma visão geral e mapear um assunto específico, foram realizadas análises de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e de Nuvem de palavras. Os resultados, discussões e conclusões dos artigos selecionados foram organizados em um único arquivo (corpus) para realizar as análises (Ver tabela 2). A CHD realiza uma análise fatorial por correspondência para identificar associações, proximidades e intensidade entre as palavras analisadas dos textos. Já a nuvem de palavras é uma análise mais simples, que agrupa as palavras de acordo com sua frequência (Camargo & Justo, 2013; Cervi, 2018). Para ambas as análises foram retiradas palavras que pudessem enviesar a análise, como nomes dos autores, testes e símbolos estatísticos, e siglas foram escritas por extenso. O objetivo do uso das técnicas nesta revisão de escopo é auxiliar na formulação de perguntas de

pesquisa, de *strings* de busca e hipóteses de estudos futuros que envolvam o tema. Foram também sumarizadas informações dos artigos em tabelas.

## **Resultados**

Ao final, selecionou-se 17 artigos, sendo 12 estudos quantitativos, 2 estudos qualitativos e 3 mistos. Destaca-se que apesar de apenas 17 artigos, há uma boa amplitude de países (Tabela 1).

Dos artigos selecionados, sete possuem relação direta com a genética do comportamento e dez possuem relação indireta, que servem de fundamentação teórico-epistemológica da ciência. Professores, em geral, consideram como importantes a influência de genes e ambiente nos comportamentos humanos, mas há diferenças relacionadas à percepção de comportamentos ligados à cognição e aqueles ligados à socialização (Tabela 2). A Tabela 2 apresenta também que parte do artigo foi utilizado para as análises de CHD e nuvem de palavras.

### **Estudos que se Relacionam Diretamente com a Genética do Comportamento**

#### ***Classificação Hierárquica Descendente***

O corpus foi constituído por 7 textos, separados em 388 segmentos de texto (ST), com aproveitamento de 303 STs (78,09%). Emergiram 13.948 ocorrências (palavras, formas ou vocábulos), sendo 2.063 palavras distintas e 964 com uma única ocorrência. O conteúdo analisado foi categorizado em cinco classes: Classe 1 - “Influência genético-ambiental”, com 62 ST (20,64%); Classe 2 - “ensino de conteúdo sensível”, com 66 ST (21,78%); Classe 3 - “Educação de precisão” com 54 ST (17,82%); Classe 4 - “*Mindset, Nature e Nurture*”, com 59 ST (19,47%); Classe 5 - “Itens sobre genes e ambiente” 62 ST (20,46%).

**Tabela 1***Descrição dos Estudos Selecionados*

<b>Autor</b>	<b>Nome do artigo</b>	<b>País</b>	<b>Método</b>
Antonelli-Ponti & Crosswaite (2019)	Teachers' Perceptions about the Etiology of Intelligence and Learning Difficulties	Brasil	Estudo quantitativo n = 501
Antonelli-Ponti et al. (2018)	Teachers' perception about genes and behavior	Brasil	Estudo quantitativo n = 501
Avielo & Uitto (2019)	Teachers' choice of content and consideration of controversial and sensitive issues in teaching of secondary school genetics	Finlândia	Estudo qualitativo n = 10
Crosswaite & Asbury (2018)	Teacher beliefs about the aetiology of individual differences in cognitive ability, and the relevance of behavioural genetics to education	Reino Unido	Estudo quantitativo N = 402
Frumos (2018)	Romanian Preschool Teachers' Professional Beliefs about Diversity	Romênia	Estudo quantitativo n = 107
Glaze e Goldston (2019)	Acceptance, Understanding & Experience: Exploring Obstacles to Evolution Education among Advanced Placement Teachers	EUA	Estudo quantitativo n = 71
Gunay et al. (2015)	Pre-service Teachers' Views on the Environmental Education, Human Brain and Genetics, Health and Sexual Education	Turquia	Estudo quantitativo n = 210
Kim et al. (2011)	A Cross-Cultural Comparison of Korean and American Science Teachers' Views of Evolution and the Nature of Science	Coreia do Sul	Estudo quantitativo n = 84
Losh & Nzekwe (2011)	The Influence of Education Major: How Diverse Preservice Teachers View Pseudoscience Topics	EUA	Estudo quantitativo n = 663

Martschenko (2019)	DNA Dreams': Teacher Perspectives on the Role and Relevance of Genetics for Education	EUA	Estudo misto n = 10 e 572
Mutanen & Uitto (2020)	Make biology relevant again! Pre-service teachers' views on the relevance of biology education	Finlândia	Estudo qualitativo n = 16
Irez & Bakanai (2011)	An Assessment into Pre-service Biology Teachers' Approaches to the Theory of Evolution and Nature of Science	Turquia	Estudo misto n = 75
Özbudak & Özkan (2014)	An analysis of teacher's views on the unit regarding cell division and heredity	Turquia	Estudo quantitativo n = 160
Silva et al. (2019)	The Human Species Origin: Views of Biology Teachers from Three Latin American Countries	Argentina, Brasil e Uruguai	Estudo quantitativo n = 169
Stears et al. (2016)	Creationist and evolutionist views of South African teachers with different religious affiliations	África do Sul	Estudo quantitativo n = 300
Termtachatipongsa (2014)	Instructional Context, Motivational beliefs, Attitude and Strategies in Teaching Genetics for Conceptual Change	Tailândia	Estudo misto n = 113
Vazquez-Alonso (2013)	Spanish Secondary-School Science Teachers' Beliefs About Science-Technology-Society (STS) Issues	Espanha	Estudo quantitativo n = 613

---

**Tabela 2***Percepção de Professores, Relação com a Genética do Comportamento e Análise*

<b>Estudo</b>	<b>Percepção dos professores</b>	<b>Relação com a genética do comportamento</b>	<b>Análise</b>
Antonelli-Ponti & Crosswaite (2019)	Consideram a importância dos genes e do ambiente, mas percebem a inteligência como um pouco mais influenciada pela genética	Relação direta, o estudo tem como base a genética do comportamento e trabalha diretamente com genes e ambiente.	Resultados, Discussão e Conclusão
Antonelli-Ponti et al. (2018)	A maior parte dos grupos demonstrou grande aceitação da genética e do ambiente na influência de comportamentos. Diferença de percepção de acordo com o tipo de comportamento	Relação direta, o estudo tem como base a genética do comportamento e trabalha diretamente com genes e ambiente.	Resultados, Discussão e considerações finais
Avielo & Uitto (2019)	Dividiu os professores em três grupos, todos aceitam a importância de genes e ambiente, um grupo (n=2) evita ensino de genética humana e outro (n=5) com maior percepção da importância da genética tenta personalizar o ensino	Relação direta, o estudo tem como base a genética do comportamento e trabalha diretamente com genes e ambiente.	Resultados, discussão (exceto o tópico sobre GMOs) e conclusão
Crosswaite & Asbury (2018)	Apesar de terem pouco conhecimento sobre genética do comportamento, professores percebiam genes e ambiente com igual importância e têm grande interesse em aprender sobre o tema.	Relação direta, o estudo tem como base a genética do comportamento e trabalha diretamente com genes e ambiente.	Resultados e discussão
Frumos (2018)	A percepção dos professores foi em geral positiva acerca das crenças sobre a diversidade (em relação a etnia, classe social e deficiências).	Relação indireta, trabalha temas como diferenças étnicas, de gênero e deficiência. Que podem estar diretamente relacionados com determinismo genético.	Resultados, discussão e conclusão
Glaze & Goldston (2019)	Professores de biologia demonstram aceitação e entendimento de evolução igual ou inferior aos professores que ensinam outras disciplinas.	Relação indireta, trabalha com epistemologia básica que dá sustentação a	Resultados, discussão e conclusão

		diversos temas da biologia e psicologia, isso inclui a genética do comportamento.	
Gunay et al. (2015)	A maioria dos professores discorda que determinismos biológicos explicam diferenças de gêneros, que “grupos étnicos são diferentes e por isso uns são superiores a outros”	Relação indireta, trabalha temas como diferenças étnicas e de gênero. Que podem estar diretamente relacionados com determinismo genético.	Resultados (apenas tópicos de <i>human brain and genetics</i> ), discussão e conclusão
Kim & Nehm (2011)	Professores coreanos exibem menos aceitação da evolução que professores americanos. Relaciona negativamente religião com aceitação da evolução	Relação indireta, trabalha com epistemologia básica que dá sustentação a diversos temas da biologia e psicologia, isso inclui a genética do comportamento.	Resultados, discussão e conclusão
Losh & Nzekwe (2011)	Professores de ciências e de ciências sociais tendem a aceitar mais a evolução e a aceitação se relaciona negativamente com a religião.	Relação indireta, trabalha com epistemologia básica que dá sustentação a diversos temas da biologia e psicologia, isso inclui a genética do comportamento.	Resultados, discussão, conclusões, implicações
Martschenko (2019)	Professores acreditam que a genética é importante em relação à inteligência e à carreira acadêmica. Estão abertos para aprender mais sobre genética, mas acreditam que o ambiente familiar é fundamental para habilidades educacionais dos filhos.	Relação direta, o estudo trabalha diretamente com percepção de genética sobre o construto de inteligência.	Resultados e Recomendações; e o trecho “ <i>The social and ethical implications of precision education</i> ”
Mutanen & Uitto (2020)	O estudo sugere que estudos pedagógicos, experiência de ensino e treinamento tem impacto na percepção de professores sobre a relevância do ensino de biologia.	Relação indireta, a genética do comportamento pressupõe que o estudo das diferenças biológicas dá margem para intervenções pedagógicas mais precisas. Sendo assim, o ensino de biologia é fundamental e a percepção de relevância deste ensino é importante de ser mapeada.	Resultados e discussão
Irez & Bakanai (2011)	Os participantes em geral têm visões negativas sobre a natureza e posição da teoria da evolução.	Relação indireta, trabalha com epistemologia básica que dá sustentação a	Resultados, discussão e conclusão

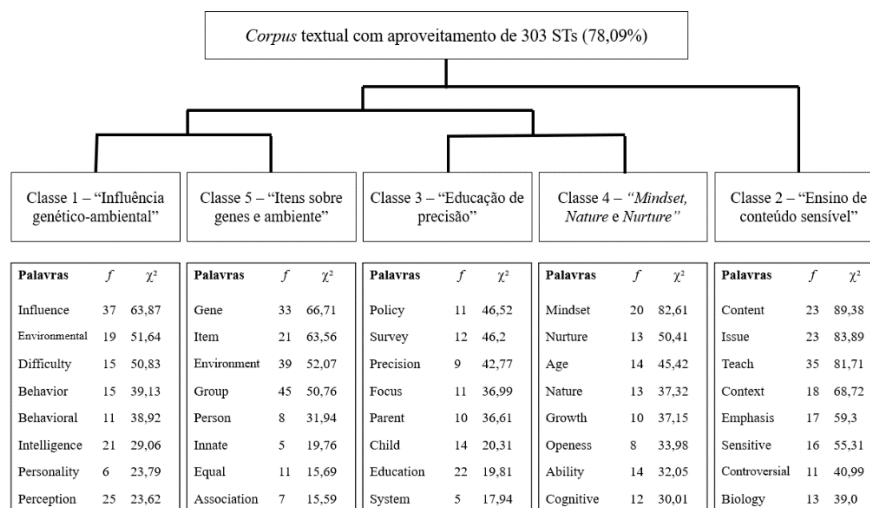


Özbudak & Özkan (2014)	Somente 20% dos participantes veem a teoria da evolução como baseada em evidências científicas Os termos que alunos têm mais dificuldade em aprender são: modificação, adaptação e gene; é mencionado que tópicos relacionados à evolução não são mencionados o suficiente	diversos temas da biologia e psicologia, isso inclui a genética do comportamento. Relação direta, pois é mencionada a percepção de professores sobre o ensino de temas e termos relacionados diretamente à genética do comportamento.	Resultados e discussão
Silva et al. (2019)	professores do Uruguai (secular) e Argentina (católico) separaram ciência e religião, já Brasil tende a não separar. A proximidade com religião parece influenciar a visão sobre origem do comportamento humano	Relação indireta, trabalha com epistemologia básica que dá sustentação a diversos temas da biologia e psicologia, isso inclui a genética do comportamento.	Resultados, discussão e conclusão
Stears et al. (2016)	Professores que são ateus/agnósticos 17% tinham visões criacionistas, enquanto que protestantes, outros cristãos e muçulmanos 70% tinham visões criacionistas que majoritariamente negavam a evolução	Relação indireta, trabalha com epistemologia básica que dá sustentação a diversos temas da biologia e psicologia, isso inclui a genética do comportamento.	Resultados, discussão e conclusão
Termtachatipongsa (2014)	O artigo foca na percepção dos professores sobre o ensino de conceitos, como “herança genética”. Professores percebem o termo como dificuldade moderada, tanto para compreensão quanto para o ensino.	Relação direta, pois é mencionada a percepção de professores sobre o ensino de temas e termos relacionados diretamente à genética do comportamento.	Resultados, discussão e conclusão
Vazquez-Alonso (2013)	O estudo conclui que professores precisam ter um melhor entendimento dos tópicos de epistemologia da ciência e sugere não haver diferença nas crenças entre professores em treinamento e atuantes.	Relação indireta, trabalha com epistemologia básica que dá sustentação à diversos temas da biologia e psicologia, isso inclui a genética do comportamento	Resultados, discussão e conclusão

---

**Figura 2**

*Classificação Hierárquica Descendente dos Artigos que se Relacionam Diretamente com a Genética do Comportamento (CHDD)*



*Nota.* Todas as palavras são significativas ao nível de  $p < 0,001$

A classe 1 (Influência genético-ambiental) é composta majoritariamente pelos artigos Antonelli-Ponti et al. (2018) e Antonelli-Ponti e Crosswaite (2019) e se refere a percepção de professores sobre influência genético-ambiental em certos construtos. Segue trechos que exemplificam:

[...] os valores médios indicaram que os professores perceberam as influências genéticas e ambientais de forma equilibrada para Personalidade (3,17; DP = 0,79) e Dificuldade de aprendizagem (2,90; DP = 0,87), e atribuíram maior influência genética à Inteligência (2,57; DP = 0,88) e para Transtornos Mentais (1,78; DP = 0,74), além de maior influência do ambiente nos Problemas Comportamentais. (Antonelli-Ponti et al., 2018, p. 427).

