

# Quais são as Representações de Problemas e os Pressupostos sobre Gênero Subjacentes à Pesquisa em Gênero na Física e no Ensino de Física? Uma Revisão Sistemática da Literatura

## What are the Problem Representations and Assumptions About Gender Underlying Research on Gender in Physics and Physics Education? A Systematic Literature Review

Carolina de Barros Vidor  Brasil

Anna Danielsson  Suécia

Flavia Rezende  Brasil

Fernanda Ostermann  Brasil

Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura brasileira e internacional sobre pesquisa em gênero na física e no ensino de física publicada na última década (2010–2019). Adotamos uma abordagem analítica pós-estruturalista para discutir *pressupostos sobre gênero* e formas de problematização das desigualdades de gênero na física, referidas como *representações de problemas*, subjacentes a cento e trinta estudos. Os resultados mostram que a maioria (76,9%) dos estudos pressupõem um modelo binário de gênero que restringe “gênero” às questões específicas do sexo feminino. O “problema” é representado como o baixo número de mulheres seguindo carreira na área. A “solução” implícita é atrair meninas para a física e reter acadêmicas nas suas carreiras. Cerca de 22,3% dos estudos pressupõem “gênero” como um constructo relacional que constitui relações de poder entre indivíduos, os quais podem ou não se conformar às expectativas sociais hetero-cis-normativas. O “problema” é representado como a reprodução de discursos de gênero e estereótipos pelas e acerca das culturas da física e do ensino de física. Apenas um estudo pressupõe “gênero” como um dos vários eixos de um sistema de poder complexo e dinâmico que restringe a produção de conhecimento na física, então representando o “problema” como a maneira pela qual teorias e práticas são perpetuadas na área. Concluimos que um apelo por maior diversidade de gênero na física e no ensino de física deveria não apenas abordar concepções hetero-cis-normativas de gênero, mas também desafiar as restritas e específicas normas culturais, sociais e epistemológicas subjacentes à comunidade da física.

**Palavras-chave:** gênero; pesquisa em ensino de física; representações de problemas; análise pós-estruturalista; revisão sistemática da literatura.

This work offers a systematic literature review of Brazilian and international research on gender in physics and physics education published over the last decade (2010–2019). We draw on a poststructuralist analytical approach to discuss *assumptions about gender* and forms of problematization of gender inequalities in physics, referred as *problem representations*, underlying one hundred and thirty studies. Results show that most studies (76.9%) assume a binary gender model that restricts “gender” to sex-specific issues related to female individuals. The “problem” is represented as the low number of women pursuing careers related to physics. The implied solution is to attract girls to physics and retain female academics in their careers. Around 22.3% of studies assume that “gender” is a relational construct that constitutes power relations between individuals, who may or may not conform to hetero-cis-normative social expectations. The “problem” is represented as the reproduction of gender discourses and stereotypes within and about the cultures of physics and physics education. Only one study assume “gender” as one of several axes of a complex and dynamic power system that constrains knowledge production in physics, then representing the “problem” as a matter of how theories and practices are perpetuated in the field. We conclude that a call for more gender diversity in physics and physics education should not only address hetero-cis-normative conceptions of gender, but should also challenge strict and specific cultural, social and epistemological norms within the physics community.

**Key-words:** gender; physics education research; problem representations; poststructuralist analysis; systematic literature review.

## Introdução

O corpo de pesquisa em gênero na ciência tem crescido durante os últimos anos, motivado principalmente por uma persistente baixa proporção de mulheres em carreiras relacionadas à ciência e tecnologia (C&T): cerca de 28,8% dos pesquisadores no mundo são mulheres (UNESCO, 2017). Neste contexto, as desigualdades de gênero na educação em ciências se tornaram uma grande preocupação para cientistas e educadores em ciências, uma vez que o desinteresse generalizado de jovens estudantes pela ciência e o fato de que as meninas parecem estar menos engajadas na ciência escolar do que os meninos podem impactar diretamente na sub-representação de mulheres em C&T (Hussénius, 2014). Ao longo dos últimos anos no Brasil, tem havido um florescimento de iniciativas que buscam estimular o engajamento das meninas em atividades científicas e consequentemente aumentar o número de meninas que escolhem seguir carreiras relacionadas à C&T. As principais universidades brasileiras tem desenvolvido projetos educacionais focados nas “meninas na ciência”, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2020), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (2020), a Universidade de Campinas (2020) e a Universidade de Brasília (2020).

A pesquisa em gênero na educação em ciências investiga as causas das desigualdades de gênero no engajamento científico e possíveis formas de superá-

las, e dá atenção especial aos impactos do gênero no ensino e na aprendizagem das ciências. No entanto, as perspectivas de gênero na pesquisa em educação em ciências não se restringem à análise da dinâmica da sala de aula de ciências, uma vez que os aspectos sociais e culturais do desenvolvimento científico também desempenham um papel no desenvolvimento da educação em ciências. Considerando que o campo da educação em ciências historicamente emergiu das ciências naturais, é necessário levar em consideração que “os cientistas tiveram uma forte influência ou mesmo controlaram o que a educação em ciências deveria incluir e o que é importante<sup>1</sup>” (Hussénius, 2014, p. 256). Pela mesma razão, é perceptível que, embora especialistas das áreas de *estudos de gênero* e *estudos feministas* venham problematizando a construção de gênero e seu impacto no desenvolvimento científico por décadas, especialistas das ciências naturais e da educação em ciências apenas começaram a dar a atenção adequada ao conhecimento emergente desses campos de estudos (Hussénius, 2014; Traxler, Cid, Blue, & Barthelemy, 2016). Como resultado, diferentes concepções de gênero geralmente estão implícitas na pesquisa em gênero na educação em ciências. Estudos sobre o tema indicam que as concepções de gênero são pouco discutidas mesmo nas disciplinas de biologia e educação em saúde, nas quais questões de identidade de gênero, sexualidade e reprodução sexual fazem parte do conteúdo disciplinar (Marin, 2019; Pereira & Monteiro, 2015). Torna-se, portanto, uma tarefa essencial explicitar tais suposições implícitas explícitas, a fim de examinar possíveis resultados de pesquisas que abordam as desigualdades de gênero na ciência e no ensino de ciências (Sinnes & Løken, 2014).

O objetivo geral deste artigo é contribuir para o desenvolvimento da pesquisa em gênero na educação em ciências por meio de uma análise crítica dos estudos que abordam as questões das desigualdades de gênero na física e no ensino de física. Para isso, realizamos uma revisão sistemática da literatura brasileira e internacional publicada na última década (2010–2019). Discutimos *pressupostos sobre gênero* e as formas de problematização das desigualdades de gênero subjacentes a esses estudos, também indicando seus possíveis efeitos para o ensino de física e para a formação acadêmica em física e em programas relacionados. As formas de problematização das desigualdades de gênero e seus efeitos nos contextos educacionais e científicos relacionados à física são denominadas *representações de problemas* (Bacchi, 2009).

## Referencial analítico

Há mais de uma década, a feminista e historiadora da ciência estadunidense Londa Schiebinger (2007) propôs um referencial para analisar “a teoria e a prática de criar igualdade para as mulheres na ciência” (p. 369). O referencial apresenta três níveis analíticos distintos, que retratam tipos diferentes, embora complementares, de soluções para o mesmo problema: ter mais mulheres na ciência. O primeiro nível de análise, *a participação das mulheres na ciência*, concentra-se em perspectivas históricas e sociológicas sobre o envolvimento das mulheres na ciência e aborda as políticas

---

1 Citações de estudos internacionais foram traduzidas do inglês original para português pela primeira autora.

destinadas a apoiar a carreira das mulheres em instituições científicas. O segundo nível de análise, *gênero nas culturas da ciência*, avalia como as práticas e valores científicos foram moldados principalmente por homens, excluindo mulheres. As políticas nesse nível visam transformar as culturas acadêmicas como meio de mitigar os efeitos do preconceito de gênero nas mulheres. Finalmente, o terceiro nível de análise, *gênero nos resultados da ciência*, aborda o impacto do gênero no conteúdo científico. Schiebinger discute, por exemplo, como as regulamentações do governo federal estadunidense desenvolvidas na década de 1990 trabalharam para reduzir o preconceito de gênero na pesquisa médica, tornando obrigatória a inclusão de mulheres em testes clínicos. Ao propor este referencial, Schiebinger argumentou que “gênero” deveria ser incorporado em todas as disciplinas científicas como uma categoria analítica importante, uma vez que o conhecimento humano “pode mudar drasticamente quando as mulheres se tornam parceiras plenas na produção de conhecimento” (Schiebinger, 2007, p. 369). Um aspecto relevante do referencial foi a premissa de que as políticas governamentais e institucionais estavam simplesmente abordando um problema já existente, ou seja, a sub-representação das mulheres (como pesquisadoras ou como sujeitos de pesquisa) na ciência. Tal premissa é desafiada pelo referencial “Qual é o problema representado?” (do inglês “*What is the problem represented to be?*”), que “defende que as políticas não tratam dos problemas existentes; em vez disso, eles produzem ‘problemas’ como tipos específicos de problemas” (Bacchi & Goodwin, 2016, p. 16).

“Qual é o problema representado?” (QPR) é um referencial analítico desenvolvido originalmente pela cientista política canadense-australiana Carol Bacchi (2009) no campo da análise de políticas como uma ferramenta para analisar criticamente práticas governamentais e propostas de políticas públicas. Partindo de uma perspectiva pós-estruturalista de análise do discurso baseada na tradição foucaultiana, que se concentra nas relações de poder na sociedade expressas por meio de conhecimentos e práticas, Bacchi argumenta que o processo de formulação de políticas não apenas resolve problemas sociais, mas na verdade cria “problemas”. Aqui, o termo “problema” (propositalmente marcado com “ ”) adquire um significado específico que se refere ao “que é visto como necessitando de conserto” (Bacchi, 2009, p. 32). Ao fazer isso, a abordagem QPR muda o foco da análise de políticas públicas da suposição comum de problema — uma situação que é considerada como uma condição real — para *conceituações de “problemas”*, então chamadas de *problematizações*. Portanto, “o foco não está em como as pessoas moldam as problematizações, mas em como as questões são problematizadas — constituídas como ‘problemas’ — dentro das políticas” (Bacchi & Goodwin, 2016, p. 39). As formas de problematização e seus efeitos dentro de um contexto específico são denominadas *representações de problemas*. A perspectiva pós-estruturalista sobre as representações de problemas implica que a problematização seja entendida como um processo contingente, ou seja, um processo situado em contextos históricos, sociais, institucionais e epistemológicos.

A abordagem QPR foi desenvolvida como uma ferramenta analítica para

facilitar a identificação, reconstrução e interrogação de representações de problemas, ao mesmo tempo em que aponta o analista para os fatores contextuais que colocam as representações de problemas em questão (Bacchi & Goodwin, 2016). Sua estratégia analítica tem sido aplicada em estudos comparativos em uma ampla gama de disciplinas, como educação, estudos de gênero e estudos feministas, ciências sociais e ciências da saúde. Independentemente da disciplina, a abordagem QPR prioriza a premissa de que não apenas as políticas, mas também as *práticas de pesquisa* têm o poder de moldar realidades. Consequentemente, “torna-se politicamente importante contestar a visão de que a pesquisa produz contribuições desinteressadas e objetivas para resolver problemas sociais claramente observáveis” (Bacchi, 2012, p. 142). No entanto, a afirmação de que as representações de problemas são criadas dentro das práticas de pesquisa não sugere que os pesquisadores pretendam necessariamente representar um determinado “problema” de uma certa maneira. Ressaltamos que, consoante a perspectiva pós-estruturalista, nenhuma intencionalidade é considerada na abordagem QPR. Neste trabalho, utilizamos o referencial proposto por Schiebinger (2007) como ponto de partida para categorizar os estudos selecionados. Além disso, aplicamos a abordagem QPR como meio de identificar e discutir pressupostos sobre gênero e conceituações implícitas e não-intencionais sobre o “problema” (representações de problemas) das desigualdades de gênero na física e no ensino de física subjacentes a tais estudos. A questão de pesquisa que direciona este trabalho é: Quais são as *representações de problemas* e os *pressupostos sobre gênero* subjacentes à pesquisa em gênero na física e no ensino de física?