Neste domínio (percepção dos professores sobre as dificuldades de aprendizagem), as respostas dicotômicas às escalas aparecem menos do que as respostas de inteligência, mas mantêm o padrão: mais professores atribuíram valor máximo (10) para genética e nenhum (zero) para ambiente em uma percepção determinística de que o diagnóstico é

irreversível; e menos professores atribuíram o valor máximo (10) para meio ambiente e nenhum (zero) para genética atribuindo que a família, a vizinhança e / ou o ambiente escolar são determinantes dessas dificuldades (Antonelli-Ponti & Crosswaite, 2019, p. 180).

A classe 2 (Ensino de conteúdo sensível) tem menor proximidade em relação às outras classes e é majoritariamente influenciado pelo artigo de Avielo e Uitto (2019), que reporta a percepção de professores sobre conteúdos sensíveis no ensino de genética:

[...] alguns professores descreveram evitar contextos de genética humana que poderiam ser vistos como pessoalmente altamente relevantes para os alunos. Esses professores também eram mais propensos a descrever questões controversas ou delicadas relacionadas ao ensino de genética (p. 14).

Nem todos os professores perceberam que questões delicadas ou controversas afetam seu ensino e aqueles que o fazem, geralmente descrevem as questões como delicadas ao invés de controversas, sugerindo que os professores estão mais preocupados com questões pessoais em genética (p. 16).

A classe 3 é sobre Educação de precisão e se refere a educação que vê alunos como indivíduos de talentos e potenciais únicos que precisam ser fortalecidos. Essa classe foi majoritariamente influenciada pelo artigo de Martschenko (2019), segue alguns trechos dos artigos:

Eles (Os professores) também viram benefícios para a educação de precisão, embora houvesse preocupações tanto do grupo focal quanto dos participantes da pesquisa sobre como isso seria viável no sobrecarregado sistema educacional público americano e em um ambiente onde prevalecem as disparidades raciais e socioeconômicas (p. 12).

Quando questionados sobre a política de Asbury e Plomin para a educação de precisão, os professores dos grupos focais e da pesquisa viram como uma boa promessa e possibilidade. A maioria dos entrevistados (66,55%) acha que essas políticas teriam um impacto positivo no sistema educacional dos Estados Unidos (p. 13).

A classe 4 (*Mindset, Nature e Nurture*) trata da relação entre a natureza, criação e a teoria de *Mindset* e foi influenciada majoritariamente pelo artigo de Crosswaite e Asbury (2018):

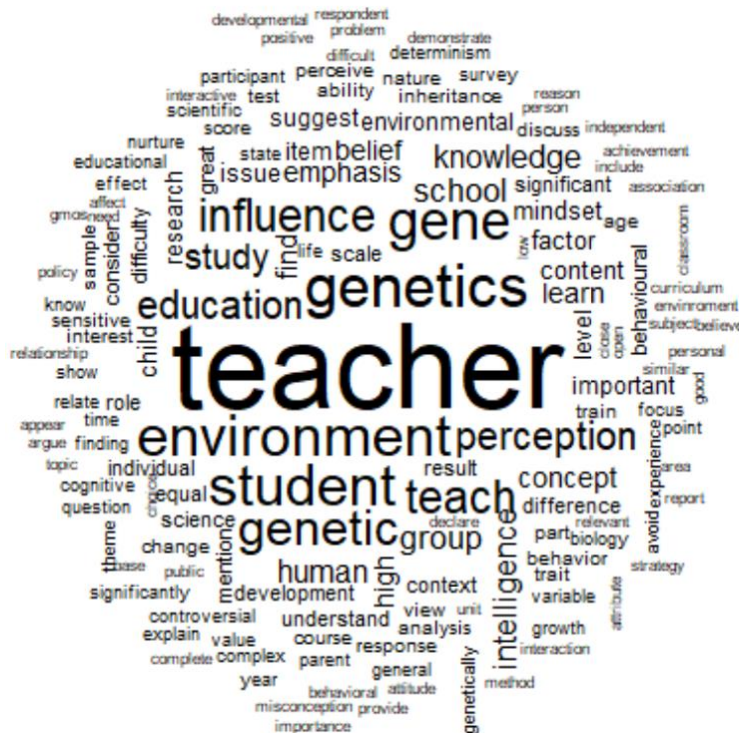
[...] professores relataram crenças equilibradas a respeito da influência relativa da natureza e da criação na capacidade cognitiva, vendo-os desempenhando um papel aproximadamente igual [...] professores tendiam a um *Mindset* de crescimento (p. 7).

[...] a relação entre crenças sobre natureza-criação e *mindset* era significativo e moderadamente forte; ter uma crença de que os genes exercem mais influência do que o ambiente sobre a capacidade cognitiva foi associado a ter uma mentalidade mais fixa [...] (p. 10).

A classe 5 (itens sobre genes e ambientes) se relaciona diretamente com a classe 1, pode ser vista como um desdobramento da mesma. Também foi influenciada majoritariamente por Antonelli-Ponti et al. (2018) e Antonelli-Ponti e Crosswaite (2019). O reporte das pesquisas baseadas nos itens dos questionários gerou uma outra classe, mas que se refere aos mesmos resultados da classe 1. A classe 1 se refere às conclusões mais gerais dos dois artigos, enquanto que a classe 5 se refere mais à descrição dos itens.

### Figura 3

*Nuvem de Palavras de Artigos que se Relacionam Diretamente com a Genética do Comportamento*



### Estudos que se Relacionam Indiretamente com a Genética do Comportamento

#### *Classificação Hierárquica Descendente*

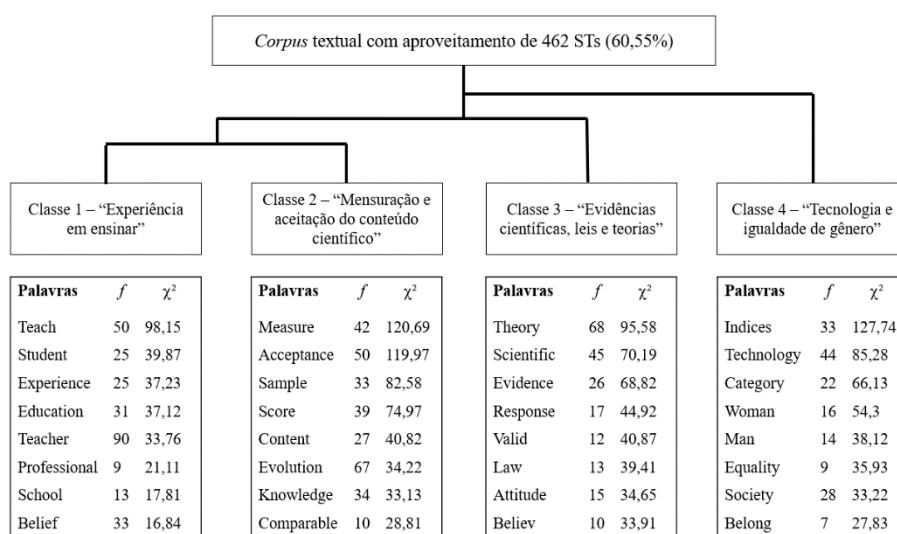
O corpus foi constituído por 10 textos, separados em 763 segmentos de texto (ST), com aproveitamento de 462 STs (60,55%). Emergiram 27.755 ocorrências (palavras, formas ou vocábulos), sendo 3.124 palavras distintas e 1.360 com uma única ocorrência. O conteúdo analisado foi categorizado em quatro classes: Classe 1 - “Experiência em ensinar”, com 140 ST (30,3%); Classe 2 - “Mensuração e aceitação do conteúdo científico”, com 121 ST (26,19%); Classe 3 - “Evidências científicas, leis e teorias”, com 107 ST (23,16%); Classe 4 - “Tecnologia e igualdade de gênero”, com 94 ST (20,35%).

Para atingir uma melhor visualização da distribuição do corpus, elaborou-se um diagrama com a lista de palavras de cada classe geradas a partir do teste qui-quadrado. Nele emergem, as evocações que apresentam vocabulário semelhante entre si e vocabulário

diferente das outras classes. A seguir, na figura 4, serão descritas, operacionalizadas e exemplificadas cada uma dessas classes emergidas na Classificação Hierárquica Descendente.

**Figura 4**

*Classificação Hierárquica Descendente dos Artigos que se Relacionam Indiretamente com a Genética do Comportamento (CHDI)*



*Nota.* Todas as palavras descritas são significativas a nível de  $p < 0,001$

A classe 1 (Experiência em ensinar) se refere à experiência que professores ganham ao ensinar, principalmente em relação a temas controversos que podem entrar em choque com crenças de alunos. Esta classe esteve presente em todos os artigos. Alguns trechos dos artigos ganham destaque nessa classe:

“[...] professores em formação e educadores de professores (professores universitários) devem ganhar experiência ao ensinar e aprender em contextos multiculturais. O empenho de mudança de crenças sobre a diversidade é particularmente difícil em um contexto multicultural” (Frumos, 2018, p. 115).

“A principal variável que diferencia os professores em formação (formação para iniciar a carreira docente) e os professores em serviço (com vários anos de experiência

docente) é a experiência docente e a consequente aprendizagem profissional contínua acumulada pelos professores em exercício.” (Vasquez et al., 2013, p. 1208).

A classe 2 (Mensuração e aceitação do conteúdo científico) foi majoritariamente influenciada pelos artigos de Glaze e Goldston (2019) e Kim e Nehm (2013), ambos os artigos mensuram a aceitação, visão e entendimento de professores sobre a teoria da evolução e natureza da ciência. Segue alguns trechos de destaque da classe 2:

Enquanto a medida de aceitação da teoria da evolução dos professores de ciências coreanos está dentro do nível de aceitação "moderado", todas amostras americanas estão dentro do nível de aceitação 'alto', a variação entre as amostras indica que os dois grupos não diferem grandemente em seu grau de aceitação evolutiva (Kim & Nehm, 2013, p. 218).

“Em termos de desempenho nas três medidas principais - aceitação da evolução (moderado), compreensão do conteúdo da evolução (baixo) e entendimentos da natureza da ciência (muito baixo) - os participantes nesta amostra demonstraram médias baixas a moderadas em cada” (Glaze & Goldston, 2019, p. 73).

A classe 3 (evidências científicas, leis e teorias) é composta majoritariamente pelo artigo de Irez e Bakanai (2011), que consiste na investigação da percepção de professores em formação sobre a teoria da evolução e natureza da ciência. O estudo apresenta que somente 20% dos participantes entendem que as evidências corroboram a teoria da evolução. Apesar de um dos focos ser teoria da evolução, há vários relatos de má compreensão de conceitos básicos da natureza da ciência. Segue alguns exemplos de conclusões errôneas dos professores apresentadas por Irez e Bakanai (2011) e que compõem a classe:

“É verdade que a teoria de Darwin é uma teoria científica, mas como eu disse, é uma ideia científica que não foi comprovada ... Portanto, não posso dizer que a evolução ocorra ... há uma diferença significativa entre uma teoria e uma lei.” (p. 50).





Esses estudos investigaram especificamente como os professores consideram a influência de genes e ambiente nos comportamentos humanos. Eles revelam que a maioria dos professores, dos diferentes países, acreditam que genes e ambientes são importantes. O que muda é a intensidade com que atribuem a influência de cada fator a depender do tipo de comportamento em questão. Antonelli-Ponti et al (2018) encontraram que professores atribuem maior influência genética a transtornos mentais, dificuldades de aprendizagem e inteligência, sendo o último mais detalhado em Antonelli-Ponti e Crosswaite (2019) e corroborado por Martschenko (2019). Para personalidade e problemas de comportamento, os mesmos professores atribuíram maior influência ambiental. Os professores participantes do estudo de Martschenko (2019) atribuíram também ao ambiente, no caso o ambiente doméstico/familiar, o desenvolvimento de habilidades e competências ligadas ao processo educacional.

Das cinco classes apontadas pela CHDD, as classes 1 e 5 parecem se sobrepôr, se referem principalmente aos artigos de Antonelli-Ponti et al. (2018) e Antonelli-Ponti e Crosswaite (2019), mas a classificação é precisa em relação a percepção de professores sobre genes e ambiente.

A classe 2 da CHDD aponta conteúdo sensível, influenciada principalmente pelo artigo de Avielo e Uitto (2019). Esta classe demonstra um potencial para futuras pesquisas, relacionadas à percepção de professores sobre o quão sensível podem ser temas/pesquisas em relação à genética, pois parece haver poucas pesquisas relacionando esses temas. Estudos de genética podem ser mal interpretados, colocando peso de ‘genes bons ou ruins’ (Watson & Berry, 1928), então, pesquisas que avaliem se profissionais da educação veem esse conteúdo como sensível, podem trazer contribuições para intervenções em nível de extensão, para modificar tais equívocos.

Ainda sobre a CHDD, as classes 3 e 4 se relacionam muito diretamente com as discussões sobre a utilidade dos resultados advindos de investigações da genética do comportamento. A educação de precisão ou personalizada é um tópico que Asbury e Plomin (2013) e Kovas et al. (2016) debatem em suas obras e dão base para a construção de outros artigos, como esta revisão de escopo, e como foi o caso de Martschenko (2019) e de Crosswaite e Asbury (2018). Outra questão presente na classe 4 é a relação entre percepção de genes e ambiente se relacionando com outros construtos, como *Mindset*, da teoria de Dweck (2008).

Apesar da CHDI conter mais artigos, a análise apontou menos classes, contudo, com menor aproveitamento de segmentos de texto (462 STs, 60,55%) do que a CHDD (303 STs, 78,09%). A classe 1 da CHDI se relaciona mais diretamente com a classe 2 e destacam o ganho experiências dos professores ao ensinar conteúdo que pode ser considerado sensível, que entre em choque com crenças tanto dos professores quanto dos alunos (Frumos, 2018; Glaze & Goldston, 2019; Kim & Nehm, 2013; Vasquez et al., 2013). Há alguns relatos de má compreensão ou não aceitação de questões epistemológicas e não aceitação da teoria da evolução nos artigos em destaque das classes 1 e 2, contudo, a classe 3 deixa essa discussão um pouco mais explícita, havendo uma clara má compreensão de conceitos básicos de ciência por parte dos professores (Irez & Bakanai, 2011). Pesquisas semelhantes podem ser interessantes de serem realizadas no Brasil, principalmente se puder haver comparações entre a compreensão de professores de biologia com professores de outras disciplinas em relação a temas que deveriam ser de maior domínio da biologia, por exemplo, aceitação da teoria da evolução.

A classe 4 da CHDI pode não deixar totalmente claro do que se trata, já que o título sugerido foi “tecnologia e igualdade de gênero”, contudo, essa classe foi majoritariamente influenciada pelo artigo de Vasquez et al. (2013), que trata novamente de assunto de

percepção de professores sobre assuntos sensíveis/controversos, dentre eles, estão questões de tecnologia e de gênero. A questão da igualdade de gênero é frequentemente permeada pela discussão de crenças em determinismo genético (Castéra & Clément, 2014). Em estudos preliminares Antonelli-Ponti et al. (2019) encontraram que não há relação entre concepções explícitas e implícitas e preconceituosas sobre o comportamento humano, nesse sentido, é possível que, mesmo que haja concordância de influência genética, isso não se configura em concepções deterministas sobre os comportamentos.

Uma parte dos artigos de relação indireta está trabalhando com a Teoria da evolução, alguns deles trabalham com dados que demonstram relações opostas entre crenças religiosas e aceitação da teoria da evolução (Glaze & Goldston, 2019; Irez e Bakanai, 2011; Kim & Nehm, 2011; Losh and Nzekwe, 2011; Silva et al., 2019; Stears et al., 2016). Dobzhansky (2013) defende que nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução, esta revisão defende a mesma visão epistemológica, sendo assim, verificar a percepção de professores sobre a teoria da evolução, mesmo que indiretamente, provavelmente impacta também a percepção de temas mais específicos sobre a genética do comportamento. Não é possível fazer afirmações categóricas sobre a relação entre percepção da teoria da evolução e de temas da genética do comportamento, mas sabe-se que são relacionados, devido a integração da genética do comportamento com o estudo do desenvolvimento humano, incluindo a biologia e a psicologia evolucionista (Vieira & Oliva, 2017; Yamamoto et al, 2018). Sendo assim, a dificuldade na aceitação da teoria da evolução pode ser vista como um ponto de atenção, por ser contraproducente, e os artigos apontam que essa dificuldade é algo comum em professores.

As nuvens de palavras dos artigos demonstram as diferenças entre os artigos que se relacionam diretamente com a genética do comportamento e aqueles artigos que se relacionam indiretamente. Ambas as nuvens de palavras destacam a palavra “*teacher*”,

contudo, a Figura 3 destaca questões genéticas como (*gene, genetic, genetics*), também destaca ambiente (*environment*) percepção (*perception*) e educação (*education*). Já a Figura 5 destaca principalmente a palavra ciência (*science*), seguidas de evolução (*evolution*), teoria (*theory*) e natureza (*nature*). Evidencia-se que as nuvens de palavras corroboram as subdivisões (entre relação direta e indireta) dos estudos, no sentido que a frequência das palavras corrobora um pensamento prévio, que selecionou artigos com bases epistemológicas que se relacionavam com a genética do comportamento, por exemplo, natureza da ciência e teoria da evolução.

Este estudo contém limitações de pesquisas similares que realizam buscas sistemáticas, por exemplo, dificuldade de replicação dada às buscas em períodos específicos (18/03/2020) e à amplitude do tema. Apesar da pesquisa ter contado com consultoria por pares durante todo o processo, apenas um autor realizou a seleção dos artigos, o que pode enviesar a seleção, diferente de um processo de seleção com mais autores.

Destaca-se que a discussão da educação personalizada é uma leitura a partir da genética do comportamento, mas que autores clássicos já abordavam o tema a partir de outras perspectivas. Piaget, por exemplo, argumentou que a criança aprende a partir de seus próprios interesses e curiosidades, estes colaboram para os processos de aprendizagem e construção do conhecimento que ocorre internamente por meio de processos cognitivos que culminam na criação de esquemas mentais. Vygotsky considerou que o ambiente configurado principalmente por uma pessoa mais experiente, como um professor, é essencial para que um indivíduo aprenda a partir de orientações e modelos (Bee & Boyd, 2011). Asbury e Plomin (2013) não relacionam suas descobertas e considerações com tais autores, e Kovas et al. (2016) cita brevemente Piaget. Estudos futuros podem relacionar a visão atual da genética do comportamento aplicada à educação com estes e outros autores que são a base de teorias e métodos pedagógicos, preenchendo a lacuna para estudos dessa forma.

### Referências

- \*Antonelli-Ponti, M., & Crosswaite, M. (2019). Teachers' perceptions about the etiology of intelligence and learning difficulties. *International Journal of Educational Psychology*, 8(2), 162-187. <https://doi.org/10.17583/ijep.2019.3777>
- \*Antonelli-Ponti, M., Versuti, F. M., & da Silva, J. A. (2018). Teachers' perception about genes and behavior. *Estudos de Psicologia*, 35(4), 421-431. <https://doi.org/10.1590/1982-02752018000400009>
- Antonelli-Ponti, M., Monticelli, P. F. & Vilaça, T. (2019) Deterministic conceptions about behaviour do not reflect teachers' perception of their teaching practices. In: L. Leite et al. (Eds.) (2019), *Proceedings of the ATEE Winter Conference 'Science and mathematics education in the 21st century'*. Brussels: ATEE and CIEd (ISBN: 9789082506549).
- Asbury, K., & Plomin, R. (2013). *G is for genes: The impact of genetics on education and achievement* (Vol. 24). John Wiley & Sons.
- \*Aivelo, T., & Uitto, A. (2019). Teachers' choice of content and consideration of controversial and sensitive issues in teaching of secondary school genetics. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2716-2735. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1694195>
- BEE, Helen; BOYD, Denise. Questões básicas no estudo do desenvolvimento. In: BEE, Helen; BOYD, Denise. *A Criança em Desenvolvimento*. Artmed Editora, 2011.
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013). IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em psicologia*, 21(2), 513-518. DOI: 10.9788/TP2013.2-16
- Cervi, E. (2018). *Análise de conteúdo automatizada para conversações em redes sociais online: uma proposta metodológica*. [Paper presentation]. 42º Encontro ANPOQS, Mato Grosso. Mato Grosso.

- \*Crosswaite, M., & Asbury, K. (2019). Teacher beliefs about the aetiology of individual differences in cognitive ability, and the relevance of behavioural genetics to education. *British Journal of Educational Psychology*, 89(1), 95-110.  
<https://doi.org/10.1111/bjep.12224>
- Dobzhansky, T. (2013). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 75(2), 87-91.
- \*Frumos, F. V. (2018). Romanian Preschool Teachers' Professional Beliefs about Diversity. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 10(4), 105-117.
- \*Glaze, A., & Goldston, J. (2019). Acceptance, Understanding & Experience: Exploring Obstacles to Evolution Education among Advanced Placement Teachers. *The American Biology Teacher*, 81(2), 71-76. <https://doi.org/10.1525/abt.2019.81.2.71>
- \*Gunay, Y., Cavas, B., & Hamurcu, H. (2015). Pre-service teachers' views on the environmental education, human brain and genetics, health and sexual education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 167, 141-151.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.655>
- Harden, K. P. (2021). "Reports of my death were greatly exaggerated": Behavior genetics in the postgenomic era. *Annual Review of Psychology*, 72, 37-60.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-052220-103822>
- \*İrez, O. S., & Bakanay, Ç. D. Ö. (2011). An assessment into pre-service biology teachers' approaches to the theory of evolution and nature of science. *Eğitim ve Bilim*, 36(162), 39-55.
- Keller, J. (2005). In genes we trust: the biological component of psychological essentialism and its relationship to mechanisms of motivated social cognition. *Journal of personality and social psychology*, 88(4), 686. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.88.4.686>

- \*Kim, S. Y., & Nehm, R. H. (2011). A cross-cultural comparison of Korean and American science teachers' views of evolution and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 33(2), 197-227. <https://doi.org/10.1080/09500690903563819>
- Kovas, Y., Malykh, S., & Gaysina, D. (Eds.). (2016). *Behavioural genetics for education*. Springer.
- Locke, J. (1847). An essay concerning human understanding. *Kay & Troutman*.
- \*Losh, S. C., & Nzekwe, B. (2011). The influence of education major: How diverse preservice teachers view pseudoscience topics. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 579-591. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9297-0>
- \*Martschenko, D. (2020). DNA dreams': Teacher perspectives on the role and relevance of genetics for education. *Research in Education*, 107(1), 33-54. <https://doi.org/10.1177/0034523719869956>
- Munn, Z., Peters, M. D., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC medical research methodology*, 18(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- \*Mutanen, J., & Uitto, A. (2020). Make biology relevant again! Pre-service teachers' views on the relevance of biology education. This paper was presented at the ERIDOB conference 2020. *Journal of Biological Education*, 54(2), 202-212. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739423>
- Niepoth, N., & Bendesky, A. (2020). How natural genetic variation shapes behavior. *Annual review of genomics and human genetics*, 21, 437-463. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-111219-080427>

- \*Özbudak, Z., & Özkan, M. (2014). An analysis of teacher's views on the unit regarding cell division and heredity. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 714-719.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.309>
- Peters, M. D., Godfrey, C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., & Soares, C. B. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. *JBIE Evidence Implementation*, 13(3), 141-146. doi: 10.1097/XEB.0000000000000050
- Pinker, S. (2003). *The blank slate: The modern denial of human nature*. Penguin.
- Polderman, T. J., Benyamin, B., De Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., Van Bochoven, A., Visscher, P. M., & Posthuma, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature genetics*, 47(7), 702.  
<https://doi.org/10.1038/ng.3285>
- Rangel, U., & Keller, J. (2011). Essentialism goes social: Belief in social determinism as a component of psychological essentialism. *Journal of personality and social psychology*, 100(6), 1056. <https://doi.org/10.1037/a0022401>
- Robinson, G. E. (2004). Beyond nature and nurture. *Science*, 304(5669), 397-399. DOI: 10.1126/science.1095766
- \*Silva, H. M., Mortimer, E. F., Diaz, M. A., Tomasco, I. H., Gibram, D. E., & Carvalho, G. S. (2019). The human species origin: views of biology teachers from three Latin American countries. *Theology and science*, 17(2), 257-272.  
<https://doi.org/10.1080/14746700.2019.1596343>
- Skinner, B. F. (1975). The shaping of phylogenic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 24(1), 117-120. <https://doi.org/10.1901/jeab.1975.24-117>
- Skinner, B. F. (1990). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. BF Skinner Foundation.