## **Gênero na física e no ensino de física: revisões anteriores**

A importância da pesquisa que aborda “questões de gênero” na física e no ensino de física tem sido destacada pelos principais periódicos especializados nessas áreas. Por exemplo, a revista *Physical Review Special Topics: Physics Education Research* publicou a edição especial *Focused Collection on Gender in Physics* em 2016. Mais recentemente, a revista *American Journal of Physics* publicou uma carta que fornece uma visão geral dos relatórios norte-americanos, estatísticas, revisões, estudos empíricos e trabalhos teóricos que abordam a sub-representação das mulheres na ciência, em geral, e na física, em particular (Blue, Traxler, & Cochran, 2019). No entanto, o interesse de pesquisadoras e pesquisadores sobre os “efeitos do gênero” no processo de ensino e aprendizagem de física certamente não é novo, já que o primeiro artigo sobre o assunto foi publicado em 1992 (Traxler et al., 2016). Desde então, o campo evoluiu para responder a problemas de pesquisa mais complexos, constituindo assim “uma rica tradição de pesquisa interdisciplinar que estuda o emaranhamento de gênero e física de diferentes perspectivas” (Götschel, 2011, p. 66). Resumimos brevemente as revisões anteriores da literatura de pesquisa em gênero na física e no ensino de física publicadas na última década (2010–2019) como meio de oferecer uma visão geral deste campo de pesquisa<sup>2</sup>.

---

2 Selecionamos revisões anteriores sobre gênero na física e no ensino de física de acordo com os critérios de coleta de dados descritos na seção de métodos. Nenhuma revisão prévia de estudos brasileiros foi encontrada.

Madsen, McKagan e Sayre (2013) revisam a literatura sobre a “lacuna de gênero” (“*gender gap*”) em instrumentos de avaliação padronizados (*concept inventories*) em física, que sugere que estudantes do sexo feminino geralmente apresentam baixo desempenho nos testes em comparação aos estudantes do sexo masculino. Depois de avaliar o impacto dos fatores que possivelmente influenciam esses resultados, os autores concluíram que “a lacuna de gênero é causada mais provavelmente devido à combinação de muitos fatores pequenos, e não à qualquer fator que possa ser facilmente modificado” (p. 1). Lewis et al. (2016) revisam resultados de pesquisas que destacam como a necessidade de ter um sentimento de pertencimento na física acadêmica atua para inibir a participação das mulheres enquanto estimula a participação dos homens. Os autores sugerem algumas estratégias que podem melhorar o sentimento de pertencimento das mulheres na física, como ter contato com modelos femininos e receber apoio social fora da sala de aula. Kelly (2016) explora pesquisas baseadas em evidências sobre o envolvimento e a persistência de mulheres na graduação em física e exemplifica estratégias sociopsicológicas para apoiá-las. A autora sugere, por exemplo, feedback social para melhorar o autoconceito e a autoeficácia das mulheres na física. Finalmente, Traxler et al. (2016) revisam pesquisas anteriores sobre diferenças de gênero na participação, desempenho e atitudes de estudantes em relação à física. Os autores apontam que estudos na área de pesquisa em ensino de física geralmente têm “uma visão acrítica de sexo e gênero como categorias binárias”, destacando também que “quando uma lacuna é observada entre homens e mulheres, geralmente é enquadrada de forma implícita ou explicitamente como ‘por que as mulheres não podem ser mais parecidas com os homens?’” (Traxler et al., 2016, p. 4). Como alternativa ao modelo binário de gênero, os autores sugerem uma concepção pós-estruturalista de gênero, baseada na teoria da performatividade de gênero desenvolvida pela filósofa estadunidense Judith Butler (1990).

## **Métodos: Etapas para conduzir a revisão sistemática da literatura**

Embora forneçam percepções valiosas sobre o emaranhamento de gênero e física — a partir do qual é evidente que as desigualdades de gênero na física e no ensino de física são causadas por fatores complexos — as revisões anteriores sobre este tópico têm algumas limitações relevantes. Elas se restringem à análise de estudos internacionais publicados em periódicos de ensino de física e de educação em ciências, além de fornecerem explicação limitada acerca dos critérios para coleta ou análise de dados. Por meio desta revisão sistemática da literatura, complementamos e estendemos as revisões anteriores cobrindo uma gama mais ampla de periódicos (ensino de física; educação em ciências; história, filosofia e sociologia da ciência; comunicação e divulgação científica; estudos de gênero e estudos feministas) e fornecendo um método abrangente para coleta de dados e análise crítica de estudos. Além disso, incluímos estudos brasileiros, situando a pesquisa brasileira em relação à pesquisa internacional sobre gênero na física e no ensino de física e destacando as implicações da revisão para o contexto educacional e científico brasileiro.

A revisão sistemática da literatura (RSL) é um método de pesquisa secundário “usado para mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes sobre um assunto ou tópico de pesquisa específico, bem como para identificar lacunas a serem preenchidas” (Dresch, Lacerda, & Antunes Jr., 2015, pp. 129–130). Assim, é indicado como uma primeira ação em projetos de pesquisa extensos e mais adequados para tópicos focados. O aspecto sistemático da revisão diz respeito à utilização de um método claro e pré-definido de coleta de publicações, possibilitando a fácil reprodução ou atualização da revisão. Embora diferentes estudiosos possam contar com diversos métodos para a realização de uma RSL, neste trabalho consideramos as seguintes etapas: escolha da base de dados, seleção dos periódicos, definição dos termos de busca e intervalo de tempo, pré-avaliação dos títulos e resumos e escolha dos artigos de acordo com os critérios de inclusão/exclusão para *coleta de dados*; e leitura de textos completos, compilação e análise crítica dos resultados para *análise de dados*. A análise crítica é a etapa mais importante, pois possibilita a geração de novos resultados de pesquisas (Dresch et al., 2015).

## Coleta de dados

Os periódicos foram escolhidos inicialmente no banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de acordo com a classificação Qualis<sup>3</sup>. Em uma primeira etapa, selecionamos todos os periódicos cujo escopo incluísse educação em ciências, ensino de física, comunicação e divulgação científica ou história, filosofia e sociologia das ciências classificados nos estratos<sup>4</sup> A1, A2, B1, B2, B3, B4 ou B5 na área de avaliação *ensino*. Também foram incluídos periódicos com enfoque em estudos de gênero e estudos feministas classificados nos estratos A1, A2, B1, B2, B3, B4 ou B5 na área de avaliação *interdisciplinar*. Em uma segunda etapa, incluímos três outros periódicos internacionais com foco em estudos de gênero e estudos feministas (que não foram classificados no sistema Qualis) por apresentarem pesquisas relevantes que intersectam as áreas de ciências naturais e educação em ciências: *Gender and Education*, *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, e *Sex Roles*.

O número total de periódicos selecionados conforme escopo do periódico e termos de busca relacionados é mostrado na Tabela 1. Usando a pesquisa online na página de cada periódico, procuramos os termos “mulheres”, “meninas”, “gênero” e “física” (dependendo do escopo do periódico) em todos os índices (títulos, resumos e texto completo) de artigos publicados durante a última década (2010–2019).

---

3 Qualis é um sistema de classificação de periódicos criado pela CAPES com o objetivo de avaliar a produção científica dos programas de pós-graduação brasileiros. O processo de classificação segue critérios gerais e específicos de acordo com cada área de avaliação. Informações detalhadas estão disponíveis em <https://sucupira.capes.gov.br/> (Acesso em 21 de Novembro de 2019).

4 Na avaliação quadrienal de 2013–2016, os periódicos foram classificados em estratos de indicadores de qualidade que variam de A1, o mais alto; A2; B1; B2; B3; B4; B5; a C, com peso igual a zero.

**Tabela 1.** Número total de periódicos brasileiros e internacionais incluídos nesta revisão sistemática da literatura de acordo com o escopo do periódico e termos de pesquisa relacionados com artigos publicados entre 2010 e 2019

Escopo do periódico	Periódicos brasileiros	Periódicos internacionais	Termos de busca
Educação em ciências	31	20	física AND gênero, física AND meninas,
História, filosofia ou sociologia da ciência	4	3	física AND mulheres
Ensino de física	4	8	gênero, mulheres, meninas
Comunicação e divulgação científica	11	4	física
Estudos de gênero e estudos feministas	10	7	
Total	60	42	

Uma primeira triagem de títulos e resumos foi feita para identificar estudos que não fossem relevantes em relação ao escopo desta RSL. Nesta etapa, foram excluídos os estudos referentes a: (i) sexualidade ou educação sexual; (ii) biologia ou ciências da saúde; (iii) educação matemática; (iv) “física” como uma das disciplinas STEM (do inglês *science, technology, engineering and mathematics*, que se refere à ciência, tecnologia, engenharia e matemática), cujo foco não era especificamente a física. Além disso, foram excluídos os estudos brasileiros em que o termo “gênero” se referia a gênero literário ou gênero do discurso e artigos identificados como notícia, carta, entrevista, editorial, resenha de livro, relatório de projeto ou proposta didática. Por fim, após a leitura completa dos artigos, foram excluídos os estudos baseados em resultados de pesquisas internacionais de larga escala (por exemplo, PISA — *Programm for International Student Assessment* e ROSE — *The Relevance of Science Education*), estudos realizados em ambientes de aprendizagem informal e em institutos de pesquisa não-acadêmica. Desta forma, apenas estudos abordando explicitamente questões de gênero em contextos educacionais formais (escolas, faculdades, universidades e laboratórios de pesquisa acadêmica) foram incluídos nesta RSL. Portanto, os estudos selecionados investigaram como o “gênero” impacta no ensino de física em todos os níveis educacionais (do ensino fundamental ao doutorado) e como impacta no desenvolvimento da carreira de professores/as, pós-doutorandos/as e demais pesquisadores/as que trabalham em um departamento acadêmico de física. Para o propósito deste trabalho, estudos relativos ao sistema educacional e científico brasileiro são referidos como *estudos brasileiros*, enquanto estudos relativos a outros países são referidos como *estudos internacionais*, independentemente do periódico de publicação. Ao todo, vinte e cinco estudos brasileiros e cento e cinco estudos internacionais publicados entre 2010 e 2019 foram selecionados para análise subsequente.

## Análise de dados

A análise de dados foi baseada em um referencial analítico pós-estruturalista (Bacchi, 2009, 2012; Bacchi & Goodwin, 2016) e feita empiricamente a partir da leitura completa dos artigos. Todas as informações consideradas relevantes foram codificadas e utilizadas para categorizar os estudos em três categorias analíticas, inspiradas no referencial proposto por Schiebinger (2007). Essa categorização inicial foi baseada em *pressupostos sobre gênero* subjacentes aos estudos na mesma categoria. Partimos da premissa de que todos os estudos, implícita ou explicitamente, apresentam uma determinada proposta como forma de abordar as desigualdades de gênero na física e no ensino de física, produzindo, assim, *representações de problemas* particulares da questão. Então, identificando representações de problemas em comum entre os estudos, usamos isso para categorizá-los em subcategorias. No entanto, ressaltamos que as abordagens teórico-metodológicas adotadas pelos estudos da mesma categoria/subcategoria não foram homogêneas. Os critérios detalhados para a categorização dos estudos e qualquer discrepância entre os estudos na mesma categoria/subcategoria são explicados na seção de resultados.

## Resultados: Representando o “problema”

Identificamos representações de problemas e pressupostos sobre gênero subjacentes a cento e trinta estudos de acordo com três categorias analíticas: (i) *a participação das mulheres na física e no ensino de física*; (ii) *gênero nas culturas da física e do ensino de física*; e (iii) *gênero na produção do conhecimento na física*. A primeira categoria foi dividida em quatro subcategorias: *perspectivas históricas*; *experiências das mulheres*; *métricas da desigualdade*; e *diferenças de gênero*. A segunda categoria, por sua vez, foi dividida em três subcategorias: *representações da ciência*; *dinâmicas de gênero*; e *identidades*. A categorização dos estudos está resumida na Tabela 2.

**Tabela 2.** Número total e porcentagem relativa de estudos incluídos nesta revisão sistemática da literatura de acordo com cada categoria e subcategoria analítica (continua)

	Estudos Brasileiros	% <sup>a</sup>	% <sup>b</sup>	Estudos internacionais	% <sup>c</sup>	% <sup>b</sup>	Total	% <sup>b</sup>
Primeira categoria analítica	20	80,0	15,4	80	76,2	61,5	100	76,9
Perspectivas históricas	9	36,0	6,9	3	2,9	2,3	12	9,2
Experiências das mulheres	5	20,0	3,8	23	21,9	17,7	28	21,5
Métricas da desigualdade	6	24,0	4,6	0	0,0	0,0	6	4,6
Diferenças de gênero	0	0,0	0,0	54	51,4	41,5	54	41,5

a) Porcentagem em relação aos estudos brasileiros apenas; b) Porcentagem em relação a todos os estudos; e c) Porcentagem em relação aos estudos internacionais apenas.

**Tabela 2.** Número total e porcentagem relativa de estudos incluídos nesta revisão sistemática da literatura de acordo com cada categoria e subcategoria analítica (continuação)

	Estudos Brasileiros	% <sup>a</sup>	% <sup>b</sup>	Estudos internacionais	% <sup>c</sup>	% <sup>b</sup>	Total	% <sup>b</sup>
Segunda categoria analítica	5	20,0	3,8	24	22,9	18,5	29	22,3
Representações da ciência	3	12,0	2,3	3	2,9	2,3	6	4,6
Dinâmicas de gênero	2	8,0	1,5	14	13,3	10,8	16	12,3
Identidades	0	0,0	0,0	7	6,7	5,4	7	5,4
Terceira categoria analítica	0	0,0	0,0	1	1,0	0,8	1	0,8
Total	25	100	19,2	105	100	80,8	130	100

a) Porcentagem em relação aos estudos brasileiros apenas; b) Porcentagem em relação a todos os estudos; e c) Porcentagem em relação aos estudos internacionais apenas.

Conforme mostra a Tabela 2, a maioria (76,9%) dos estudos correspondeu à primeira categoria analítica, onde a maioria dos estudos brasileiros (36%) enfocou *perspectivas históricas* e a maioria dos estudos internacionais (51,4%) investigou *diferenças de gênero*. A segunda categoria analítica representou 22,3% de todos os estudos, enquanto a terceira categoria analítica representou menos de 1%.

## A participação das mulheres na física e no ensino de física

Os estudos na primeira categoria analítica enfocam a participação das mulheres na física e no ensino de física. Aqui, o termo “participação das mulheres” assume diversos significados. Pode referir-se às contribuições de mulheres cientistas para o desenvolvimento científico na física e em áreas afins, conforme retratado por estudos na subcategoria de *perspectivas históricas*; pode referir-se ao interesse (ou à falta de interesse) das meninas em aprender física escolar ou às trajetórias individuais das mulheres na física acadêmica, conforme abordado por estudos na subcategoria de *experiências das mulheres*; pode referir-se à sub-representação das mulheres na física acadêmica, tal como retratada por estudos na subcategoria de *métricas da desigualdade*; pode referir-se às diferenças entre os resultados de aprendizagem de meninas e meninos em relação à física escolar, ou às diferenças nos planos de carreira de mulheres e homens na física acadêmica, conforme abordado por estudos na subcategoria de *diferenças de gênero*. Além disso, nos estudos brasileiros, a expressão “participação das mulheres” pode ser substituída por “participação feminina<sup>5</sup>” (Feltrin et al., 2016; Guedes et al.,

5 Entendemos que, neste caso, a palavra “feminina” está substituindo a palavra “fêmea” (do termo em inglês “female”). Isso pode ocorrer porque na cultura brasileira as palavras “fêmea” e “macho” são comumente usadas para se referir ao sexo biológico de animais (não-humanos). Quando usadas para se referir a seres humanos, essas palavras podem assumir conotações depreciativas, como se os indivíduos estivessem demonstrando um comportamento instintivo (não-racional).

2015; B. S. Lima Lima, et al., 2015; Ramos & Tedeschi, 2015; Teixeira & Freitas, 2015). Assim, torna-se necessário esclarecer que, apesar de serem usados indistintamente, esses termos possuem diferentes significados:

Uma “mulher” é um indivíduo específico; “gênero” denota relações de poder entre os sexos e se refere tanto aos homens quanto às mulheres; “fêmea” designa sexo biológico; “feminino” refere-se a maneirismos e comportamentos idealizados de mulheres em um determinado tempo e lugar que também podem ser adotados por homens (Schiebinger, 1999, p. 8).

Ao colocar “mulheres”, “meninas” e “participação feminina” sob os holofotes, os estudos da primeira categoria analítica assumem que as “questões de gênero” são reduzidas às “questões das mulheres”. Segue-se que “gênero” é usado aqui como uma *categoria descritiva*:

Embora gênero, neste uso, afirme que as relações entre os sexos são sociais, não diz nada sobre por que essas relações são construídas como são, como funcionam ou como mudam. Em seu uso descritivo, então, gênero é um conceito associado ao estudo de coisas relacionadas às mulheres (Scott, 1986, p. 1057).

A conceituação de gênero como uma categoria descritiva também implica que “gênero” seja usado como uma palavra substituta para “sexo”. Talvez evitar o uso da palavra “sexo” seja uma forma de evitar que as discussões sobre as desigualdades de gênero sejam reduzidas às questões de diferenças biológicas ou sexuais (ou seja, específicas do sexo) pelas quais as mulheres são vistas como diferentes dos homens – isto é, nas quais os homens são o ponto de referência. Esta é uma interpretação razoável, visto que muito se tem falado sobre as supostas “deficiências inatas” das mulheres para o pensamento analítico, matemático e científico. No entanto, o fato de que a distinção entre “sexo” como um conjunto de características biológicas e “gênero” como uma construção social está sendo borrada e não explicitamente discutida pode atuar para perpetuar o preconceito de gênero contra as mulheres justamente porque o sexismo, a discriminação contra as mulheres com base no sexo, geralmente acontece de “forma velada, sutil, e é aí que reside, precisamente, sua força e eficácia” (Silva & Ribeiro, 2014, p. 455). Assim, como discutir “sexismo” e amenizar seus efeitos nas mulheres sem discutir “sexo”?

De maneira geral, os estudos na primeira categoria analítica assumem que o “problema” (situação que precisa ser “consertada”) é o baixo número de mulheres buscando carreiras relacionadas à física, portanto, a “solução” implica atrair jovens mulheres para a física e reter as acadêmicas que já estão lá. No entanto, essa suposição contém uma contradição implícita. Por um lado, meninas e mulheres são dotadas de uma agência poderosa, pois cabe às meninas escolher (ou ter a ambição de) aprender física e cabe às mulheres escolher (ou persistir em) continuar suas carreiras relacionadas à física. Por outro lado, meninas e mulheres são vítimas de um sistema opressor, uma vez que as meninas não teriam acesso a um “ensino de física adequado” e as mulheres não teriam acesso às “condições adequadas de trabalho” em contextos acadêmicos e científicos. No entanto, não está claro a quais meninas e mulheres esses estudos se

referem, o que aponta para a questão: “todas as meninas” e “todas as mulheres” estão em desvantagem na física e no ensino de física? Seguindo a mesma ideia, se assumirmos que o sistema educacional e científico se destina a beneficiar meninos e homens, isso implicaria que “todos os meninos” e “todos os homens” podem se envolver com a física de maneira bem sucedida? Essas questões têm como objetivo desafiar a noção implícita de que “gênero” poderia ser, de qualquer forma, reduzido a “sexo”, se “sexo” for entendido como uma categoria binária e oposta que reduz as pessoas a “masculinas” ou “femininas”.

### Perspectivas históricas

Estudos na subcategoria de *perspectivas históricas* representam o “problema” como uma questão de pouca consciência sobre as contribuições das mulheres para o avanço científico. Supõe-se que o preconceito de gênero contra as mulheres cientistas será reduzido se suas contribuições se tornarem visíveis; as meninas se sentirão inspiradas a seguir uma carreira científica se conhecerem cientistas mulheres de sucesso. Portanto, os estudos nesta subcategoria retratam a vida e a obra de cientistas de destaque como uma estratégia para elogiar suas grandes — embora não devidamente reconhecidas — contribuições para o desenvolvimento da física e subáreas. As cientistas retratadas foram: Chien Shiung Wu (Maia Filho & Silva, 2019a, 2019b); Emmy Nöther (Areas, Barbosa, & Santana, 2019; Patrão, 2015); Grace Hopper, Hedy Lamarr, Katharine Blodgett and Mária Telkes (Incerti & Casagrande, 2018); Gertrude Scharff-Goldhaber (Goldhaber, 2016); Henrietta Leavitt (Barros, 2018); Lise Meitner (I. P. C. de Lima, 2015); Margrete Heiberg (Reichenbach & Dragowski, 2017); Marie Curie (Cordeiro & Peduzzi, 2011); Marietta Blau (Sime, 2013) e Rosalyn Yalow (Minella, 2017).

Os estudos foram desenvolvidos a partir de uma perspectiva histórica tradicional ou crítica. A *perspectiva histórica tradicional* segue os pressupostos estabelecidos pelo movimento da história das mulheres na ciência. Esse movimento surgiu na década de 1970, quando as biografias de mulheres cientistas se tornaram um ponto central nos debates sobre a sub-representação das mulheres na ciência. Surgiu como uma reação à suposição comum de que as mulheres não eram “capazes” de realizar empreendimentos científicos (Schiebinger, 1987). À medida que se tornou amplamente aceito que as mulheres podiam ser cientistas tão competentes quanto os homens, revisar biografias de mulheres famosas na ciência tornou-se uma forma de argumentar que as mulheres cientistas eram *sujeitos históricos* tão válidos quanto os homens. Nesta perspectiva, retratar a história das mulheres na ciência é uma tarefa com um fim em si mesma. Consequentemente, não há a necessidade de questionar métodos e narrativas tradicionais da história na ciência — a única necessidade a ser satisfeita é colocar as mulheres em pé de igualdade com os homens na história do desenvolvimento científico. Em outras palavras, estudos desenvolvidos a partir de uma perspectiva histórica tradicional (Areas et al., 2019; Barros, 2018; Cordeiro & Peduzzi, 2011; Goldhaber, 2016; Incerti & Casagrande, 2018; Patrão, 2015) não questionam a historiografia tradicional da ciência, “segundo a qual apenas a ciência central valia a pena perseguir como campo de pesquisa”

(Filgueiras, 2001, p. 709).

Em contrapartida, estudos desenvolvidos a partir de uma *perspectiva histórica crítica* questionam a perspectiva dominante na produção de conhecimento científico, desafiando suas premissas androcêntricas e neutras em termos de valor. Essa perspectiva destaca a importância de se compreender as práticas científicas em relação aos contextos políticos e socioculturais nos quais tais práticas foram desenvolvidas. Dentre os estudos analisados nesta subcategoria, metade foi desenvolvida a partir de uma perspectiva histórica crítica (I. P. C. de Lima, 2015; Maia Filho & Silva, 2019a, 2019b; Minella, 2017; Reichenbach & Dragowski, 2017; Sime, 2013). Além disso, apenas estudos baseados em uma perspectiva histórica crítica apresentaram referenciais teóricos. Por exemplo, Reichenbach e Dragowski (2017) discutiram as disputas de poder envolvidas na criação do primeiro instituto de física na Argentina a partir da perspectiva teórica do *imperialismo cultural na ciência*, conforme proposto por Pyeson (1985). Minella (2017) apresentou a trajetória de cinco mulheres cientistas até o recebimento do Prêmio Nobel, ao mesmo tempo em que discutia possíveis interferências políticas no processo de indicação ao prêmio. A autora baseou sua análise em perspectivas da *crítica feminista à ciência* conforme discutido por pensadoras feministas, como Haraway (1995), Harding (1998), Fox-Keller (2006) e Schiebinger (1999).

Percebe-se que a maioria (75%) dos artigos desta subcategoria são estudos brasileiros. Curiosamente, porém, nenhuma cientista brasileira foi retratada. A questão em aberto aqui é: onde cientistas brasileiras se inserem na história da ciência? Esses estudos cumprem a importante função de divulgar e discutir as contribuições seminais de mulheres cientistas em âmbito internacional. No entanto, a ausência de estudos voltados para pesquisadoras brasileiras pode implicar que o desenvolvimento da física e áreas afins no Brasil tenha acontecido sem a contribuição das mulheres, ou mesmo que suas contribuições não foram relevantes — o que em nenhum dos casos é verdadeiro. Poderíamos mencionar, por exemplo, Sonja Ashauer, Elisa Frota-Pessôa e Amélia Império Hamburguer, dentre outras pesquisadoras (Saitovich et al., 2015). Além disso, é de fundamental importância analisar e discutir criticamente as trajetórias de mulheres pesquisadoras na comunidade acadêmica e científica brasileira. Como tal, não apenas suas contribuições deveriam se tornar visíveis, mas também seria importante compreender as razões por trás da invisibilidade geral de suas vidas e obras.

## Experiências das mulheres

O principal objetivo dos estudos na subcategoria de *experiências das mulheres* é examinar as trajetórias educacionais e profissionais das mulheres na física e áreas afins. Então, o “problema” é representado como uma questão de identificar os fatores que levariam as mulheres à ciência e os fatores que contribuiriam para reter as mulheres em suas carreiras acadêmicas e científicas. Embora os estudos na subcategoria de *perspectivas históricas* também apresentem a vida e a obra de mulheres cientistas, essas mulheres podem ser consideradas cientistas de destaque, cujas contribuições

foram excepcionais em seus campos de atuação. No entanto, a maioria das cientistas históricas viveu décadas atrás, em uma época em que o acesso das mulheres às carreiras acadêmicas e científicas era certamente muito mais restrito do que é hoje. Portanto, é indiscutivelmente necessário investigar as experiências das mulheres contemporâneas, a fim de compreender os fatores que influenciam suas carreiras. Algumas questões propostas por estudos sobre as experiências das mulheres foram “como as mulheres se inserem nas ciências dos dias atuais?” (Santos, 2016, p. 801) ou “a área atrai hoje os mesmos tipos de mulheres que atraiu no passado?” (Sax et al., 2016).