- \*Stears, M., Clément, P., James, A., & Dempster, E. (2016). Creationist and evolutionist views of South African teachers with different religious affiliations. *South African Journal of Science*, 112(5-6), 1-10. <http://dx.doi.org/10.17159/sajs.2016/20150226>
- \*Termtachatipongsa, P. (2014). Instructional context, motivational beliefs, attitude and strategies in teaching genetics for conceptual change. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 2023-2029. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.514>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., Colquhoun, H., Kastner, M., ... & Straus, S. E. (2016). A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. *BMC medical research methodology*, 16(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0116-4>
- \*Vázquez-Alonso, Á., García-Carmona, A., Manassero-Mas, M. A., & Bennassar-Roig, A. (2013). Spanish secondary-school science teachers' beliefs about Science-Technology-Society (STS) Issues. *Science & Education*, 22(5), 1191-1218. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9440-1>
- Vieira, M. L., & Oliva, A. D. (2017). *Evolução, cultura e comportamento humano*.
- Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological review*, 20(2), 158. <https://doi.org/10.1037/h0074428>
- Watson, J. D., & Berry, A. (1928). *DNA: o segredo da vida*. Companhia das Letras.
- Yamamoto, M. E., Valentova, J. V., Leitão, M. B. P., & Hattori, W. T. (2018). *Manual de psicologia evolucionista*.

### Estudo 3

#### Crenças, expectativas e concepções implícitas de professores de São Paulo

##### Resumo

A genética do comportamento produziu evidências que demonstram que a origem e desenvolvimento do comportamento humano se devem a influências tanto da genética quanto do ambiente. No Brasil, pesquisas demonstram a percepção de professores brasileiros tendem a considerar importante tanto os genes quanto o ambiente para o comportamento humano. Esta pesquisa teve como objetivo descrever as crenças, expectativas e concepções implícitas de professores, relacionando *Mindset* e concepções de determinismo biológico. Esta pesquisa contou com 908 professores do estado de São Paulo, Brasil. Foram utilizadas as escalas de Concepções Implícitas (CI) e Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory (BEST). Foram realizadas análises fatoriais confirmatórias que corroboraram o modelo original das escalas: CI de dois fatores, diferenças entre grupos, envolvendo questões de gênero e étnicas (DifCI), e o segundo em relação às influências genéticas nas diferenças individuais (IndCI); e BEST de quatro fatores: *Mindset* (M), Motivação Escolar (ME), Significado de Fracasso (SF), Expectativas Globais (EG). Resultados demonstram que: professores tendem a um não determinismo genético e a crenças positivas sobre si e sobre seus alunos; o *Mindset* é preditor das CI; possuir experiência profissional levava a menor compreensão de determinismo genético nas diferenças individuais; pós-graduandos tendiam menos ao determinismo genético que graduandos/com ensino médio completo; menor a renda familiar pode afetar a percepção de *Mindset* e IndCI, menor renda se relaciona com percepções mais deterministas. Os resultados corroboram estudos anteriores.

*Palavras-chave:* Genética do comportamento, Educação, Concepções Implícitas, Professor, *Mindset*

### **Abstract**

Behavioral genetics evidence demonstrates that the origin and development of human behavior is due to both genetic and environmental influences. In Brazil, researches demonstrate the perception of Brazilian teachers about this phenomenon. This paper aimed to describe the beliefs, expectations and implicit conceptions of teachers, relating Mindset and conceptions of biological determinism. This research included 908 teachers from the state of São Paulo, Brazil. The Implicit Conceptions (CI) and Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory (BEST) scales were used. Confirmatory factor analyzes were performed and corroborated the original model of the scales: two-factor for CI, differences between groups, involving gender and ethnic issues (DifCI), and the second, genetic influences on individual differences (IndCI); four factors for BEST: Mindset (M), School Motivation (ME), Meaning of Failure (SF), Overall Expectations (EG). Results show that: teachers tend to non-genetic determinism and positive beliefs about themselves and their students; Mindset is a predictor of IC; having professional experience led to less belief in genetic determinism in individual differences; graduate students had less tendency to genetic determinism than undergraduate/high school graduates; lower family income can affect the perception of Mindset and IndCI, lower income is related to more deterministic perceptions. The results support previous studies.

*Keywords:* Behavioral genetics, Education, Implicit conceptions, Teacher, Mindset

## Introdução

A genética do comportamento produziu evidências que demonstram que o comportamento humano se expressa a partir de influências genéticas e ambientais (Harden, 2021; Polderman et al., 2015; Plomin et al., 2016) e essas evidências podem contribuir com decisões na área da educação na educação (Asbury & Plomin, 2013; Kovas et al., 2016). Entre as contribuições, está a questão de como os professores percebem seus alunos, seus comportamentos, habilidades e potenciais. No Brasil, pesquisas vêm sendo desenvolvidas demonstrando a percepção de professores sobre a relação entre os comportamentos e a interação entre genes e ambientes (Antonelli-Ponti et al., 2018; Antonelli-Ponti e Crosswaite, 2019; Ponti, 2020). Seguindo o referencial de Asbury e Crosswaite (2018), relacionaremos a percepção de professores sobre genes e ambiente com *Mindset*.

A forma de compreender e relatar sobre a origem dos comportamentos humanos pode ser feita de maneira explícita (Walker & Plomin, 2005; Antonelli-Ponti et al., 2018) ou implícita (Castéra & Clément, 2014). O conceito de Concepções Implícitas (CI) se refere à influência genética e ambiental dos comportamentos de humanos relatada de maneira subjacente a questões de saúde, de comportamento e questões sociais. Esse construto foi investigado com professores no Brasil a partir do trabalho de Ponti (2020) que identificou que intervenções de ensino sobre genética do comportamento e de aprendizagem social tiveram resultados significativos em concepções estereotipadas sobre determinismo genético.

O conceito de *Mindset* surgiu a partir da obra de Dweck (2008) e é dividida principalmente em dois tipos de mentalidade: *Mindset* Fixo, que se refere a pessoas que acreditam que suas habilidades são pouco ou nada passíveis de serem desenvolvidas; e *Mindset* de Crescimento, que se refere a pessoas que acreditam que suas habilidades podem ser desenvolvidas e a quantidade de esforço envolvida é determinante para o sucesso. As pesquisas com a teoria do *Mindset* trouxeram resultados significativos para educação, por

exemplo, em relação ao treinamento de gerenciamento de erros indicando que a resiliência ao erro pode ser induzida em pessoas com grande aversão ao erro (Dweck & Leggett, 1988) e que intervenções nesse sentido melhoram a aprendizagem (Blackwell et al., 2007; Metcalfe, 2017). Apesar de Harackiewicz e Priniski (2018) apontarem que certas intervenções com a teoria de *Mindset* não foram passíveis de replicação e necessitam de mais estudos de forma crítica, Princiotti et al. (2019) desenvolveu a escala *Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory* (BEST), baseada na teoria de Dweck (2008), e obteve resultados satisfatórios no desenvolvimento na validação da escala.

Crosswaite e Asbury (2018) já relacionaram o *Mindset* de professores com construtos relacionados à genética do comportamento, estas são: influência relativa da natureza e ambiente, abertura para pesquisa genética na educação e conhecimento sobre genética do comportamento. Os resultados da pesquisa de Crosswaite e Asbury (2018) demonstram que professores que percebiam a influência de fatores genéticos e ambientais de forma mais equilibrada sobre a atividade cognitiva tendiam a um *Mindset* de crescimento.

A partir da escala de Concepções Implícitas sobre a origem do comportamento humano validada no Brasil por Ponti (2020) e da escala que avalia crenças e expectativas de professores desenvolvida também em contexto brasileiro por Princiotti et al. (2019) e considerando os resultados de Crosswaite e Asbury (2018), a hipótese de presente estudo é a de que quanto menor as concepções relacionadas ao determinismo genético, mais os professores terão *Mindset* de crescimento. O estudo inova inserindo concepções implícitas, que trazem aspectos estereotipados e preconceituosos sobre o comportamento humano e os relacionando com as crenças, motivações e expectativas dos professores em relação aos alunos.

## **Método**

Trata-se de um estudo quantitativo e transversal e teve como objetivo: identificar como professores e professores em formação percebem o próprio potencial e o de alunos acerca do processo educacional através da *Beliefs and Expectations of Students and Teachers inventory* (BEST); identificar como professores percebem temas relacionados à origem do comportamento humano através da Escala para avaliação de Concepções Implícitas (CI) sobre influência genética e ambiental em humanos; e verificar possíveis relações entre os construtos das escalas. A hipótese é de que a percepção da maioria dos professores será que tanto os genes quanto o ambiente são importantes, a maioria terá atitudes positivas quanto ao seu potencial e de seus alunos e estas visões serão correlatas.

### **Participantes**

A pesquisa foi realizada com 921 professores e licenciandos, optou-se por excluir os professores que não são do estado de São Paulo, dada a alta concentração de professores do estado, dessa forma a amostra ficou com 908 professores: 641 mulheres (70,6%), 266 (29,3%) homens, uma pessoa preferiu não responder, com idade média de 36,4 anos (DP= 9,26), a maioria com graduação (n= 436). Os participantes foram estudantes de licenciatura e professores participantes de formação continuada oferecidas pelo *ConectaLab* (Laboratório de Pesquisa e Integração em Psicologia, Educação e Tecnologia), ao qual vincula-se a presente pesquisa. Os participantes foram recrutados virtualmente para participar da pesquisa, através do *Google Forms* e a pesquisa foi realizada entre setembro de 2019 a julho de 2020.

### **Aspectos Éticos**

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética de registro na plataforma Brasil CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) Nº 40838820.2.0000.5407 pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

### **Instrumentos de Pesquisa**

#### ***Questionário de Caracterização Sociodemográfica***

Foi desenvolvido pelo próprio pesquisador e foram solicitados os seguintes dados: idade, sexo, nível educacional (incluindo o semestre, caso o participante esteja cursando ensino superior), se trabalha como professor (caso trabalhe, a quantos anos trabalha e qual a idade de seus alunos), em qual instituição cursou ou está cursando a licenciatura, condição socioeconômica e qual graduação realizou ou está realizando.

### ***Beliefs and Expectations of Students and Teachers Inventory (BEST)***

Desenvolvido e adaptado ao contexto brasileiro e em processo de validação por Princiotti et al. (2019), com consistência interna (alfa de Cronbach) superior a 0,7. Este instrumento se propõe a avaliar crenças e as expectativas dos professores acerca do próprio potencial e acerca do processo educacional como um todo, avaliando *mindset*, motivação escolar, significado do fracasso e expectativas globais, sendo parte do projeto “*Mindset Brasil*” desenvolvido pelo Laboratório de Estudos e Pesquisas em Economia Social (Lepes). A escala foi construída a partir da estrutura de pares opostos, ou seja, uma afirmação e a negação dessa mesma afirmação. No estudo original, estas afirmações eram seguidas e os itens variam entre “discordo totalmente” e “concordo totalmente”. Mas neste estudo, optou-se por randomizar as afirmações e mudar os itens para: nunca, raramente, muitas vezes, quase sempre, sempre. A escala é dividida em 4 fatores/construtos: *Mindset* (M, itens 1-8), crença de que as habilidades e inteligência são traços fixos e inalteráveis ou maleáveis e desenvolvíveis; Motivação Escolar (ME, itens 9-14), crença de que é mais importante estar disposto a aprender do que estar preocupado em parecer inteligente; Significado de Fracasso (SF, itens 15-20), crença de que os fracassos são um sinal de que não vale a pena continuar se esforçando em algo; Expectativas Globais (EG, itens 21-28), a expectativa média do professor acerca do desempenho e sucesso futuro de seus alunos como um todo. Os escores da escala são calculados a partir da média dos itens de cada construto, ou seja, as interpretações são feitas a partir de cada construto não havendo uma soma destes ou escore

único para a escala. Os itens negativos foram invertidos para concordarem com a escala CI, em que resultados mais próximos de 1 são vistos como negativos.

### ***Escala para Avaliação de Concepções Implícitas sobre Influência Genética e Ambiental em Humanos***

A escala é composta por nove itens que avaliam duas dimensões: a primeira dimensão compôs-se de variáveis relacionadas às influências genéticas nas diferenças entre grupos, envolvendo questões de gênero e étnicas (DifCI, itens 1-6); e a segunda em relação às influências genéticas nas diferenças individuais (IndCI, itens 7-9). Os participantes poderiam, originalmente, optar por quatro opções de respostas. Foi acrescentado um ponto central “não concordo, nem discordo”, formando uma escala de 5 pontos, desde concordo totalmente (1) até discordo totalmente (5), com boa confiabilidade (Antonelli-Ponti, 2020). Os itens são parte do questionário *Biohead Citizen “Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship”*, já aplicada previamente para uma amostra de professores brasileiros com o propósito de comparação entre países (Antonelli-Ponti, 2020; Carvalho & Clément, 2007; Castéra & Clément, 2014; Jourdan et al., 2013; Munoz et al., 2009). Os escores da escala são calculados a partir da média dos itens de cada construto e resultados próximos a 1 indicam tendência ao determinismo biológico.

### **Procedimento**

Foram realizadas Análises Fatoriais Confirmatórias (AFC) com o objetivo de avaliar a plausibilidade de uma estrutura de quatro fatores para a escala de BEST (Princiotti et al., 2019) e de uma estrutura bidimensional para CI (Ponti, 2020). A análise foi implementada utilizando o método de estimação Robust Diagonally Weighted Least Squares (RDWLS), adequado para dados categóricos (DiStefano & Morgan, 2014; Li, 2016).

Os índices de ajuste utilizados foram:  $\chi^2$ ;  $\chi^2/gf$ ; Comparative Fit Index (CFI); Tucker-Lewis Index (TLI); Standardized Root Mean Residual (SRMR) e Root Mean Square Error of



Approximation (RMSEA). Valores de  $\chi^2$  não devem ser significativos; a razão  $\chi^2/\text{gl}$  deve ser  $\leq$  que 5 ou, preferencialmente,  $\leq$  que 3; Valores de CFI e TLI devem ser  $\geq$  que 0,90 e, preferencialmente acima de 0,95; Valores de RMSEA devem ser  $\leq$  que 0,08 ou, preferencialmente  $\leq$  que 0,06, com intervalo de confiança (limite superior)  $\leq$  0,10 (Brown, 2015). A fidedignidade da medida foi mensurada através do Alfa de Cronbach e da fidedignidade composta, ambos com 0,70 como ponto de corte (Cronbach, 1951; Raykov, 1997; Valentini & Damásio, 2016).

Os escores das escalas foram calculados a partir da média dos fatores. A normalidade dos dados foi avaliada por meio dos testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Foi realizada uma regressão linear simples para verificar se o *Mindset* é preditor das CI. Teste t para amostras independentes verificou se possuir experiência profissional impactava IndCI. Anovas *One-way* foram realizadas para verificar se havia diferenças entre pós-graduandos e graduandos/com ensino médio completo em relação a percepção de determinismo genético e em relação a renda familiar na percepção de *Mindset* e IndCI. Em algumas análises foi retirado um professor que respondeu ter apenas o fundamental completo, para evitar viés, porém, possivelmente foi um erro de digitação. Para análises dos dados foram utilizados os softwares SPSS 26, Jasp 14.1.

## **Resultados**

### **Análise Fatorial Confirmatória**

#### ***BEST***

A estrutura em quatro fatores proposta se ajustou marginalmente aos dados. Embora o valor do qui-quadrado tenha sido significativo ( $p < 0,001$ ), os outros índices de ajuste suportam marginalmente o modelo (Ver Tabela 3). O Alfa de Cronbach e a Fidedignidade Composta do fator foram adequados: 0,83; 0,92, respectivamente.

#### ***CI***

A estrutura bidimensional proposta se ajustou bem aos dados. Embora o valor do qui-quadrado tenha sido significativo ( $p=0,006$ ), os outros índices de ajuste suportaram o modelo (Ver Tabela 3). O Alfa de Cronbach e a Fidedignidade Composta do fator foram adequados: 0,77; 0,87, respectivamente.

**Tabela 3**

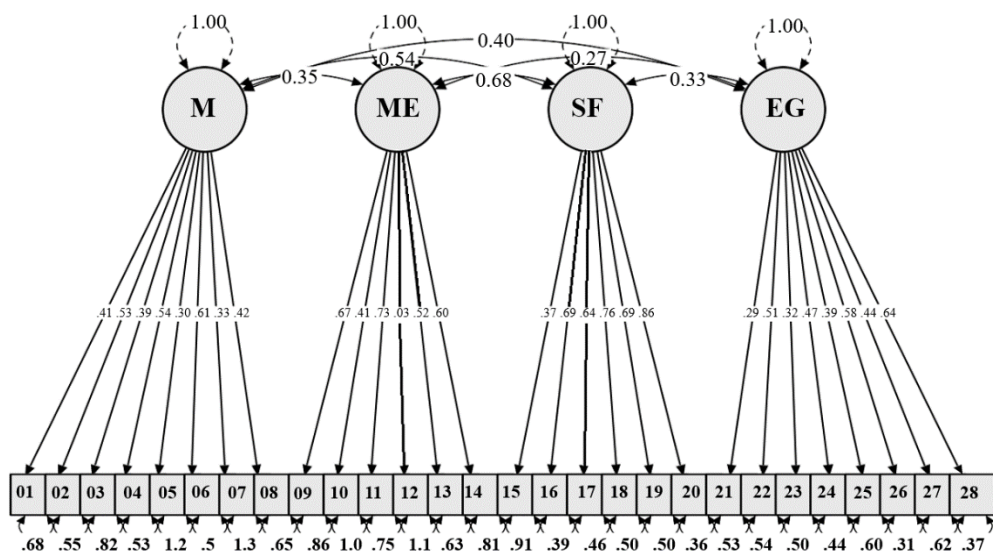
*Índices de Ajuste dos Modelos de BEST e CI*

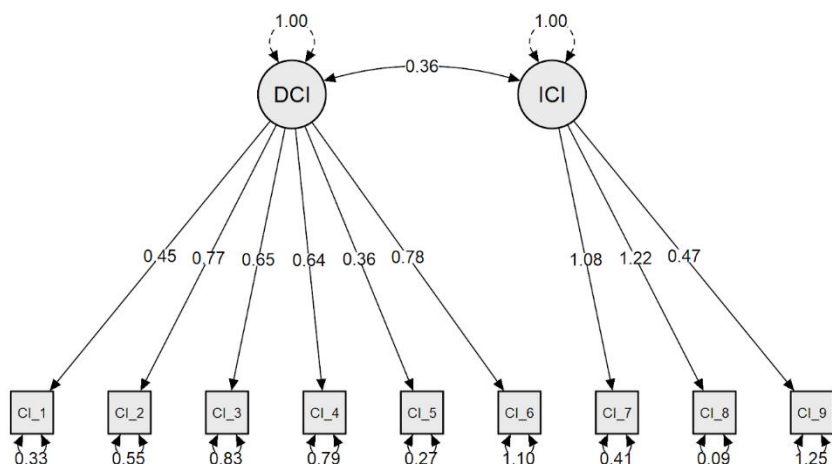
	$\chi^2(\text{gl})$	$\chi^2/\text{gl}$	CFI	TLI	SRMR	RMSEA (90% IC)
BEST	1517,009 (344)	4,4	0,903	0,883	0,072	0,061 (0,058 – 0,064)
CI	47,331 (26)	1,8	0,989	0,985	0,064	0,030 (0,016 – 0,044)

*Nota.*  $\chi^2$ = qui-quadrado; gl = graus de liberdade; CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker-Lewis Index; SRMR = Standardized Root Mean Square Residual; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation.

**Figura 6**

*Estrutura e Cargas Fatoriais dos itens do BEST*



**Figura 7***Estrutura e Cargas Fatoriais dos itens de CI***Teste de Normalidade para as Dimensões das Escalas**

Os testes de distribuição de normalidade demonstraram que todos os construtos não apresentam distribuição normal: M (Kolmogorov-Smirnov = 0,06,  $p < 0,001$ ; Shapiro-Wilk = 0,98,  $p < 0,001$ ); ME (Kolmogorov-Smirnov = 0,07,  $p < 0,001$ ; Shapiro-Wilk = 0,98,  $p < 0,001$ ); SF (Kolmogorov-Smirnov = 0,07,  $p < 0,001$ ; Shapiro-Wilk = 0,96,  $p < 0,001$ ); EG (Kolmogorov-Smirnov = 0,07,  $p < 0,001$ ; Shapiro-Wilk = 0,98,  $p < 0,001$ ); DifCI (Kolmogorov-Smirnov = 0,22,  $p < 0,001$ ; Shapiro-Wilk = 0,75,  $p < 0,001$ ); IndCI (Kolmogorov-Smirnov = 0,11,  $p < 0,001$ ; Shapiro-Wilk = 0,94,  $p < 0,001$ ).

**Estatísticas Descritivas das Dimensões****Tabela 4***Média e Desvio Padrão das Dimensões de BEST e CI*

	Média	Desvio Padrão
DifCI	4,47	0,69
IndCI	3,59	1,01
Mindset	3,98	0,56

Motivação Escolar	3,25	0,63
Significado de Fracasso	3,85	0,73
Expectativas Globais	3,89	0,52

### Correlações entre as Dimensões

**Tabela 5**

*Correlação de Pearson entre as Dimensões*

	IndCI	DifCI	M	ME	SF	EG
IndCI	-					
DifCI	0,306**	-				
M	0,098**	0,124**	-			
ME	0,041	0,064	0,227**	-		
SF	0,083*	0,069*	0,418**	0,497**	-	
EG	0,03	0,087**	0,295**	0,189**	0,267**	-

*Nota.* \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$

### Regressão Linear Simples

Foram realizadas análises de regressão linear simples com o objetivo de investigar em que medida os níveis de *Mindset* explicavam os níveis de IndCI e DifCI. O *Mindset* apresentou influência estatisticamente significativa em IndCI ( $F(1, 906) = 8,799, p < 0,01$ ;  $R^2_{ajustado} = 0,009$ ). O coeficiente de regressão  $B$  ( $B = 0,178, 95\% [IC = 0,060 - 0,209]$ ). O *Mindset* apresentou influência estatisticamente significativa em DifCI ( $F(1, 906) = 14,162, p < 0,001$ ;  $R^2_{ajustado} = 0,014$ ). O coeficiente de regressão  $B$  ( $B = 0,155, 95\% [IC = 0,074 - 0,236]$ ). Esses resultados indicam que, em média, o aumento de um ponto nos níveis de *Mindset* repercute no aumento de 0,179 pontos nos níveis de IndCI e de 0,155 de DifCI.

### Teste t para Amostras Independentes

Foi realizado um teste t de Student para amostras independentes com o objetivo de investigar em que medida ter ou não experiência profissional como professor afetava as dimensões das escalas. Os resultados demonstraram que apenas IndCI foi afetado por ter ou não experiência profissional. Professores com experiência profissional ( $M = 3,69$ ;  $DP = 1,01$ ) tiveram maior média do que professores sem experiência profissional ( $M = 3,48$ ;  $DP = 1$ ). Contudo, o tamanho de efeito foi pequeno ( $d$  de Cohen = 0,21).

O pressuposto de homogeneidade de variância foi avaliado por meio do teste de Levene. Foram realizados procedimentos de bootstrapping (1000 re-amostragens; 95% IC BCa) para se obter uma maior confiabilidade dos resultados, para corrigir desvios de normalidade da distribuição da amostra e diferenças entre os tamanhos dos grupos e, também, para apresentar um intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre as médias (Haukoos & Lewis, 2005).

**Tabela 6**

*Teste t para Amostras Independentes*

		Escores		Estatística do teste <i>t</i> ( <i>bootstrapping sample</i> )					
		<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>t</i>	<i>Gl</i>	Valor- <i>p</i>	Diferença de Média	IC da Diferença de Média (95%)	
								Limite inferior	Limite superior
IndCI	Com Exp n=461	3,69	1	3,1	905	0,004	0,2	0,08	0,33
	Sem Exp n=446	3,48	1						

Tendo em vista que a diferença entre profissionais com experiência e sem experiência foi significativa, assumiu-se que a escolaridade poderia ajudar a explicar os resultados das concepções implícitas.

## ANOVAs

Foi realizada uma análise de variância de uma via (ANOVA-One Way) com o objetivo de avaliar se havia diferenças nos níveis de concepções implícitas entre professores de diferentes escolaridades (Ensino médio completo/graduando, Graduação completa e Pós-graduação completa). Foram realizados procedimentos de *bootstrapping* (1000 re-amostragens; 95% IC BCa) (Haukoos & Lewis, 2005). Considerando a heterogeneidade de variância e desigualdade na amostra de populações, foi solicitada a correção de Welch e avaliação de post-hoc por meio da técnica de Games-Howell (Field, 2018). Apenas IndCI e DifCI demonstraram diferenças significativas entre os grupos. Os Testes de Levene mostraram que IndCI não apresenta homogeneidade de variância (Levene (904) = 3,7,  $p < 0,05$ ), enquanto que DifCI apresenta homogeneidade de variância (Levene (904) = 0,3,  $p = 7$ ). A tabela 5 descreve as estatísticas descritivas da Anova-One Way.

**Tabela 7**

*Estatísticas Descritivas da Anova-One Way de IndCI em Relação à Escolaridade*

IndCI	Estatísticas Descritivas	Estimativas de Bootstrapping			
		Intervalo de Confiança (95% IC Bca)			
		Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior	
Médio n= 217	Média	3,51	0,06	3,39	3,65
	Desvio-Padrão	0,98	0,04	0,90	1,05
Graduação n= 436	Média	3,54	0,50	3,44	3,63
	Desvio-Padrão	1,06	0,02	1,00	1,11
Pós-graduação	Média	3,73	0,06	3,61	3,85

n= 254	Desvio- Padrão	0,94	0,03	0,88	1,00
Amostra total	Média	3,59	0,32	3,52	3,65
	Desvio- Padrão	1,01	0,01	0,97	1,05

**Tabela 8**

*Estatísticas Descritivas da Anova-One Way de DifCI em Relação à Escolaridade*

DifCI	Estatísticas Descritivas	Estimativas de Bootstrapping			
		Intervalo de Confiança (95% IC Bca)			
		Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior	
Médio n = 217	Média	4,39	0,04	4,30	4,47
	Desvio- Padrão	0,65	0,05	0,54	0,76
Graduação n = 436	Média	4,45	0,03	4,38	4,52
	Desvio- Padrão	0,72	0,01	0,63	0,81
Pós- graduação n = 254	Média	4,57	0,04	4,48	4,64
	Desvio- Padrão	0,67	0,06	0,57	0,79
Amostra total	Média	4,47	0,02	4,42	4,51
	Desvio- Padrão	0,69	0,03	0,64	0,76

Os resultados da ANOVA demonstraram que haviam diferenças entre os grupos IndCI [Welch's F (2, 514,99) = 3,733, p < 0,05] e DifCI [F (2, 514,99) = 3,733, p < 0,05]. Em ambas as dimensões, o Teste post-hoc de Games-Howell, interpretado por meio de

procedimentos de bootstrapping, demonstrou que foram encontradas diferenças significativas entre pós-graduandos e graduandos/com ensino médio completo.