Apesar de esses estudos fornecerem informações sobre meninas e mulheres em seis países diferentes, seus resultados foram, na maioria dos aspectos, muito semelhantes entre si. Resumimos os resultados em torno de quatro fatores principais que moldam as experiências das mulheres: *motivacionais*, *adversos*, *de persistência* e *de retenção*. Dentre vinte e oito artigos, apenas um apresentou um estudo transcultural, desenvolvido entre Brasil, Índia e Estados Unidos (Foote & Garg, 2015). Um estudo foi realizado na Austrália (Abraham & Barker, 2018); um na Estônia (Talves, 2016); um na Alemanha (Lucht, 2014); quatro no Brasil (B. S. Lima, 2011, 2013; Santos, 2016; Silva & Ribeiro, 2014); e vinte nos Estados Unidos (ver referências abaixo).

Os *fatores motivacionais* incluem razões que levaram as alunas a desenvolver afinidade com as aulas de física na escola ou a buscar formação acadêmica em física. A literatura sugere que tanto a motivação intrínseca quanto a extrínseca desempenham um papel nas escolhas das mulheres. Alguns exemplos comuns de *motivação intrínseca* (automotivação) apontados foram: um interesse primário pela ciência; amor pela matéria, por aprender coisas novas ou por “construir coisas” (Martínez et al., 2019); e ambição por uma carreira acadêmica (Sax et al., 2016). A *motivação extrínseca* foi descrita como relacionada à influência familiar; incentivo e reconhecimento de professores (Hazari et al., 2017; Hazari & Cass, 2018); experiências agradáveis nas ciências escolares (Dabney & Tai, 2014; Wang, Hazari, Cass, & Lock, 2018); e inspiração a partir de cientistas históricas (Foote & Garg, 2015). Um estudo investigou o impacto de cinco fatores motivacionais extrínsecos no interesse de meninas por uma carreira em ciências físicas: (i) ter aulas de física somente entre meninas; (ii) ter uma professora de física; (iii) ter mulheres cientistas palestrantes convidadas nas aulas de física; (iv) discutir o trabalho de mulheres cientistas nas aulas de física; e (v) discutir a sub-representação das mulheres nas ciências durante as aulas de física (Hazari et al., 2013). Apenas o último fator apresentou efeito positivo, o que foi explorado em estudo posterior (Lock & Hazari, 2016).

Os *fatores adversos* são barreiras, obstáculos ou desafios enfrentados pelas mulheres durante seus estudos e desenvolvimento profissional. Muitas mulheres expressaram enfrentar tensões entre sua vida privada e profissional, causadas principalmente por dificuldades em conciliar as demandas acadêmicas com as obrigações familiares. Algumas situações relatadas eram relacionadas a: maternidade (B. S. Lima, 2011, 2013; Nehme & Kelly, 2018; Santos, 2016; Silva & Ribeiro, 2014); equilíbrio entre vida profissional e pessoal; ambiente profissional altamente competitivo; clima hostil no local de trabalho;

e situações cotidianas de discriminação de gênero, assédio sexual (Aycok et al., 2019) e microagressões (Barthelemy et al., 2016, 2015). Além disso, as mulheres relataram sentimentos negativos de isolamento social por serem as únicas (ou uma das poucas) mulheres no departamento de física. Todos os aspectos mencionados contribuem para um sentimento de incompetência entre as mulheres cientistas, endossado por uma forte crença em “critérios de sucesso inatingíveis” (Talves, 2016, p. 163). De acordo com estudos norte-americanos, fatores adversos são agravados para mulheres de cor (que se identificam como negras, latinas, índias americanas ou asiáticas) devido ao seu gênero e raça/etnia (Horna & Richards, 2018).

*Fatores de persistência* retratam estratégias adotadas por mulheres para lidar com fatores adversos e, conseqüentemente, persistir em seguir carreira na física (Dabney & Tai, 2013; McCormick et al., 2014). Três estudos focaram em ações realizadas por mulheres de cor para superar a dupla ameaça de gênero e raça/etnia, relatando resultados semelhantes (Johnson et al., 2017; Ko et al., 2014; Rosa & Mensah, 2016). Conforme resumido por Ko et al. (2014), as principais ações incluíram “buscar um ambiente que possibilitasse o sucesso, contornar orientadores que não as apoiavam, combater o isolamento usando redes de pares, demonstrar conscientemente habilidades para neutralizar a dúvida, encontrar espaços seguros para serem elas mesmas por inteiro, sair para permanecer em STEM, relembrar sua paixão pela ciência e se engajar em ativismo” (p. 171).

Os *fatores de retenção* estão relacionados às ações institucionais que podem contribuir para a persistência e o sucesso das mulheres. Estudos sugerem a promoção de: oportunidades para criar redes de contatos entre mulheres, como por exemplo, em uma conferência dedicada a graduandas em física (Buck et al., 2014); ambientes de trabalho e estudo colaborativos; contato com modelos e mentoras mulheres; local de trabalho favorável à família; informações sobre opções de carreira e oportunidades dentro e fora da academia. Um estudo relatou “uma intervenção cuidadosamente planejada para aumentar o comprometimento dos chefes de departamento nas ciências físicas com a contratação e o avanço na carreira das mulheres” (Greene et al., 2011, p. 1).

## **Métricas da desigualdade**

A subcategoria de *métricas da desigualdade* compreende estudos cujo foco é investigar quantitativamente as desigualdades de gênero na física e no ensino de física por meio da análise da proporção de mulheres matriculadas em programas acadêmicos e da concessão de bolsas a acadêmicas. A representação do problema subjacente a esses estudos é a baixa consciência acerca da sub-representação e das desvantagens das mulheres no cenário acadêmico e científico. Em outras palavras, ainda é necessário “provar o quão desfavorecidas as mulheres” (Schiebinger, 1999, p. 33) são em física e áreas afins. Apenas estudos brasileiros foram inseridos nesta subcategoria, tendo em comum o foco na análise estatística de bases de dados nacionais ou institucionais de universidades e associações científicas como principal método de pesquisa. Observamos

que, ao analisar bases de dados do governo federal (como do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, da CAPES e Plataforma Lattes), esses estudos focaram nos dados relativos à “física e astronomia” enquanto áreas do conhecimento<sup>6</sup>.

Em suma, a conclusão geral é que a proporção de mulheres em física e programas relacionados no Brasil diminui à medida que ocorre a progressão na carreira, bem como o acesso das mulheres a apoio financeiro para fins educacionais ou de pesquisa. Estudos mostram que, na *graduação*, as mulheres representam cerca de 23% dos alunos concluintes dos cursos de bacharelado em física e licenciatura em física da Universidade Federal de Santa Catarina — UFSC (Menezes et al., 2018); 22,7% dos bolsistas do Programa Ciência sem Fronteiras nos cursos de física da Unicamp (Feltrin et al., 2016); e 33% de todos os bolsistas de iniciação científica em programas de física e astronomia (B. S. Lima et al., 2015). Na *pós-graduação*, a proporção de alunas e bolsistas em programas de mestrado e doutorado gira em torno de 21% (Areas et al., 2019; B. S. Lima et al., 2015; Peres Menezes et al., 2018). Dentre *professores universitários*, a proporção de docentes do sexo feminino nos departamentos de graduação e pós-graduação de física é inferior a 14% (Areas et al., 2019; Ramos & Tedeschi, 2015; Teixeira & Freitas, 2015). Além disso, menos de um terço das bolsas de produtividade em pesquisa<sup>7</sup> em física e astronomia são concedidas a mulheres (Guedes et al., 2015; B. S. Lima et al., 2015).

Esses estudos apresentam extensas análises estatísticas sobre a situação das mulheres na academia brasileira. No entanto, o impacto de tais dados, quando não acompanhados por uma análise crítica das razões que impedem as mulheres de progredir na carreira acadêmica, provavelmente será limitado. Por exemplo, a maioria (70%) dos artigos desta subcategoria não articulou a análise de dados com um referencial teórico. Na verdade, o que a maioria desses estudos oferecem livremente são “algumas hipóteses, um pouco especulativas, sobre a situação numérica aqui apresentada” (Menezes et al., 2018, p. 334). Além disso, a intersecção de gênero, raça e classe social ainda não foi analisada. Schiebinger (1999) argumenta, por exemplo, que a proporção de mulheres na ciência deveria “igualar sua proporção na população maior” (p. 9). Considerando que a população brasileira é composta majoritariamente por mulheres (51,7%) e pessoas negras (53,9%), é razoável argumentar que as pesquisas sobre o tema devam abordar também a sub-representação de mulheres negras tanto quanto de homens negros, se formos todos defender mais “diversidade de raça e gênero” (Ferrari et al., 2018, p. 90) na comunidade acadêmica e científica brasileira.

## Diferenças de gênero

Os estudos na subcategoria de *diferenças de gênero* se concentram em avaliar como as características pessoais e os efeitos de reformas educacionais podem diferir entre homens e mulheres. A maioria dos estudos desenvolveu investigações quantitativas

6 Isso significa que esses dados não se referem à concessão de apoio financeiro às pesquisadoras nas áreas de educação em ciências e ensino de física, as quais recebem bolsas na área do conhecimento “ensino”.

7 Pesquisadores com bolsa de produtividade em pesquisa são considerados a elite científica no Brasil.

(geralmente seguidas de uma análise estatística sofisticada) por meio da “desagregação de dados por gênero”, com o objetivo de retratar “padrões de gênero”, “efeitos de gênero”, “disparidades de gênero” ou “lacuna de gênero”. Aqui, então, “gênero” é apenas “outra variável importante para incluir nas análises” (Hochberg et al., 2018, p. 390). Isso poderia explicar a popularidade da abordagem das diferenças de gênero entre a comunidade de pesquisa em ensino de física, uma vez que os métodos quantitativos são comuns neste campo e podem ser facilmente reconhecidos por um público de físicos. Na verdade, essa subcategoria compreende a maioria (41,5%) dos artigos analisados. Os estudos são resumidos abaixo de acordo com o foco de pesquisa em comum entre eles<sup>8</sup>.

a) *Aprendizagem baseada em tecnologia*: dois estudos avaliaram os efeitos do uso de tecnologia na aprendizagem de conceitos de física. Os resultados mostraram efeitos semelhantes em alunos do sexo masculino e feminino, considerando o uso de *smartphones* (Hochberg et al., 2018) e computadores (Domelen, 2010).

b) *Processos psicológicos*: quatro estudos investigaram como o aprendizado da física pode impactar nos processos psicológicos de estudantes. Os resultados mostraram que o aprendizado de conceitos de física causou níveis mais elevados de ansiedade entre licenciandas em física (Caliskan, 2017; Sahin, 2014) e foi mais relacionado a sintomas depressivos entre estudantes do sexo feminino no ensino médio (Aggeliki et al., 2017). Uma intervenção psicológica em aulas introdutórias de física ajudou a melhorar o desempenho de universitárias em testes de física (Angeles et al., 2010).

c) *Desenvolvimento de carreira*: quatro estudos avaliaram as disparidades de gênero entre acadêmicos em relação às suas intenções e experiências de carreira. Os resultados mostraram que, em relação aos colegas do sexo masculino, as acadêmicas: relataram mais frequentemente aceitar restrições ou abandonar metas de carreira por causa do cuidado com os filhos (Langfeldt & Mischau, 2018); foram mais provavelmente afetadas pela síndrome do impostor, ficaram menos satisfeitas com orientadores e relataram com mais frequência que haviam mudado de trabalho por causa do cônjuge ou companheiro (Ivie et al., 2016). Em relação a estudantes de pós-graduação matriculados em programas de pesquisa em ensino de física nos Estados Unidos, um estudo indicou que as mulheres representavam mais da metade dos estudantes nessa área e relataram experiências profissionais positivas semelhantes às dos alunos do sexo masculino (Barthelemy et al., 2015).

d) *Aprendizagem conceitual e resolução de problemas*: seis estudos investigaram diferenças de gênero na aprendizagem conceitual e resolução de problemas de tópicos de física. Os estudos não mostraram diferença estatística significativa entre o desempenho masculino e feminino em relação, por exemplo, às soluções de problemas de força baseados em cálculo (Gülçiçek, 2019) ou ao aprendizado de conceitos de magnetismo (Li & Singh, 2017). O ensino de conceitos einsteinianos para alunos do ensino médio mostrou aumentar as notas das meninas em física (Kaur et al., 2017).

<sup>8</sup> Cinquenta e quatro estudos foram analisados nesta subcategoria. Porém, devido ao espaço limitado deste artigo, optamos por citar apenas os estudos mais recentes quando mais de quatro estudos apresentavam o mesmo foco de pesquisa.

e) *Metodologias de ensino ativo*: quatorze estudos avaliaram os efeitos de metodologias de ensino ativo (incluindo *engajamento interativo*, *engajamento ativo*, *aprendizagem ativa* ou *aprendizagem colaborativa*) com o objetivo de fechar a lacuna de gênero no desempenho de estudantes em física. Os efeitos do ensino ativo foram geralmente avaliados por meio da aplicação de pré-testes e pós-testes de física. A maioria dos estudos mostrou que as alunas melhoraram seu desempenho, ou seja, obtiveram resultados pós-teste semelhantes aos de seus colegas homens (Cahill et al., 2014; Olaniyan & Govender, 2018). Outros estudos relataram que o ensino ativo não resultou na redução da lacuna de gênero (Day et al., 2016; Gok, 2014; Karim et al., 2018). No entanto, destacamos que esses resultados devem ser abordados com cautela. Como alguns estudos apontam, os métodos estatísticos usados para avaliar a lacuna de gênero na física podem ter um impacto significativo no tamanho dos efeitos medidos (Brewer et al., 2010; Day et al., 2016).

f) *Intenções, interesses e crenças*: vinte e quatro estudos investigaram as intenções dos alunos de estudar física, bem como seus interesses e crenças subjetivas (autoconceito e autoeficácia) em relação ao aprendizado de conteúdos de física. Estudos avaliando as intenções de estudantes mostraram que os meninos eram mais propensos a estudar física não obrigatória no ensino médio ou na universidade (Caspi et al., 2019; Sheldrake et al., 2017). No entanto, um estudo mostrou que graduandas mulheres que haviam tido a intenção de estudar física ainda durante o ensino médio eram mais propensas do que os homens a se formar em física (Rodriguez et al., 2016). No ensino médio, estudos relataram que os meninos se interessavam mais por tópicos relacionados às ciências físicas, enquanto as meninas se interessavam mais pelas ciências biológicas (Kaur et al., 2018; Toma & Villagrà, 2019). Apesar disso, outros estudos não mostraram diferenças de gênero nas preferências disciplinares (Caspi et al., 2019; Dare & Roehrig, 2016). Finalmente, em relação às crenças subjetivas, estudos mostraram que estudantes mulheres apresentaram menor autoeficácia (Marshman et al., 2018; Nissen & Shemwell, 2016) e autoconceitos mais baixos (Bøe et al., 2011) em relação à física do que estudantes homens.

Por fim, entendemos que Traxler et al. (2016) já levantaram fortes críticas aos estudos focados nas “diferenças de gênero” na pesquisa em ensino de física, as quais endossamos aqui. Estudos na subcategoria de diferenças de gênero explicitamente reduzem “gênero” a uma medida objetiva e binária, o que implica que os múltiplos marcadores de identidade, habilidades, interesses e capacidades dos alunos são reduzidos a duas categorias: “masculino” e “feminino”. Além disso, pressupõe-se que o desempenho masculino seja o padrão a ser alcançado pelas estudantes do sexo feminino, disseminando assim um *modelo de déficit binário de gênero* que sugere que as alunas são “deficientes nas características necessárias para o sucesso” em física (Traxler et al., 2016, p. 1).

## Gênero nas culturas da física e do ensino de física

Os estudos na segunda categoria analítica mudam o foco das experiências individuais para *contextos culturais generificados*, tomando como ponto de partida o reconhecimento de que “a linguagem, os estilos de interação, os modos de vestir, as hierarquias de valores e as práticas tem sido formados por seus praticantes predominantemente do sexo masculino” (Schiebinger, 2007, p. 371). Isso significa romper com a visão da neutralidade de gênero nas práticas da física e do ensino de física, que acabou por transformar as “questões de gênero” em “questões das mulheres”. Segue-se que levar os contextos culturais generificados em consideração abre a possibilidade de ver “gênero” como uma *categoria analítica*:

Aqueles que se preocupavam com o fato de que a área de estudos das mulheres se concentrava muito estreitamente e de maneira separada nas mulheres usaram o termo “gênero” para introduzir uma noção relacional em nosso vocabulário analítico. De acordo com esta visão, mulheres e homens foram definidos em termos um do outro, e nenhum entendimento de nenhum deles poderia ser alcançado por um estudo inteiramente separado (Scott, 1986, p. 1054).

A implicação direta de tal afirmação é que a adoção do gênero como uma categoria analítica requer a análise das relações sociais entre mulheres e homens, ao invés da descrição de suas experiências separadas umas das outras. No entanto, ainda é preciso levar em conta as normas e convenções sociais que delimitam as condições em que alguns indivíduos são reconhecidos como *mulheres* e outros como *homens*. É importante notar que a sociedade ocidental é baseada em pressupostos hetero-cis-normativos<sup>9</sup> e que tais pressupostos também permeiam a ciência e a educação científica. Conforme argumentado por Barton e Yang (2000), a ciência e a educação em ciências são constituídas como uma “cultura de poder” que deve ser abraçada por aqueles que desejam ter sucesso como cientistas ou estudantes de ciências. Não por acaso, os que conseguem são “em sua maioria brancos, de classe média e alta, homens e heterossexuais” (Barton & Yang, 2000, p. 873). Além disso, “é difícil ser qualquer coisa, exceto branco, homem, cisgênero, heterossexual e sem deficiência e ser reconhecido como um físico, e isso é uma vergonha” (Traxler & Blue, 2020, p. 147). Levando isso em consideração, destacamos que gênero não pode mais ser entendido como uma “propriedade dos indivíduos”, ou como uma categoria fixa e binária que se refere apenas a “masculino” e “feminino”, mas como um construto complexo. Para podermos tomar gênero como uma categoria verdadeiramente relacional, devemos assumir que sem as relações de poder entre sujeitos — tanto cisgêneros quanto transgêneros<sup>10</sup>; tanto heterossexuais quanto homossexuais — gênero não pode existir (Butler, 1990, 2004).

9 De acordo com Worthen (2016, p. 31), “a hetero-cis-normatividade representa um sistema hierárquico de preconceito no qual indivíduos cisgêneros são privilegiados acima de indivíduos não-cisgêneros, mas também, negatividade, preconceito e discriminação podem ser direcionados a qualquer pessoa percebida como não cisgênero e/ou não heterossexual”.

10 “Cisgênero” significa que a identidade de gênero de uma pessoa corresponde ao sexo atribuído no nascimento. “Transgênero” significa que a identidade de gênero de uma pessoa difere do sexo atribuído no nascimento.

Além disso, ampliando as considerações de Schiebinger, partimos do pressuposto de que as “culturas da ciência” são principalmente, mas não apenas, construídas por meio da prática acadêmica, pois compreendem também as práticas desenvolvidas nas ciências escolares e, em sentido mais amplo, aquelas inseridas na cultura popular científica (ou seja, aquela retratada na mídia, livros de ficção científica, filmes, etc.). Em nossa análise, assumimos uma compreensão construcionista da cultura, a qual afirma que “a cultura está preocupada com a produção e a troca de significados — o ‘dar e receber significados’ — entre os membros de uma sociedade ou grupo” (Hall, 2013, p. xviii). Diante disso, reconhecemos que os estudos na segunda categoria analítica baseiam-se em uma representação implícita do problema: os significados produzidos pelas e acerca das culturas da física e do ensino de física contribuem para a reprodução de *discursos de gênero e estereótipos*, o que reforça o pressuposto de que a física é algo adequado para “homens”, mas não para “mulheres”. Entendemos que estereotipar é a prática de produzir sentidos que reduzem “as pessoas a algumas características simples, essenciais, que são representadas como fixas por natureza” (Hall, 2013, p. 247). Os estudos são discutidos nas subcategorias de *representações da ciência, dinâmicas de gênero e identidades*.

## Representações da ciência

Os estudos na subcategoria de *representações da ciência* analisam como as *práticas de representação* (Hall, 2013) impactam na construção de significados sobre a atividade científica e os cientistas. Em outras palavras, o pressuposto aqui é que as práticas de representação moldam idéias não apenas sobre como a física é feita (ou como deveria ser feita), mas também sobre quem é capaz (ou não) de fazê-la. Essas ideias podem ser representadas explícita ou implicitamente por meio de linguagem, signos e conceitos. E porque a linguagem, os signos e os conceitos podem ter uma dimensão material, essas ideias podem ser representadas em textos, imagens, etc. A implicação de tal materialidade é obviamente relevante para a pesquisa em educação em ciências: significados compartilhados pelas e acerca das culturas da ciência podem ser investigados por meio do exame de livros didáticos de ciências, livros e filmes de ficção científica, imagens (fotos e desenhos) de cientistas e comunicação científica na mídia de massa (por exemplo, em jornais e revistas). Tal investigação foi conduzida por seis estudos.

Um estudo avaliou os efeitos das representações da mídia nas percepções da ciência de alunas do ensino médio. Depois de assistir a notícias sobre ciência e o trabalho de cientistas, as meninas descreveram a ciência como uma atividade de experimentação e descoberta realizada principalmente por gênios do sexo masculino, retratados como cientistas excêntricos. As meninas explicitamente relacionaram essa imagem estereotipada ao seu professor de física (Reznik et al., 2017). Resultados semelhantes foram encontrados nos desenhos de cientistas feitos por licenciandos em física, que comumente retratavam concepções estereotipadas de cientistas, à semelhança de Albert Einstein (Souza & Silva, 2016). Um estudo avaliou fotos de cientistas (físicos, biólogos e

químicos) em seus locais de trabalho disponíveis em sites de instituições acadêmicas e científicas, mostrando que essas fotos corroboram imagens estereotipadas e generificadas da ciência (Christidou & Kouvatas, 2013). Dois estudos analisaram imagens de livros didáticos de física do ensino médio, mostrando que as mulheres eram sub-representadas ou retratadas principalmente no trabalho doméstico (Rosa & Silva, 2015), ou ainda que “as imagens mostram explicitamente homens brancos ou invocam implicitamente a masculinidade e/ou machismo” (Namatende-Sakwa, 2019, p. 373). Finalmente, um estudo investigou a influência da ficção científica no interesse de estudantes em buscar formação acadêmica em física, discutindo “como o emaranhamento do ensino de física e da ficção científica se baseia em um subgênero específico da ficção científica” (Hasse, 2015, p. 922). Enquanto estudantes do sexo masculino eram fortemente influenciados por ficções do tipo “*hard techno-fantasies*”, as estudantes do sexo feminino demonstravam apreciação pela ficção científica do tipo “*soft*”. Apesar disso, materiais retratando ficção científica “*soft*” não estavam disponíveis na biblioteca da universidade investigada.

Em suma, os estudos nesta subcategoria convergem para a conclusão de que as representações da ciência disseminam uma imagem generificada da atividade científica, que reforça os pressupostos tradicionais sobre os papéis sexuais e contribui para a imagem em geral estereotipada dos cientistas e visões distorcidas sobre o trabalho científico.

## Dinâmicas de gênero

Estudos na subcategoria de *dinâmicas de gênero* avaliam como as construções sociais de gênero impactam no posicionamento social de mulheres e homens uns em relação aos outros. Ao fazê-lo, esses estudos tem como foco os processos de produção de *estereótipos de gênero* e a construção de *relações de gênero* em vez de “medir” o desempenho das mulheres em comparação aos homens, o que implica uma mudança significativa de perspectiva em relação aos estudos retratados na subcategoria de diferenças de gênero.

As investigações sobre as *relações de gênero* exploraram os efeitos da socialização de gênero e das assimetrias de poder entre homens e mulheres em seus discursos. A análise das declarações de alunos do ensino médio sobre suas preferências disciplinares e profissionais indicou padrões de socialização que foram moldados de forma diferente por meninos e meninas devido às pressões sociais (Lima Jr. et al., 2011). Essa constatação contribui para desafiar “o argumento de que as escolhas são feitas ‘livremente’” (Ryan, 2012, p. 171) no que diz respeito às preferências de estudantes, ou seja, indica que as preferências dos estudantes são moldadas também por expectativas sociais, e não apenas por interesse individual. Uma análise das interações discursivas entre graduandos em física sugeriu que os homens tendiam a assumir a liderança com mais frequência, enquanto as mulheres precisavam adotar certas estratégias para tornar visíveis seus pontos de vista (Lima Jr, Ostermann, & Rezende, 2010). Uma avaliação da interação entre graduandos durante um trabalho colaborativo mostrou que a atividade “ajudou a interromper algumas dinâmicas de gênero típicas, pois os homens não dominavam as discussões em grupo” (Gunter et al., 2010, p. 1035). O reconhecimento de uma “lacuna

de gênero nas notas de uma disciplina entre alunos do sexo feminino e masculino” (Andersson & Johansson, 2016, p. 1) levou a uma investigação de suas causas, mostrando que a diferença percebida no desempenho era, na verdade, uma diferença na escolha dos estudos mais relacionada à estrutura do programa de física do que ao gênero dos alunos.