**Tabela 9**

*Teste de post-hoc de Games-Howell com Bootstrapping (95% IC Bca) para IndCI e DifCI em Relação à Escolaridade*

Comparações entre grupos		Diferença de Médias	Estimativas de Bootstrapping (95% IC BCa)		
			Erro-padrão	Limite inferior	Limite Superior
IndCI	Médio/Graduando	0,21	0,08	0,02	0,39
Pós-graduando					
DifCI	Médio/graduando	0,17	0.06	0,05	0,3
Pós-graduando					

Foi realizada uma análise de variância de uma via (ANOVA-*One Way*) com o objetivo de avaliar se havia diferenças nos níveis de concepções implícitas e *Mindset* entre professores de diferentes rendas familiares (até 1 salário mínimo por família, de 2 a 3 salários, de 4 a 5 salários e mais de 5 salários). Foram realizados procedimentos de *bootstrapping* (1000 re-amostragens; 95% IC BCa) (Haukoos & Lewis, 2005). Considerando a heterogeneidade de variância e desigualdade na amostra de populações, foi solicitada a correção de Welch e avaliação de post-hoc por meio da técnica de Games-Howell (Field, 2018). Apenas IndCI e *Mindset* demonstraram diferenças significativas entre os grupos. Os Testes de Levene mostraram que IndCI não apresenta homogeneidade de variância (Levene (903) = 4,59,  $p < 0,01$ ), enquanto que *Mindset* apresenta homogeneidade de variância (Levene (903) = 2,04,  $p = 0,1$ ). A tabela 8 descreve as estatísticas descritivas da Anova-*One Way*.



**Tabela 10***Estatísticas Descritivas da Anova-One Way de IndCI em Relação à Renda Familiar*

IndCI		Estatísticas Descritivas	Estimativas de Bootstrapping		
			Intervalo de Confiança (95% IC Bca)		
			Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Até 1 salário n = 40	Média	3,79	0,16	3,45	4,13
	Desvio-Padrão	1,04	0,1	0,85	1,2
2 a 3 salários n = 405	Média	3,46	0,05	3,35	3,57
	Desvio-Padrão	1,06	0,02	1,01	1,11
4 a 5 salários n = 284	Média	3,64	0,05	3,53	3,75
	Desvio-Padrão	0,95	0,03	0,89	1,02
Mais de 5 salários n = 178	Média	3,74	0,06	3,61	3,88
	Desvio-Padrão	0,95	0,04	0,85	1,03
Amostra Total	Média	3,59	0,03	3,52	3,66
	Desvio-Padrão	0,95	0,04	0,85	1,03

**Tabela 11***Estatísticas Descritivas da Anova-One Way de Mindset em Relação à Renda Familiar*

Mindset		Estatísticas Descritivas	Estimativas de Bootstrapping		
			Intervalo de Confiança (95% IC Bca)		
			Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Até 1 salário	Média	3,97	0,11	3,74	4,2

n = 40	Desvio- Padrão	0,67	0,05	0,57	0,75
2 a 3 salários n = 405	Média	3,94	0,02	3,89	4
	Desvio- Padrão	0,53	0,01	0,5	0,56
4 a 5 salários n = 284	Média	3,95	0,03	3,88	4,02
	Desvio- Padrão	0,55	0,02	0,51	0,59
Mais de 5 salários n = 178	Média	4,1	0,04	4,01	4,2
	Desvio- Padrão	0,57	0,02	0,53	0,62
Amostra Total	Média	3,98	0,01	3,94	4,02
	Desvio- Padrão	0,56	0,01	0,53	0,58

Os resultados da ANOVA demonstraram que haviam diferenças entre os grupos IndCI [Welch's  $F(3, 169,639) = 4,130, p < 0,01$ ] e Mindset [ $F(3, 514,99) = 3,716, p < 0,01$ ]. Em ambos os construtos, o Teste post-hoc de Games-Howell, interpretado por meio de procedimentos de bootstrapping, demonstrou que foram encontradas diferenças significativas entre professores com renda familiar acima de 5 salários mínimos em relação a professores com renda entre 2 e 3 salários, demonstrando a tendência de menor renda ter uma maior noção de mindset fixo, mas também em relação ao determinismo biológico. No caso de Mindset, também houve diferença significativa em relação a professores que têm renda familiar entre 2 e 3 salários e aqueles com renda entre 4 e 5 salários.

**Tabela 12**

*Teste de Post-Hoc de Games-Howell com Bootstrapping (95% IC Bca) para IndCI e*

*Mindset em relação à Renda Familiar*

Comparações entre grupos		Diferença de Médias	Estimativas de Bootstrapping (95% IC Bca)		
			Erro-padrão	Limite inferior	Limite Superior
IndCI	De 2 a 3 salários mínimos	0,27	0,08	0,11	0,44
<i>Mindset</i>	De 2 a 3 salários mínimos	0,16	0,05	0,05	0,26
	De 4 a 5 salários	0,14	0,05	0,03	0,26

### Discussão

Foram investigadas as crenças e expectativas de professores brasileiros do Estado de São Paulo sobre seus alunos, sobre si e sobre determinismo biológico individual e de grupos. Em geral, os resultados foram positivos, professores tendem ao não determinismo biológico e tendem a um *Mindset* de crescimento, com motivação escolar, significado de fracasso e expectativas globais acima da média, sobre si e sobre seus alunos. Destaca-se que DifCI, que trabalha com questões éticas e de gênero, teve menor tendência ao determinismo biológico, com maior média entre as dimensões investigadas ( $M = 4,47$ ;  $DP = 0,69$ ). De maneira geral os resultados corroboram resultados de estudos anteriores (Crosswaite & Asbury, 2018; Ponti, 2020; Walker & Plomin, 2005)

As análises fatoriais confirmatórias corroboraram o modelo da BEST (Princiotti et al. 2019) e corroboraram fortemente o modelo de CI (Ponti, 2020). Seguindo os resultados do

estudo de Crosswaite e Asbury (2018), a regressão linear simples demonstrou que o *Mindset* como um preditor significativo das Concepções Implícitas.

Uma outra variável sociodemográfica se mostrou relevante, ter experiência profissional demonstrou que possuir experiência profissional afetava IndCI, quanto maior a experiência profissional, menor tendência ao determinismo genético em relação a diferenças individuais. Tendo em vista que a experiência profissional teve relação com CI, foram realizadas anovas *one-way*, que demonstraram diferença significativa entre pós-graduandos e graduandos/com ensino médio completo em relação a IndCI e DifCI. Os resultados apontam que o nível de escolaridade se relacionava com a percepção de determinismo genético.

Apesar da escala BEST não trabalhar diretamente com o construto de Mindset Fixo (Princiotti et al., 2019), infere-se que baixos resultados na escala deixariam os professores mais próximos do que se entende por *mindset* fixo (Dweck, 2006). Claro et al. (2016) demonstrou relação entre o tipo de *Mindset* e o nível socioeconômico, sendo que alunos de baixa renda tendem ao *Mindset* Fixo. O mesmo parece ocorrer em professores. Foi possível obter diferenças significativas entre diferentes rendas em relação às escalas de *Mindset* e de IndCI. Em ambos os casos famílias com renda acima de 5 salários mínimos parecem ter menor propensão ao determinismo genético e ao *mindset* fixo. Vale ressaltar que a amostra de “até um salário mínimo” teve um n amostral pequeno (40) e que pesquisas com maior amostragem deste grupo podem gerar resultados mais confiáveis na avaliação dos construtos em relação à renda. As diferenças são pequenas, mas corroboram estudos anteriores (Claro et al., 2016) e podem servir como referência para futuros estudos com maior amostragem na questão da renda familiar. Sendo assim, possuir experiência em sala de aula parece ser um fator mais importante para ter uma menor percepção de determinismo genético do que o grau de escolaridade.

As dimensões ME, SF, EG da escala BEST não demonstraram relação com as CI. Contudo, o *Mindset* se relacionou diversas vezes com CI, o que corrobora com a hipótese inicial e dá suporte para maiores investigações envolvendo as dimensões, assim como fizeram Crosswaite e Asbury (2018).

### **Limites e Alcances**

Uma das limitações deste estudo é que a amostra foi selecionada a partir de um curso de formação oferecido gratuitamente e os professores que participaram do curso responderam às escalas. Isso pode ter enviesado a amostra, no sentido de que professores com maior interesse em buscar formações em educação e se manter estudando podem se informar mais sobre questões relacionadas ao comportamento humano, o que pode ter influenciado os resultados de CI. O mesmo vale para o *Mindset* de Crescimento, professores que se mantêm em formação podem ter *Mindset* de Crescimento em maior medida do que aqueles que não continuam os estudos. Pesquisas relacionadas à genética do comportamento em países em desenvolvimento seguem sendo desafiadoras, dado o pouco recurso destinado a tais pesquisas. Sendo assim, mais dados em países como Brasil poderiam render maiores discussões entre resultados de pesquisas similares, principalmente, dada a grande desigualdade de renda dos países em desenvolvimento, mais achados como a relação da renda familiar com *Mindset* podem colaborar para mudanças no cenário da desigualdade econômica na educação.

Em relação a futuras pesquisas quantitativas, este estudo demonstra que não só escalas que avaliem questões relacionadas diretamente a genética do comportamento e *Mindset* se relacionam, mas também, verifica-se que escalas que avaliam construtos indiretamente relacionados a esses também se relacionam. Em relação a futuras pesquisas qualitativas, seria interessante verificar qual o suporte teórico que afasta tão fortemente professores brasileiros da percepção de determinismo genético entre grupos (DifCI), será uma

influência de senso comum ou há uma influência direta dos estudos, sejam eles da área de biologia/genética ou das ciências sociais, que sustentem essa visão?

### Referências

- Antonelli-Ponti, M., & Crosswaite, M. (2019). Teachers' perceptions about the etiology of intelligence and learning difficulties. *International Journal of Educational Psychology*, 8(2), 162-187. <https://doi.org/10.17583/ijep.2019.3777>
- Antonelli-Ponti, M., Versuti, F. M., & da Silva, J. A. (2018). Teachers' perception about genes and behavior. *Estudos de Psicologia*, 35(4), 421-431. <https://doi.org/10.1590/1982-02752018000400009>
- Antonelli-Ponti, M., Monticelli, P. F. & Vilaça, T. (2019) Deterministic conceptions about behaviour do not reflect teachers' perception of their teaching practices. In: L. Leite et al. (Eds.) (2019), *Proceedings of the ATEE Winter Conference 'Science and mathematics education in the 21st century'*. Brussels: ATEE and CIED (ISBN: 9789082506549).
- Asbury, K., & Plomin, R. (2013). *G is for genes: The impact of genetics on education and achievement* (Vol. 24). John Wiley & Sons.
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child development*, 78(1), 246-263. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Brown, T. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research* (2nd Ed). Guilford Press.
- Carvalho, G. S. D., & Clément, P. (2007). *Projecto "Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania": análise de manuais*

- escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente)*. <http://hdl.handle.net/1822/7775>
- Castéra, J., & Clément, P. (2014). Teachers' conceptions about the genetic determinism of human behaviour: A survey in 23 countries. *Science & Education*, 23(2), 417-443. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9494-0>
- Claro, S., Paunesku, D., & Dweck, C. S. (2016). Growth mindset tempers the effects of poverty on academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(31), 8664-8668. <https://doi.org/10.1073/pnas.1608207113>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Crosswaite, M., & Asbury, K. (2019). Teacher beliefs about the aetiology of individual differences in cognitive ability, and the relevance of behavioural genetics to education. *British Journal of Educational Psychology*, 89(1), 95-110. <https://doi.org/10.1111/bjep.12224>
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological review*, 95(2), 256. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.256>
- Dweck, C. S. (2008). *Mindset: The new psychology of success*. Random House Digital, Inc..
- DiStefano, C., Morgan, G. B. (2014). A Comparison of Diagonal Weighted Least Squares Robust Estimation Techniques for Ordinal Data. *Structural Equation Modeling*, 21(3), 425-438. doi: 10.1080/10705511.2014.915373.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. sage.
- Harackiewicz, J. M., & Priniski, S. J. (2018). Improving student outcomes in higher education: The science of targeted intervention. *Annual review of psychology*, 69, 409-435. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011725>