Além disso, estudos que retratam *estereótipos de gênero* contribuem para desafiar o pressuposto comum de que “preconceito de gênero” é algo infligido por homens contra mulheres, colocando as mulheres em uma posição passiva e vitimizada. Ressaltamos que as normas de gênero são defendidas tanto pelas mulheres quanto pelos homens e afetam todas as pessoas (embora não da mesma forma). Por exemplo, um estudo realizado na China mostrou que crenças semelhantes em papéis tradicionais de gênero eram compartilhadas por homens e mulheres pesquisadores em física, contribuindo assim para “reforçar a subordinação das mulheres na física” (Di et al., 2016, p. 330). De acordo com um estudo finlandês, não apenas as mulheres, mas também homens na física enfrentam conflitos para alcançar o equilíbrio entre a vida profissional e a pessoal, reconhecendo que eles haviam negligenciado suas famílias por causa do trabalho (Sannino & Vainio, 2015). Em relação às diferenças percebidas nos auto-conceitos de meninas e meninos, os resultados de uma investigação concluíram que estudantes com maiores sentimentos de compatibilidade de gênero tenderam a demonstrar maior autoconceito em física, apesar de sua identidade de gênero (Koul et al., 2016). Essa ideia é apoiada por estudos que abordam os efeitos da “ameaça de estereótipo” (AE), a qual “determina que uma pessoa terá um desempenho inferior quando estereótipos negativos sobre o ser grupo racial ou de gênero são ativados” (Hirshfield, 2010, p. 14). Uma investigação sobre AE nas aulas de física do ensino médio demonstrou que “simplesmente estar em uma situação típica de um teste de física pode ser o suficiente para inibir o desempenho feminino em comparação com o masculino” (Marchand & Taasoobshirazi, 2013, p. 3057). Além disso, com base na análise de situações semelhantes, estudos mostraram que tanto professores quanto professoras universitárias demonstraram preconceito contra candidatas mulheres a um pós-doutorado em física (Eaton et al., 2019). Além disso, tanto estudantes do sexo feminino quanto masculino tenderam a avaliar mais negativamente as professoras de física (Graves et al., 2017; Hofer, 2015; Potvin & Hazari, 2016; Zander et al., 2014).

## Identities

Estudos na subcategoria de *identidades* investigam como os sujeitos negociam suas posições de sujeito em relação às normas implícitas da física. Aqui, “identidade” não significa um conjunto fixo e estável de características que alguém é ou possui, mas sim se refere a um processo complexo e contingente de adaptação e resistência individual às normas sociais e culturais. Essa perspectiva é sustentada por relatos pós-estruturalistas sobre identidade, como a teoria da performatividade de Butler (1990). O desenvolvimento teórico de Butler sobre a performatividade de gênero “tem fortes fundamentos e ajudaria a refinar ainda mais os esforços atuais de muitos pesquisadores no ensino de física para apoiar a diversidade de gênero na sala de aula” (Traxler et al.,

2016, p. 5). Partindo de tais fundamentos teóricos, as investigações realizadas pelos sete estudos analisados nesta subcategoria contribuem para compreender o emaranhamento entre os aspectos pessoais, sociais e culturais do desenvolvimento da identidade por meio das práticas da física. Essa abordagem implica que “fazer física” significa, ao mesmo tempo, “fazer gênero” ou, em um sentido mais amplo, “fazer identidade” (Danielsson, 2012; Gonsalves et al., 2016).

Entendemos que os estudos nesta subcategoria contribuem de duas maneiras importantes para avançar no desenvolvimento da pesquisa em gênero na física e no ensino de física. Primeiro, eles desafiam a suposição implícita de que “apenas ser um homem” é suficiente para ter sucesso na física. Certamente esse não é o caso, visto que “certas maneiras de se tornar um físico e fazer física são privilegiadas neste processo” (Johansson et al., 2018, p. 205). Conforme explorado por esses estudos, existem “várias formas de masculinidades que são produzidas e reproduzidas em ambientes de laboratório de física” (Gonsalves et al., 2016, p. 2). Portanto, os homens devem se conformar às normas de masculinidade dominantes no ambiente para pertencerem a ele. No caso de um laboratório de física de plasma, por exemplo, há uma “ênfase nas máquinas, nos músculos e nos esforços físicos” (Pettersson, 2018, p. 125) que confronta claramente a imagem estereotipada do trabalho puramente intelectual de um físico teórico. Em segundo lugar, as mulheres devem negociar aspectos de suas identidades de gênero a fim de pertencerem aos seus campos de trabalho. Por exemplo, a representação de uma *masculinidade feminina* (Danielsson, 2012) pode ser uma estratégia disponível para mulheres que preferem agir de formas percebidas como mais “masculinas” a fim de se adequarem aos locais de trabalho onde expressões tradicionais de feminilidade (como usar salto-alto e maquiagem, por exemplo) são desencorajados, como normalmente é o caso dos departamentos de física. No entanto, isso pode criar um conflito para as mulheres que preferem se expressar de formas mais “femininas” (Gonsalves, 2014). Portanto, concordamos que discutir tais questões contribui para “desafiar os entendimentos heteronormativos de todos os homens desejam ser masculinos e todas as mulheres desejam ser femininas” (Danielsson, 2012, p. 37).

Por fim, estudos na subcategoria de identidades mostram que as pessoas devem se adaptar a normas sociais e culturais gerais — que vão muito além da simples adaptação às expectativas de gênero — para serem reconhecidos como físicos/físicas ou estudantes de física competentes. Conforme destacado por Traxler e Blue (2020, p. 179), “gênero nunca é a história toda”. Tais normas compreendem a demonstração de curiosidade e interesse genuínos pelo conteúdo da física, e ao mesmo tempo a expressão de traços de personalidade específicos — confiança exagerada, arrogância, inteligência, “nerdice” — e uma crença compartilhada em um status hierárquico entre a física teórica e a física aplicada ou experimental (Bremer & Hughes, 2017; Johansson, 2018; Johansson et al., 2018). Complementando essa afirmação sobre o status hierárquico entre subáreas da física, mencionamos que um estudo relatou que, em um programa de licenciatura em física, os “professores de física” eram considerados como tendo um status inferior ao dos

“físicos”, ou mesmo não eram sequer considerados “físicos” (Larsson, 2019).

### **Gênero na produção de conhecimento na física**

Os estudos na terceira categoria analítica investigam “como as desigualdades de gênero, construídas nas instituições científicas, têm influenciado o conhecimento proveniente dessas instituições” (Schiebinger, 2007, p. 372). Schiebinger (1999) explica e exemplifica como os conteúdos e teorias científicas têm sido marcados pelo gênero, principalmente nas áreas em que o objeto de estudo é sexuado — como é o caso das ciências da vida, das ciências sociais e da pesquisa biomédica. No entanto, as teorias da física podem não ser generificadas, e pode ser difícil apontar se as teorias teriam sido desenvolvidas de uma maneira diferente se tivessem sido propostas por mulheres em vez de homens. Esta questão tem recebido atenção de pesquisadoras e pesquisadores que reconhecem que, dentre as investigações que abordam as desigualdades de gênero na física, “há uma tendência a distinguir nitidamente entre questões da ‘física’ e questões de ‘físicos’” (Bug, 2003, p. 881). Em outras palavras, embora possa ser razoável discutir “gênero” dentro do contexto social e cultural da física e como os físicos perpetuam o preconceito de gênero, é dado como certo que a prática científica (e seus resultados) na física permanecerá a mesma, independentemente do gênero dos físicos.

Segue-se que a pesquisa sobre gênero na produção do conhecimento em física ainda é uma área de pesquisa pouco desenvolvida (Götschel, 2011). Assim, identificamos apenas um estudo que se enquadra na terceira categoria analítica. Isso pode ser explicado pela complexidade do tema, que toca em questões epistemológicas, mas ainda trata das mesmas questões sociais e culturais discutidas anteriormente. Esperávamos que os estudos na terceira categoria analítica questionassem não apenas como o gênero, mas de fato como qualquer marcador de identidade (como raça, etnia, idade, religião, sexualidade, deficiência, etc.), ideologias e crenças “podem se tornar um organizador silencioso de teorias e práticas científicas, estabelecendo prioridades e determinando resultados” (Schiebinger, 1999, p. 154). Nessa perspectiva, “gênero” é visto apenas como apenas um dentre vários eixos de um sistema de poder complexo e dinâmico que restringe a produção de conhecimento na física. A representação do problema implícita aqui é uma questão de como as teorias e práticas são perpetuadas na área.

O caso levantado por López-Corredoira (2014) pode ajudar a adicionar novos *insights* sobre a discussão acerca da sub-representação das mulheres em carreiras relacionadas à física. Um argumento comum em relação ao aumento do número de mulheres na ciência é que isso resultaria “em mais diversidade de ideias e estratégias para resolver diferentes tipos de problemas” (Ferrari et al., 2018, p. 90). No entanto, a suposição de que “diversidade de gênero” necessariamente se traduz em “diversidade de ideias” constitui um debate controverso. Por exemplo, Whitten (2012, p. 128) argumenta que “incluir algumas mulheres e homens de cor na comunidade científica não causará uma mudança significativa na ciência, enquanto essas pessoas diversas sejam educadas para ser como os homens brancos que já estão lá”.

López-Corredoira (2014) discute como modelos cosmológicos alternativos são impedidos de competir com o modelo cosmológico padrão da “teoria do Big Bang”. O autor relata que, ao propor a organização de uma escola de doutorado em astrofísica, foi aconselhado a incluir “o nome de algumas mulheres na lista de possíveis oradores convidados para a equidade de gênero e mais cosmologistas ortodoxos” (p. 93). Embora o feedback sobre o aumento do número de palestrantes do sexo feminino possa ter sido uma contribuição muito positiva, ele segue descrevendo como o conselho consultivo do evento foi articulado de forma a manter o perfil dos cosmologistas convidados o mais homogêneo possível. Ou seja, as principais discussões deveriam ser mantidas em torno da “grandeza” do modelo cosmológico padrão — posição referida como “cosmologia ortodoxa”. O autor ainda menciona que nunca ouviu falar de nenhuma mulher trabalhando como “cosmologista heterodoxa”. Nesse caso, a ambição de alcançar o equilíbrio de gênero no evento era claramente irrelevante diante da sub-representação de palestrantes alinhados aos modelos científicos concorrentes do universo. Em relação a este debate, consideramos que a dupla questão “precisamos de uma comunidade mais diversificada de físicos para mudar as teorias e práticas da física, ou precisamos mudar as teorias e práticas da física para termos uma comunidade mais diversificada de físicos?” é válida e ainda precisa ser respondida.

## Conclusões

Este artigo apresentou uma revisão sistemática da literatura incluindo vinte e cinco estudos brasileiros e cento e cinco estudos internacionais sobre questões de desigualdades de gênero na física e no ensino de física publicados na última década (2010 — 2019). Com base em um referencial analítico pós-estruturalista, os estudos foram categorizados em três categorias analíticas de acordo com as representações de problemas e os pressupostos sobre gênero subjacentes a tais estudos. Nossa análise mostrou que os estudos na primeira categoria analítica, *a participação das mulheres* na física e no ensino de física, restringem a concepção de gênero às questões específicas do sexo feminino, assim reduzindo desigualdades de gênero às “questões das mulheres”. Nesses estudos, o “problema” é representado como o baixo número de mulheres buscando carreiras relacionadas à física. Portanto, a “solução” implícita é atrair meninas para a física e reter acadêmicas nas suas carreiras. Os estudos na segunda categoria analítica, *gênero nas culturas da física e do ensino de física*, pressupõem que gênero é um construto relacional que constitui relações de poder entre indivíduos, que podem ou não conformar-se a expectativas sociais hetero-cis-normativas. Aqui, o “problema” é representado como a reprodução de discursos de gênero e estereótipos pelas e acerca das culturas da física e do ensino de física. O único estudo na terceira categoria analítica, *gênero na produção de conhecimento na física*, assume que gênero é um dos vários eixos de um sistema de poder complexo e dinâmico que restringe a produção de conhecimento em física, então representando o “problema” como uma questão de como as teorias e as práticas são perpetuadas na área.

Em suma, a área de pesquisa em gênero na física e no ensino de física fundamenta-se em pressupostos implícitos não apenas sobre “gênero”, mas também sobre “diversidade de gênero”, questionando assim a intersecção de múltiplos marcadores de identidade. Alguns estudos analisados neste artigo abordam a intersecção de gênero e raça por meio da investigação de experiências pessoais e trajetórias acadêmicas de mulheres negras na física, como na subcategoria de *experiências das mulheres*. Outros estudos investigam o emaranhamento de identidade de gênero e expressão de gênero, desafiando assim pressupostos hetero-cis-normativos de gênero, como na subcategoria de *identidades*. Tentamos discutir as concepções de “gênero” e “diversidade de gênero” com mais detalhes ao longo da análise dos estudos apresentados na segunda e na terceira categorias analíticas. Tal análise aponta para o fato de que os indivíduos que estudam e praticam a física devem se conformar às normas culturais, sociais e epistemológicas estritas e específicas subjacentes à comunidade da física. Por fim, propomos que é importante tanto para a física quanto para o ensino de física abrir espaço para indivíduos que diferem do perfil do físico ou do estudante de física típico (que não é apenas e em primeiro lugar *homem*, mas também *branco, cisgênero, heterossexual, de classe média, nerd, altamente inteligente*) a fim de tornar a física verdadeiramente “diversa”.

## Agradecimentos

Este estudo foi financiado parcialmente pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

- Abraham, J., & Barker, K. (2018). Motivation and Engagement with Physics: A Comparative Study of Females in Single-Sex and Co-educational Classrooms. *Research in Science Education*, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9770-3>
- Aggeliki, A., Miltiades, K., Antigoni-Elisavet, R., Evangelia, P., & Loizos, Z. (2017). Correlation of understanding of physics and psychological symptoms among high-school students in Greece. *Physics Education*, 52(5), 055004. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa76f3>
- Andersson, S., & Johansson, A. (2016). Gender gap or program gap? Students’ negotiations of study practice in a course in electromagnetism. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020112. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020112>
- Angeles, L., Mitsuhashi, F., Nasu, M., Suzuki, Y., Adolfssen, J. S., Bryant, H. N., ... Tomas, R. (2010). Reducing the gender achievement gap in college science: a classroom study of values affirmation. *Science*, 330(6008), 1234–1237. <https://doi.org/10.1126/science.1195996>
- Areas, R., Barbosa, M. C., & Santana, A. E. (2019). Teorema de Emmy Nöther, 100 anos: Alegoria da misoginia em ciência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(4), e20190017. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0017>

Aycock, L. M., Hazari, Z., Brewe, E., Clancy, K. B. H., Hodapp, T., & Goertzen, R. M. (2019). Sexual harassment reported by undergraduate female physicists. *Physical Review Physics Education Research*, 15, 010121. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010121>

Bacchi, C. (2009). *Analysing policy: What's the problem represented to be?* Pearson.

Bacchi, C. (2012). Strategic interventions and ontological politics: research as political practice. In A. Bletsas, & C. Beasley (Eds.), *Engaging with Carol Bacchi: Strategic Interventions and Exchanges* (pp. 141–156). University of Adelaide Press.

Bacchi, C., & Goodwin, S. (2016). *Poststructural Policy Analysis: A guide to practice*. Palgrave Macmillan US.

Barros, M. C. de. (2018). As mulheres do Harvard College Observatory: Henrietta Swan Leavitt - a mulher que descobriu como medir a distância da galáxias. *História Da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, 18(especial), 12–21. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2018v18i1p12-21> As

Barthelemy, R., McCormick, M., & Henderson, C. (2015). Barriers Beyond Equity: An Exploratory Study of Women Graduate Students' Career Pathways in Astronomy. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 7(1), 57–73.

Barthelemy, R., McCormick, M., & Henderson, C. (2016). Gender discrimination in physics and astronomy: Graduate student experiences of sexism and gender microaggressions. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020119>

Barthelemy, R., Van Dusen, B., & Henderson, C. (2015). Physics education research: A research subfield of physics with gender parity. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 11(2), 020107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020107>

Barton, A. C., & Yang, K. (2000). The culture of power and science education: learning from Miguel. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 871–889. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200010\)37:8<871::AID-TEA7>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200010)37:8<871::AID-TEA7>3.0.CO;2-9)

Blue, J., Traxler, A., & Cochran, G. (2019). Resource Letter: GP-1: Gender and Physics. *American Journal of Physics*, 87(8), 616–626. <https://doi.org/10.1119/1.5114628>

Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>

Bremer, M., & Hughes, R. M. (2017). How novices perceive the culture of physics. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 23(2), 169–192. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2017016953>

- Brewe, E., Sawtelle, V., Kramer, L. H., O'Brien, G. E., Rodriguez, I., & Pamelá, P. (2010). Toward equity through participation in Modeling Instruction in introductory university physics. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 6(1), 010106. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.010106>
- Buck, G. A., Mills, M., Wang, J., & Yin, X. (2014). Evaluating and exploring a professional conference for undergraduate women in physics. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 20(4), 359–377. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2014008011>
- Bug, A. (2003). Has Feminism Changed Physics? Signs: *Journal of Women in Culture and Society*, 28(3), 881–899. <https://doi.org/10.1086/345323>
- Butler, J. (1990). *Gender trouble: Feminism and the subversion of identity*. (L. J. Nicholson, Ed.). Routledge.
- Butler, J. (2004). *Undoing gender*. Routledge.
- Cahill, M. J., Hynes, K. M., Trousil, R., Brooks, L. A., McDaniel, M. A., Repice, M., ... Frey, R. F. (2014). Multiyear, multi-instructor evaluation of a large-class interactive-engagement curriculum. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(2), 020101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020101>
- Caliskan, S. (2017). Physics Anxiety of Pre-Service Teachers And Their Self-Efficacy Beliefs: Differences According to Gender and Physics Achievement. *Journal of Baltic Science Education*, 16(5), 678–693.
- Caspi, A., Gorsky, P., Nitzani-Hendel, R., Zacharia, Z., Rosenfeld, S., Berman, S., & Shildhouse, B. (2019). Ninth-grade students' perceptions of the factors that led them to major in high school science, technology, engineering, and mathematics disciplines. *Science Education*, 1–30. <https://doi.org/10.1002/sce.21524>
- Christidou, V., & Kouvatas, A. (2013). Visual self-images of scientists and science in Greece. *Public Understanding of Science*, 22(1), 91–109. <https://doi.org/10.1177/0963662510397118>
- Cordeiro, M. D., & Peduzzi, L. O. D. Q. (2011). As Conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 27(3), 473–514. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27n3p473>
- Dabney, K. P., & Tai, R. H. (2013). Female physicist doctoral experiences. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 9(1), 010115. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010115>
- Dabney, K. P., & Tai, R. H. (2014). Comparative analysis of female physicists in the physical sciences: Motivation and background variables. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(1), 010104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.010104>

Danielsson, A. T. (2012). Exploring woman university physics students “doing gender” and “doing physics.” *Gender and Education*, 24(1), 25–39. <https://doi.org/10.1080/09540253.2011.565040>

Dare, E. A., & Roehrig, G. H. (2016). “If I had to do it, then I would”: Understanding early middle school students’ perceptions of physics and physics-related careers by gender. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020117>

Day, J., Stang, J. B., Holmes, N. G., Kumar, D., & Bonn, D. A. (2016). Gender gaps and gendered action in a first-year physics laboratory. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020104>

Di, D., Ecklund, E. H., & Lewis, S. W. (2016). Women’s underrepresentation in academic physics in the people’s Republic of China. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 22(4), 329–348. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2016015719>

Domelen, D. Van. (2010). Gender Effects of Computer Use in a Conceptual Physics Lab Course. *The Physics Teacher*, 48, 534–536. <https://doi.org/10.1119/1.3502507>

Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes Jr., J. A. V. (2015). *Design science research: A method for science and technology advancement*. Springer.

Eaton, A. A., Saunders, J. F., Jacobson, R. K., & West, K. (2019). How Gender and Race Stereotypes Impact the Advancement of Scholars in STEM: Professors’ Biased Evaluations of Physics and Biology Post-Doctoral Candidates. *Sex Roles*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11199-019-01052-w>

Feltrin, R. B., Costa, J. O. P. da, & Velho, L. (2016). Mulheres sem fronteiras? Uma análise da participação das mulheres no Programa Ciência sem Fronteiras da Unicamp: motivações, desafios e impactos na trajetória profissional. *Cadernos Pagu*, 48, e164804. <https://doi.org/10.1590/18094449201600480004>

Ferrari, N. C., Martell, R., Okido, D. H., Romazini, G., Barbosa, M. C., & Brito, C. (2018). Geographic and gender diversity in the Brazilian Academy of Sciences. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 90(2 suppl 1), 2543–2552. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170107>

Filgueiras, C. A. L. (2001). History of science and its object of study: Confrontations amongst peripheral science, mainstream science and marginal science. *Química Nova*, 24(5), 709–712.

Foote, K., & Garg, R. (2015). A cross-cultural survey of female undergraduates’ aspirations for scientific study and careers. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37(1), 1309. <https://doi.org/10.1590/S1806-11173711670>

Fox-Keller, E. (2006). Qual foi o impacto do feminismo na ciência? *Cadernos Pagu*, 27, 13–34. <https://doi.org/10.1590/S0104-83332006000200003>

- Gok, T. (2014). Peer Instruction in the physics classroom: Effects of gender difference on performance, conceptual learning, and problem solving. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6), 776–788.
- Goldhaber, M. H. (2016). Gertrude Scharff-Goldhaber, 1911–1998: Nuclear Physicist Against the Odds. *Physics in Perspective*, 18(2), 182–208. <https://doi.org/10.1007/s00016-016-0181-4>
- Gonsalves, A. J. (2014). “Physics and the girly girl—there is a contradiction somewhere”: Doctoral students’ positioning around discourses of gender and competence in physics. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 503–521. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9447-6>
- Gonsalves, A. J., Danielsson, A. T., & Pettersson, H. (2016). Masculinities and experimental practices in physics: The view from three case studies. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 1–15. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020120>
- Götschel, H. (2011). The entanglement of gender and physics: Human actors, work place cultures, and knowledge production. *Science Studies*, 24(1), 66–80.
- Graves, A. L., Hoshino-Browne, E., & Lui, K. P. H. (2017). Swimming against the tide: Gender bias in the physics classroom. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 23(1), 15–36. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2017013584>
- Greene, J., Lewis, P., Richmond, G., & Stockard, J. (2011). Addressing gender equity in the physical sciences: Replications of a workshop designed to change the views of department chairs. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 17(2), 97–109. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2011002835>
- Guedes, M. de C., Azevedo, N., & Ferreira, L. O. (2015). A produtividade científica tem sexo? Um estudo sobre bolsistas de produtividade do CNPq. *Cadernos Pagu*, 45, 367–399. <https://doi.org/10.1590/18094449201500450367>
- Gülçiçek, Ç. (2019). Analysis of physics students’ problem solutions: calculating the work done by a three-dimensional conservative force field. *European Journal of Physics*, 40(2), 025702. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaf661>
- Gunter, R., Spiczak, G., & Madsen, J. (2010). Cosmic collaboration in an undergraduate astrophysics laboratory. *American Journal of Physics*, 78(10), 1035–1047. <https://doi.org/10.1119/1.3453247>
- Hall, S. (2013). *Representation: Cultural Representations and Signifying Practices (Culture, Media and Identities)*. (S. Hall, J. Evans, & S. Nixon, Eds.) (2nd ed.). The Open University.
- Haraway, D. (1995). Saberes localizados: a questão da ciência para o feminismo e o privilégio da perspectiva parcial. *Cadernos Pagu*, 5, 7–41.
- Harding, S. (1998). *Is science multicultural? Postcolonialisms, feminisms, and epistemologies*. Indiana University Press.