- Haukoos, J. S., & Lewis, R. J. (2005). Advanced statistics: Bootstrapping confidence intervals for statistics with “difficult” distributions. *Academic Emergency Medicine*, 12(4), 360-365. doi:10.1197/j.aem.2004.11.018
- Jourdan, D., Pironom, J., Berger, D., & Carvalho, G. S. (2013). Factors influencing teachers' views of health and health education: A study in 15 countries. *Health Education Journal*, 72(6), 660-672. <https://doi.org/10.1177/0017896912459821>
- Li, C. H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. *Behavioral Research Methods*, 48(3), 936-49doi: 10.3758/s13428-015-0619-7.
- Metcalfe, J. (2017). Learning from errors. *Annual review of psychology*, 68, 465-489. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044022>
- Munoz, F., Bogner, F., Clement, P., & Carvalho, G. S. (2009). Teachers' conceptions of nature and environment in 16 countries. *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), 407-413. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.05.007>
- Polderman, T. J., Benyamin, B., De Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., Van Bochoven, A., Visscher, P. M., & Posthuma, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature genetics*, 47(7), 702-709. <https://doi.org/10.1038/ng.3285>
- Ponti, M. A. (2020). *Concepções sobre a origem do comportamento humano e percepções sobre práticas docentes: potencialidades da formação continuada com base na psicobiologia*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. doi:10.11606/T.59.2020.tde-27072020-135000. Recuperado em 2021-05-28, de [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)



- Princiotti, V. G., de Vitto, L., dos Santos, D. D., & Scorzafave, L. G. (2019). *Mindset e Expectativas: a influência de teorias de inteligência sobre a qualidade educacional*.
- Raykov, T. (1997). Estimation of composite reliability for congeneric measures. *Applied Psychological Measurement*, 21(2), 173-184. doi: 10.1177/01466216970212006
- Valentini, F., & Damásio, B. F. (2016). Variância Média Extraída e Confiabilidade Composta: Indicadores de Precisão. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 32(2).  
<https://doi.org/10.1590/0102-3772e322225>
- Walker, S., & Plomin, R. (2005). The Nature-Nurture Question: Teachers' perceptions of how genes and the environment influence educationally relevant behaviour. *Educational Psychology*, 25 (5), 509–516.  
<https://doi.org/10.1080/01443410500046697>

## Considerações Finais

Em relação ao ensaio sobre o termo da herdabilidade, chegou-se a um equilíbrio, não ignorando completamente a crítica e chegando a um consenso de que o termo é necessário, importante, mas pode ser confuso para o público geral e por causa disso, exige maior divulgação científica em relação ao tema.

A revisão de escopo, além de mapear estudos sobre o tema, evidenciando estudos que representam a área que faz intersecção entre a genética e a educação, propiciou classes, por meio da Classificação Hierárquica Descendente (que realiza uma análise fatorial por correspondência para identificar associações, proximidades e intensidade entre as palavras analisadas dos textos), que podem servir como buscas futuras e elaboração de *strings* mais precisas para pesquisas relacionadas ao tema.

As análises psicométricas das escalas BEST, que contribuiu principalmente com o construto de *Mindset* e Concepções Implícitas sobre a origem do comportamento humano, corroboraram os modelos originais e este estudo serviu também para a consolidação evidências de tais escalas, pois, as mesmas ainda não foram publicadas em revistas científicas com revisão por pares, estando em processo para tal. Recomenda-se o uso das escalas para mais pesquisas em contextos brasileiros.

Verificou-se e foram corroborados diversos dados de pesquisas anteriores que relacionam os construtos das escalas. Estudos futuros poderão ser realizados relacionando *Mindset* e noções de determinismo genético. Indica-se que pesquisas semelhantes sejam realizadas também em alunos e em profissionais de cargos administrativos em escolas, para expandir a geração de conhecimento sobre tema em toda amplitude escolar.

### Referências

- \*Antonelli-Ponti, M., & Crosswaite, M. (2019). Teachers' perceptions about the etiology of intelligence and learning difficulties. *International Journal of Educational Psychology*, 8(2), 162-187. <https://doi.org/10.17583/ijep.2019.3777>
- \*Antonelli-Ponti, M., Versuti, F. M., & da Silva, J. A. (2018). Teachers' perception about genes and behavior. *Estudos de Psicologia*, 35(4), 421-431. <https://doi.org/10.1590/1982-02752018000400009>
- Antonelli-Ponti, M., Monticelli, P. F. & Vilaça, T. (2019) Deterministic conceptions about behaviour do not reflect teachers' perception of their teaching practices. In: L. Leite et al. (Eds.) (2019), *Proceedings of the ATEE Winter Conference 'Science and mathematics education in the 21st century'*. Brussels: ATEE and CIEd (ISBN: 9789082506549).
- \*Aivelo, T., & Uitto, A. (2019). Teachers' choice of content and consideration of controversial and sensitive issues in teaching of secondary school genetics. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2716-2735. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1694195>
- Asbury, K., & Plomin, R. (2013). *G is for genes: The impact of genetics on education and achievement* (Vol. 24). John Wiley & Sons.
- Astorga, M. L., & Torres-Bravo, L. D. (2020). Formal inferences and their relationships to knowledge acquisition: mental models and semantic links. *Principia: an international journal of epistemology*, 24(2), 325-331. DOI: <https://doi.org/10.5007/1808-1711.2020v24n2p325>
- Bee, H. Boyd, D. Questões básicas no estudo do desenvolvimento. In: BEE, Helen; BOYD, Denise. *A Criança em Desenvolvimento*. Artmed Editora, 2011.

- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child development*, 78(1), 246-263.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Briley, D. A., Livengood, J., Derringer, J., Tucker-Drob, E. M., Fraley, R. C., & Roberts, B. W. (2019). Interpreting behavior genetic models: seven developmental processes to understand. *Behavior genetics*, 49(2), 196-210.<https://doi.org/10.1007/s10519-018-9939-6>
- Brown, T. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research* (2nd Ed). Guilford Press.
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013). IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em psicologia*, 21(2), 513-518. DOI: 10.9788/TP2013.2-16
- Cervi, E. (2018). *Análise de conteúdo automatizada para conversações em redes sociais online: uma proposta metodológica*. [Paper presentation]. 42º Encontro ANPOQS, Mato Grosso. Mato Grosso.
- Carvalho, G. S. D., & Clément, P. (2007). *Projecto "Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania": análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente)*. <http://hdl.handle.net/1822/7775>
- Cassidy, S. B., Schwartz, S., Miller, J. L., & Driscoll, D. J. (2012). Prader-willi syndrome. *Genetics in medicine*, 14(1), 10-26. DOI:  
<https://doi.org/10.1038/gim.0b013e31822bead0>
- Castéra, J., & Clément, P. (2014). Teachers' conceptions about the genetic determinism of human behaviour: A survey in 23 countries. *Science & Education*, 23(2), 417-443.  
<https://doi.org/10.1007/s11191-012-9494-0>

- Claro, S., Paunesku, D., & Dweck, C. S. (2016). Growth mindset tempers the effects of poverty on academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*(31), 8664-8668. <https://doi.org/10.1073/pnas.1608207113>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, *16*(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- \*Crosswaite, M., & Asbury, K. (2019). Teacher beliefs about the aetiology of individual differences in cognitive ability, and the relevance of behavioural genetics to education. *British Journal of Educational Psychology*, *89*(1), 95-110. <https://doi.org/10.1111/bjep.12224>
- Davies, Gail, Max Lam, Sarah E. Harris, Joey W. Trampush, Michelle Luciano, W. David Hill, Saskia P. Hagenaars, et al. 2018. 'Study of 300,486 Individuals Identifies 148 Independent Genetic Loci Influencing General Cognitive Function'. *Nature Communications* 9 (1): 2098. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04362-x>
- DiStefano, C., Morgan, G. B. (2014). A Comparison of Diagonal Weighted Least Squares Robust Estimation Techniques for Ordinal Data. *Structural Equation Modeling*, *21*(3), 425-438. doi: 10.1080/10705511.2014.915373.
- Dobzhansky, T. (2013). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The american biology teacher*, *75*(2), 87-91.
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological review*, *95*(2), 256. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.256>
- Dweck, C. S. (2008). *Mindset: The new psychology of success*. Random House Digital, Inc.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. sage.
- \*Frumos, F. V. (2018). Romanian Preschool Teachers' Professional Beliefs about Diversity. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, *10*(4), 105-117.

- \*Glaze, A., & Goldston, J. (2019). Acceptance, Understanding & Experience: Exploring Obstacles to Evolution Education among Advanced Placement Teachers. *The American Biology Teacher*, 81(2), 71-76. <https://doi.org/10.1525/abt.2019.81.2.71>
- Gottlieb, G. 2003. 'On Making Behavioral Genetics Truly Developmental'. *Human Development* 46 (6): 337–55. <https://doi.org/10.1159/000073306>.
- Gould, S. J. (1996). *The mismeasure of man*. WW Norton & company.
- \*Gunay, Y., Cavas, B., & Hamurcu, H. (2015). Pre-service teachers' views on the environmental education, human brain and genetics, health and sexual education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 167, 141-151. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.655>
- Griffiths, A. J., Wessler, S. R., Lewontin, R. C., Gelbart, W. M., Suzuki, D. T., & Miller, J. H. (2006). Introdução à genética. In *Introdução à genética* (pp. 743-743).
- Harden, K. P. (2021). "Reports of my death were greatly exaggerated": Behavior genetics in the postgenomic era. *Annual Review of Psychology*, 72, 37-60. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-052220-103822>
- Harackiewicz, J. M., & Priniski, S. J. (2018). Improving student outcomes in higher education: The science of targeted intervention. *Annual review of psychology*, 69, 409-435. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011725>
- Haukoos, J. S., & Lewis, R. J. (2005). Advanced statistics: Bootstrapping confidence intervals for statistics with "difficult" distributions. *Academic Emergency Medicine*, 12(4), 360-365. doi:10.1197/j.aem.2004.11.018
- Haworth, C. M., Wright, M. J., Luciano, M., Martin, N. G., de Geus, E. J., van Beijsterveldt, C. E., ... & Plomin, R. (2010). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular psychiatry*, 15(11), 1112-1120. DOI: <https://doi.org/10.1038/mp.2009.55>

- \*İrez, O. S., & Bakanay, Ç. D. Ö. (2011). An assessment into pre-service biology teachers' approaches to the theory of evolution and nature of science. *Eğitim ve Bilim*, 36(162), 39-55.
- Jablonka, E., & Lamb, M. J. (2010). *Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida*. Companhia das Letras.
- Jourdan, D., Pironom, J., Berger, D., & Carvalho, G. S. (2013). Factors influencing teachers' views of health and health education: A study in 15 countries. *Health Education Journal*, 72(6), 660-672. <https://doi.org/10.1177/0017896912459821>
- Keller, J. (2005). In genes we trust: the biological component of psychological essentialism and its relationship to mechanisms of motivated social cognition. *Journal of personality and social psychology*, 88(4), 686. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.88.4.686>
- \*Kim, S. Y., & Nehm, R. H. (2011). A cross-cultural comparison of korean and american science teachers' views of evolution and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 33(2), 197-227. <https://doi.org/10.1080/09500690903563819>
- Kovas, Y., Malykh, S., & Gaysina, D. (Eds.). (2016). *Behavioural genetics for education*. Springer.
- Laudan, L. (1978). *Progress and its problems: Towards a theory of scientific growth* (Vol. 282). Univ of California Press.
- Lee, James J., Robbee Wedow, Aysu Okbay, Edward Kong, Omeed Maghzian, Meghan Zacher, Tuan Anh Nguyen-Viet, et al. 2018. 'Gene Discovery and Polygenic Prediction from a Genome-Wide Association Study of Educational Attainment in 1.1 Million Individuals'. *Nature Genetics* 50 (8): 1112–21. <https://doi.org/10/gdvmq2>.
- Lewontin, R. (1996). *Biology as ideology: The doctrine of DNA*. House of Anansi.

- Li, C. H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. *Behavioral Research Methods*, 48(3), 936-49doi: 10.3758/s13428-015-0619-7.
- Locke, J. (1847). An essay concerning human understanding. *Kay & Troutman*.
- \*Losh, S. C., & Nzekwe, B. (2011). The influence of education major: How diverse preservice teachers view pseudoscience topics. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 579-591. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9297-0>
- \*Martschenko, D. (2020). DNA dreams': Teacher perspectives on the role and relevance of genetics for education. *Research in Education*, 107(1), 33-54.  
<https://doi.org/10.1177/0034523719869956>
- McGuffin, P., Owen, M. J., & Gottesman, I. I. (Eds.). (2004). *Psychiatric genetics and genomics*.
- Metcalf, J. (2017). Learning from errors. *Annual review of psychology*, 68, 465-489.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044022>
- Moore, D. S., & Shenk, D. (2017). The heritability fallacy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1-2), e1400. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcs.1400>
- Munn, Z., Peters, M. D., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC medical research methodology*, 18(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Munoz, F., Bogner, F., Clement, P., & Carvalho, G. S. (2009). Teachers' conceptions of nature and environment in 16 countries. *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), 407-413. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.05.007>
- \*Mutanen, J., & Uitto, A. (2020). Make biology relevant again! Pre-service teachers' views on the relevance of biology education. This paper was presented at the ERIDOB



conference 2020. *Journal of Biological Education*, 54(2), 202-212.

<https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739423>

Nations for Mental Health Initiative, & World Health Organization. (1997). *Schizophrenia and public health* (No. WHO/MSA/NAM/97.6). World Health Organization.

Niepoth, N., & Bendesky, A. (2020). How natural genetic variation shapes behavior. *Annual review of genomics and human genetics*, 21, 437-463.

<https://doi.org/10.1146/annurev-genom-111219-080427>

\*Özbudak, Z., & Özkan, M. (2014). An analysis of teacher's views on the unit regarding cell division and heredity. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 714-719.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.309>

Papassotiropoulos, A, K Henke, E Stefanova, A Aerni, A Müller, P Demougin, C Vogler, et al. 2011. 'A Genome-Wide Survey of Human Short-Term Memory'. *Molecular Psychiatry* 16 (2): 184–92. <https://doi.org/10.1038/mp.2009.133>.

Peters, M. D., Godfrey, C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., & Soares, C. B. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. *JBIM Evidence Implementation*, 13(3), 141-146. doi: 10.1097/XEB.0000000000000050

Pinker, S. (2003). *The blank slate: The modern denial of human nature*. Penguin.

Plomin, R., DeFries, J. C., & McClearn, G. E. (2013). *Behavioral genetics*. Sixth Edition. Macmillan.

Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S., & Neiderhiser, J. M. (2016). Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on psychological science*, 11(1), 3-23.

DOI: <https://doi.org/10.1177/1745691615617439>

Polderman, T. J., Benyamin, B., De Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., Van Bochoven, A.,

Visscher, P. M., & Posthuma, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human

traits based on fifty years of twin studies. *Nature genetics*, 47(7), 702.

<https://doi.org/10.1038/ng.3285>

Ponti, M. A. (2020). *Concepções sobre a origem do comportamento humano e percepções sobre práticas docentes: potencialidades da formação continuada com base na psicobiologia*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

doi:10.11606/T.59.2020.tde-27072020-135000. Recuperado em 2021-05-28, de [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)

Princiotti, V. G., de Vitto, L., dos Santos, D. D., & Scorzafave, L. G. (2019). *Mindset e Expectativas: a influência de teorias de inteligência sobre a qualidade educacional*.

Rangel, U., & Keller, J. (2011). Essentialism goes social: Belief in social determinism as a component of psychological essentialism. *Journal of personality and social psychology*, 100(6), 1056. <https://doi.org/10.1037/a0022401>

Raykov, T. (1997). Estimation of composite reliability for congeneric measures. *Applied Psychological Measurement*, 21(2), 173-184. doi: 10.1177/01466216970212006

Ridley, M. (2008). *O que nos faz humanos: Genes, natureza e experiência*, trad. Ryta Vinagre. 2ª edição. Ed. Record.

Robinson, G. E. (2004). Beyond nature and nurture. *Science*, 304(5669), 397-399. DOI: 10.1126/science.1095766

Saha, S., Chant, D., Welham, J., & McGrath, J. (2005). A systematic review of the prevalence of schizophrenia. *PLoS Med*, 2(5), e141. DOI:

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020141>

Sanders, A. R., Duan, J., Levinson, D. F., Shi, J., He, D., Hou, C., ... & Gejman, P. V. (2008). No significant association of 14 candidate genes with schizophrenia in a large

- European ancestry sample: implications for psychiatric genetics. *American Journal of Psychiatry*, 165(4), 497-506. DOI: <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2007.07101573>
- Sapolsky, R. M. (2004). *Why zebras don't get ulcers: The acclaimed guide to stress, stress-related diseases, and coping*. Holt paperbacks.
- Savage, Jeanne E., Philip R. Jansen, Sven Stringer, Kyoko Watanabe, Julien Bryois, Christiaan A. de Leeuw, Mats Nagel, et al. 2018. 'Genome-Wide Association Meta-Analysis in 269,867 Individuals Identifies New Genetic and Functional Links to Intelligence'. *Nature Genetics* 50 (7): 912–19. <https://doi.org/10/gdqb9d>.
- Schizophrenia Working Group of the Psychiatric Genomics Consortium. (2014). Biological insights from 108 schizophrenia-associated genetic loci. *Nature*, 511(7510), 421-427. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature13595>
- \*Silva, H. M., Mortimer, E. F., Diaz, M. A., Tomasco, I. H., Gibram, D. E., & Carvalho, G. S. (2019). The human species origin: views of biology teachers from three Latin American countries. *Theology and science*, 17(2), 257-272. <https://doi.org/10.1080/14746700.2019.1596343>
- Skinner, B. F. (1975). The shaping of phylogenic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 24(1), 117-120. <https://doi.org/10.1901/jeab.1975.24-117>
- Skinner, B. F. (1990). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. BF Skinner Foundation.
- \*Stears, M., Clément, P., James, A., & Dempster, E. (2016). Creationist and evolutionist views of South African teachers with different religious affiliations. *South African Journal of Science*, 112(5-6), 1-10. <http://dx.doi.org/10.17159/sajs.2016/20150226>
- \*Termtachatipongsa, P. (2014). Instructional context, motivational beliefs, attitude and strategies in teaching genetics for conceptual change. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 2023-2029. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.514>

- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., Colquhoun, H., Kastner, M., ... & Straus, S. E. (2016). A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. *BMC medical research methodology*, 16(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0116-4>
- Turkheimer, E. (2000). Three laws of behavior genetics and what they mean. *Current directions in psychological science*, 9(5), 160-164. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00084>
- Turkheimer, E., Andreeana Haley, Mary Waldron, Brian D'Onofrio, and Irving I. Gottesman. 2003. 'Socioeconomic Status Modifies Heritability of IQ in Young Children'. *Psychological Science* 14 (6): 623–28. <https://doi.org/10/bctj6k>.
- Uchiyama, R., Spicer, R., & Muthukrishna, M. (2020). Cultural evolution of genetic heritability. *Behavioral and Brain Sciences*, 1-147.
- Valentini, F., & Damásio, B. F. (2016). Variância Média Extraída e Confiabilidade Composta: Indicadores de Precisão. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 32(2). <https://doi.org/10.1590/0102-3772e322225>
- \*Vázquez-Alonso, Á., García-Carmona, A., Manassero-Mas, M. A., & Bennassar-Roig, A. (2013). Spanish secondary-school science teachers' beliefs about Science-Technology-Society (STS) Issues. *Science & Education*, 22(5), 1191-1218. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9440-1>
- Vieira, M. L., & Oliva, A. D. (2017). *Evolução, cultura e comportamento humano*.
- Walker, S., & Plomin, R. (2005). The Nature-Nurture Question: Teachers' perceptions of how genes and the environment influence educationally relevant behaviour. *Educational Psychology*, 25 (5), 509–516. <https://doi.org/10.1080/01443410500046697>

- Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological review*, 20(2), 158. <https://doi.org/10.1037/h0074428>
- Watson, J. D., & Berry, A. (1928). *DNA: o segredo da vida*. Companhia das Letras.
- Williams, C. A., Driscoll, D. J., & Dagle, A. I. (2010). Clinical and genetic aspects of Angelman syndrome. *Genetics in Medicine*, 12(7), 385-395. DOI: <https://doi.org/10.1097/GIM.0b013e3181def138>
- Yamamoto, M. E., Valentova, J. V., Leitão, M. B. P., & Hattori, W. T. (2018). *Manual de psicologia evolucionista*.

## Apêndices

### Apêndice A

#### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “Elaboração e avaliação psicométrica do inventário de *mindset* para professores”.

A pesquisa pretende investigar se há uma relação entre *Mindset* e sucesso individual, além disso, verificar se é possível influenciar o *Mindset* das pessoas. Para responder esses objetivos, este projeto propõe o desenvolvimento de um instrumento de mensuração de *Mindset*, a fim de garantir boas medidas na hora de relacionar esse conjunto de crenças com as questões levantadas.

Lembre-se, não há resposta certa ou errada, o importante que seja sincero (a) para que possamos compreender a realidade vivida da melhor forma possível. A sua sinceridade ao responder é fundamental, pois estamos interessados em conhecer a sua percepção em relação às expectativas que as empresas apresentam com relação aos jovens no início de sua carreira.

Você responderá a três questionários e demorará aproximadamente 15 minutos. Estes instrumentos têm caráter sigiloso, como mencionado anteriormente seu nome não será utilizado em qualquer fase da pesquisa, garantindo o seu anonimato. Além disso, o benefício de sua participação é a sua contribuição com as pesquisas que objetivam promover melhorias na formação das pessoas e no planejamento de suas carreiras. Não há riscos previsíveis derivados de sua participação, caso você sinta algum constrangimento ao responder as perguntas, você pode interromper sua participação a qualquer momento sem nenhum prejuízo, não há previsão de ressarcimentos ou indenizações. Sua participação não lhe custará absolutamente nada, e não haverá benefícios diretos relacionados à sua participação.

Por se tratar de um consentimento livre, você poderá se recusar a participar da pesquisa, retirar seu consentimento, ou ainda descontinuar sua participação a qualquer

momento, para isso, basta não concluir o questionário e fechar este formulário eletrônico. É importante esclarecer que ao aceitar participar e responder este instrumento, você concorda com todos os termos deste documento.

Agradecemos a sua participação, sem ela, compreender as relações entre a formação das pessoas, as expectativas de mercado de trabalho e os processos educativos se torna mais difícil e imprecisa.

Caso deseje alguma informação adicional, você pode contatar:

Profa. Dra. Fabiana Maris Versuti. Fone: (16) 98209-3008 ou pelo e-mail:

[fabiana\\_versuti@usp.br](mailto:fabiana_versuti@usp.br)

**Apêndice B*****Questionário Sociodemográfico***

Dados demográficos

Idade:

Sexo:

1 Feminino

2 Masculino

3 Não binário

4 Prefiro não responder

Cidade em que mora:

Estado:

Com quem reside:

1 Sozinho

2 Cônjuge

3 Com pai e mãe

4 Pai

5 Mãe

6 Outros familiares

7 amigos

Nível escolar

1 Graduação

2 Pós-graduação

3 outro (resposta aberta)

Renda Familiar em salários:

até 1



2

3

4

5

mais que 5

Dados socioeconômicos de 0, 1, 2, 3, 4 ou +, quantos desses você possui:

Rádio

Banheiro

Automóvel

Empregada mensalista

Máquina de lavar

Videocassete e/ou DVD

Geladeira

Freezer

Possui experiência anterior na área da Educação:

Sim

Não

Se a resposta for sim, qual função desempenhou e por quanto tempo?

## Anexos

### Anexo A

#### *Beliefs Expectations of Students and Teachers inventory (BEST)*

1. Não consigo fazer nada para ser mais inteligente
2. Consigo fazer coisas para ser mais inteligente
3. Meu nível de inteligência é algo que não consigo mudar muito
4. Consigo mudar o meu nível de inteligência consideravelmente
5. Os desafios que eu enfrento não me tornam mais esperto
6. Enfrentar desafios me torna mais esperto
7. O meu futuro não depende do quanto eu me esforço
8. Eu só consigo melhorar meu futuro através do esforço
9. Quando faço algo novo, tenho muito medo de errar
10. Nunca tenho medo de errar quando faço algo novo
11. Tenho vergonha de errar na frente dos outros
12. Não tenho vergonha de errar na frente dos outros
13. Escondo meu fracasso dos outros a qualquer custo
14. Tenho facilidade de falar sobre situações em que fracassei
15. Eu Nunca tento de novo quando as coisas dão errado
16. Se algo deu errado, sempre tento de novo
17. Quando não consigo fazer algo de primeira, já começo a pensar em desistir
18. Quando não consigo fazer algo de primeira, fico ainda mais motivado a superar o desafio
19. Resultados ruins me dão vontade de desistir
20. Resultados ruins me motivam a tentar de novo
21. Poucos alunos conseguem entender as coisas que eu ensino

22. Todos os alunos conseguem entender as coisas que eu ensino
23. Meus alunos têm pouca capacidade de aprender
24. Meus alunos têm plena capacidade de aprender
25. Meus alunos terão dificuldade de ter sucesso em suas carreiras
26. Meus alunos serão bem sucedidos em suas carreiras
27. Poucos alunos conseguirão destaque em sua profissão no futuro
28. A maior parte dos meus alunos conseguirá destaque em sua profissão no futuro

**Anexo B*****Escala para Avaliação de Concepções Implícitas sobre Influência Genética e Ambiental em Humanos***

1. É por razões biológicas que as mulheres não conseguem chegar a posições de tão alta responsabilidade como os homens
2. É por razões biológicas que as mulheres estão sempre mais ocupadas em tomar conta da casa do que os homens
3. Grupos étnicos são geneticamente diferentes e é por isso que uns são superiores a outros
4. Os homens têm maior capacidade de pensamento lógico do que as mulheres porque os seus cérebros têm simetria bilateral diferente
5. As mulheres são menos inteligentes que os homens porque o seu cérebro é menor que o do homem
6. Biologicamente, os homens não conseguem ser tão sensíveis e emocionais como as mulheres
7. Se pudessem ser obtidos clones de Einstein, seriam todos muito inteligentes.
8. Se pudessem ser obtidos clones de Mozart, seriam todos excelentes músicos.
9. Devido aos genes idênticos, gêmeos idênticos possuem respostas imunológicas idênticas a transplantes de uma outra pessoa