- Hasse, C. (2015). The material co-construction of hard science fiction and physics. *Cultural Studies of Science Education*, 10(4), 921–940. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9547-y>
- Hazari, Z., Brewé, E., Goertzen, R. M., & Hodapp, T. (2017). The Importance of High School Physics Teachers for Female Students' Physics Identity and Persistence. *The Physics Teacher*, 55(2), 96–99. <https://doi.org/10.1119/1.4974122>
- Hazari, Z., & Cass, C. (2018). Towards Meaningful Physics Recognition: What does this recognition actually look like? *The Physics Teacher*, 56(7), 442–446. <https://doi.org/10.1119/1.5055325>
- Hazari, Z., Potvin, G., Lock, R. M., Lung, F., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2013). Factors that affect the physical science career interest of female students: Testing five common hypotheses. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 9(2), 1–8. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020115>
- Hirshfield, L. E. (2010). “She Won’t Make Me Feel Dumb”: Identity Threat in a Male-Dominated Discipline. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 2(1), 6–24.
- Hochberg, K., Kuhn, J., & Müller, A. (2018). Using Smartphones as Experimental Tools—Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 385–403. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9731-7>
- Hofer, S. I. (2015). Studying Gender Bias in Physics Grading: The role of teaching experience and country. *International Journal of Science Education*, 37, 2879–2905. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1114190>
- Horna, C., & Richards, A. J. (2018). Investigating Physics Self-Belief of Female African-American Students. *The Physics Teacher*, 56(7), 448–451. <https://doi.org/10.1119/1.5055326>
- Hussénius, A. (2014). Science education for all, some or just a few? Feminist and gender perspectives on science education: a special issue. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 255–262. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9561-0>
- Incerti, T. G., & Casagrande, L. S. (2018). Elas fizeram parte da história da ciência e da tecnologia e são inventoras sim! *Cadernos de Gênero e Tecnologia*, 11(37), 5–26. <https://doi.org/10.3895/cgt.v11n37.7271>
- Ivie, R., White, S., & Chu, R. Y. (2016). Women’s and men’s career choices in astronomy and astrophysics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020109>
- Johansson, A. (2018). Negotiating Intelligence, Nerdiness, and Status in Physics Master’s studies. *Research in Science Education*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9786-8> Negotiating

- Johansson, A., Andersson, S., Salminen-Karlsson, M., & Elmgren, M. (2018). “Shut up and calculate”: the available discursive positions in quantum physics courses. *Cultural Studies of Science Education*, 13, 205–226. <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9742-8>
- Johnson, A., Ong, M., Ko, L. T., Smith, J., & Hodari, A. (2017). Common Challenges Faced by Women of Color in Physics, and Actions Faculty Can Take to Minimize Those Challenges. *The Physics Teacher*, 55(6), 356–360. <https://doi.org/10.1119/1.4999731>
- Karim, N. I., Maries, A., & Singh, C. (2018). Do evidence-based active-engagement courses reduce the gender gap in introductory physics? *European Journal of Physics*, 39(2), 025701. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa9689>
- Kaur, T., Blair, D., Moschilla, J., Stannard, W., & Zadnik, M. (2017). Teaching Einsteinian physics at schools: part 3, review of research outcomes. *Physics Education*, 52(6), 065014. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa83dd>
- Kaur, T., Blair, D., Stannard, W., Treagust, D., Venville, G., Zadnik, M., ... Perks, D. (2018). Determining the Intelligibility of Einsteinian Concepts with Middle School Students. *Research in Science Education*, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9791-y> Determining
- Kelly, A. M. (2016). Social cognitive perspective of gender disparities in undergraduate physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020116. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020116>
- Ko, L. T., Kachchaf, R. R., Hodari, A. K., & Ong, M. (2014). Agency of women of color in physics and astronomy: strategies for persistence and success. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 20(2), 171–195. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2014008198>
- Koul, R., Lerdpornkulrat, T., & Poondej, C. (2016). Gender compatibility, math-gender stereotypes, and self-concepts in math and physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020115. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020115>
- Langfeldt, B., & Mischau, A. (2018). Change and Persistence of Gender Disparities in Academic Careers of Mathematicians and Physicists in Germany. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 10(1), 147–170.
- Larsson, J. (2019). *Becoming a physics teacher: disciplinary discourses and the development of professional identity*. Licentiate dissertation. Department of Physics and Astronomy, Physics Education Research, Uppsala University. Uppsala, Sweden.
- Lewis, K. L., Stout, J. G., Pollock, S. J., Finkelstein, N. D., & Ito, T. A. (2016). Fitting in or opting out: A review of key social-psychological factors influencing a sense of belonging for women in physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020110>
- Li, J., & Singh, C. (2017). Developing and validating a conceptual survey to assess introductory physics students’ understanding of magnetism. *European Journal of Physics*, 38(2), 025702. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/38/2/025702>

- Lima, B. S. (2011). Quando o amor amarra: reflexões sobre as relações afetivas e a carreira científica. *Revista Gênero*, 12(1), 9–21. <https://doi.org/10.22409/rg.v12i1>
- Lima, B. S. (2013). O labirinto de cristal: as trajetórias das cientistas na Física. *Revista Estudos Feministas*, 21(3), 883–903. <https://doi.org/10.1590/S0104-026X2013000300007>
- Lima, B. S., Braga, M. L. de S., & Tavares, I. (2015). Participação das mulheres nas ciências e tecnologias: entre espaços ocupados e lacunas. *Revista Gênero*, 16(1), 11–31. <https://doi.org/10.22409/rg.v16i1.743>
- Lima, I. P. C. de. (2015). Lise Meitner e a fissão nuclear: uma visão não eurocêntrica da ciência. *Revista Gênero*, 16(1), 51–65. <https://doi.org/10.22409/rg.v16i1>
- Lima Jr, P., Ostermann, F., & Rezende, F. (2010). Liderança e gênero em um debate acadêmico entre graduandos em Física. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 10(1), 1–16.
- Lima Jr, P., Rezende, F., & Ostermann, F. (2011). Diferenças de gênero nas preferências disciplinares e profissionais de estudantes de nível médio: relações com educação em ciências. *Revista Ensaio: Pesquisa e Educação Em Ciências*, 13(2), 119–134.
- Lock, R. M., & Hazari, Z. (2016). Discussing underrepresentation as a means to facilitating female students' physics identity development. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020101>
- López-Corredoira, M. (2014). Non-standard models and the sociology of cosmology. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 46, 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2013.11.005>
- Lucht, P. (2014). De-Gendering STEM – Lessons Learned from an Ethnographic Case Study of a Physics Laboratory. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 8(1), 67–81.
- Madsen, A., McKagan, S. B., & Sayre, E. C. (2013). Gender gap on concept inventories in physics: What is consistent, what is inconsistent, and what factors influence the gap? *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 9(2), 020121. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020121>
- Maia Filho, A. M., & Silva, I. L. (2019a). A trajetória de Chien Shiung Wu e a sua contribuição à Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(1), 135–157. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n1p135>
- Maia Filho, A. M., & Silva, I. L. (2019b). O experimento WS de 1950 e as suas implicações para a segunda revolução da mecânica quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(2), e20180182. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0182>
- Marchand, G. C., & Taasoobshirazi, G. (2013). Stereotype Threat and Women's Performance in Physics. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3050–3061. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.683461>

- Marin, Y. A. O. (2019). Problematizando el discurso biológico sobre el cuerpo y género, y su influencia en las prácticas de enseñanza de la biología. *Revista Estudos Feministas*, 27(3), 1–10. <https://doi.org/10.1590/1806-9584-2019V27N356283>
- Marshman, E. M., Kalender, Z. Y., Nokes-Malach, T., Schunn, C., & Singh, C. (2018). Female students with A's have similar physics self-efficacy as male students with C's in introductory courses: A cause for alarm? *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 020123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020123>
- Martínez, A. J. G., Pitts, W., Robles, S. L. R. de, Brkich, K. L. M., Bustos, B. F., & Claeys, L. (2019). Discerning contextual complexities in STEM career pathways: insights from successful Latinas. *Cultural Studies of Science Education*, 14(4), 1079–1103. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9900-2>
- McCormick, M., Barthelemy, R. S., & Henderson, C. (2014). Women's persistence into graduate astronomy programs: the roles of support, interest, and capital. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 20(4), 317–340. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2014009829>
- Minella, L. S. (2017). No Trono da Ciência I: mulheres no Nobel da fisiologia ou medicina (1947–1988). *Cadernos de Pesquisa*, 47(163), 70–93. <https://doi.org/10.1590/198053143817>
- Namatende-Sakwa, L. (2019). Networked texts: discourse, power and gender neutrality in Ugandan physics textbooks. *Gender and Education*, 31(3), 362–376. <https://doi.org/10.1080/09540253.2018.1543858>
- Nehmeh, G., & Kelly, A. M. (2018). Women physicists and sociocognitive considerations in career choice and persistence. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 24(2), 95–119. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2017019867>
- Nissen, J. M., & Shemwell, J. T. (2016). Gender, experience, and self-efficacy in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020105. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020105>
- Olaniyan, A. O., & Govender, N. (2018). Effectiveness of polya problem-solving and target-task collaborative learning approaches in electricity amongst high school physics students. *Journal of Baltic Science Education*, 17(5), 765–777.
- Patrão, M. (2015). Uma pequena biografia de Emmy Noether. *E-Boletim Da Física*, 4(3), 1–3.
- Pereira, Z. M., & Monteiro, S. (2015). Gênero e Sexualidade no Ensino de Ciências No Brasil: Análise Da Produção Científica Recente. *Contexto & Educação*, 30(95), 117–146. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2015.95.117-146>
- Peres Menezes, D., Buss, K., A. Silvano, C., Nattrodt D'Avila, B., & Anteneodo, C. (2018). A física da UFSC em números: evasão e gênero. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(1), 324–336. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n1p324>

- Pettersson, H. (2018). Multiple masculinities and gendered research personas: between experiments, career choice and family. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 10(1), 108–129.
- Potvin, G., & Hazari, Z. (2016). Student evaluations of physics teachers: on the stability and persistence of gender bias. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020107>
- Pyenson, L. (1985). *Cultural imperialism and exact sciences, German Expansion Overseas 1900–1930*. Peter Lang.
- Ramos, R. C., & Tedeschi, S. P. (2015). A participação das mulheres na produção científica da UNESP, Campus de Rio Claro. *Caderno Espaço Feminino*, 28(1), 140–151.
- Reichenbach, C. Von, & Dragowski, A. (2017). Trayectorias internacionales y proyectos locales: análisis de una disputa en la institucionalización de la física en Argentina (1909-1910). *Revista Brasileira de História Da Ciência*, 10(2), 186–200.
- Reznik, G., Massarani, L. M., Ramalho, M., Malcher, M. A., Amorim, L., & Castelfranchi, Y. (2017). Como adolescentes apreendem a ciência e a profissão de cientista? *Revista Estudos Feministas*, 25(2), 829–855. <https://doi.org/10.1590/1806-9584.2017v25n2p829>
- Rodriguez, I., Potvin, G., & Kramer, L. H. (2016). How gender and reformed introductory physics impacts student success in advanced physics courses and continuation in the physics major. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020118. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020118>
- Rosa, K., & Mensah, F. M. (2016). Educational pathways of Black women physicists: Stories of experiencing and overcoming obstacles in life. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020113. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020113>
- Rosa, K., & Silva, M. R. G. da. (2015). Feminismos e Ensino de Ciências: análise de imagens de livros didáticos de Física. *Revista Gênero*, 16(1), 83–104. <https://doi.org/10.22409/rg.v16i1>
- Ryan, L. M. (2012). “You must be very intelligent...?”: gender and science subject uptake. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 4(2), 167–190.
- Sahin, M. (2014). The relationship between pre-service teachers’ physics anxiety and demographic variables. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 201–215.
- Saitovich, E. B., Funchal, R. Z., Barbosa, M. C., Pinho, S. T. R. de, & Santana, A. E. de. (2015). *Mulheres na Física: casos históricos, panoramas e perspectivas*. Editora Livraria da Física.
- Sannino, A., & Vainio, J. (2015). Gendered hegemony and its contradictions among Finnish university physicists. *Gender and Education*, 27(5), 505–522. <https://doi.org/10.1080/09540253.2015.1045455>

- Santos, V. M. dos. (2016). Uma “perspectiva parcial” sobre ser mulher, cientista e nordestina no Brasil. *Revista Estudos Feministas*, 24(3), 801–824. <https://doi.org/10.1590/1806-9584-2016v24n3p801>
- Sax, L. J., Lehman, K. J., Barthelemy, R., & Lim, G. (2016). Women in physics: A comparison to science, technology, engineering, and math education over four decades. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020108>
- Schiebinger, L. (1987). The history and philosophy of women in science: a review essay. *Signs*, 12(2), 305–332.
- Schiebinger, L. (1999). *Has feminism changed science?* Harvard University Press.
- Schiebinger, L. (2007). Getting more women into science: knowledge issues. *Harvard Journal of Law & Gender*, 30, 365–378.
- Scott, J. (1986). Gender: a useful category of historical analysis. *The American Historical Review*, 91(5), 1053–1075.
- Sheldrake, R., Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2017). Students’ Changing Attitudes and Aspirations Towards Physics During Secondary School. *Research in Science Education*, 49, 1–26. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9676-5>
- Silva, F. F. da, & Ribeiro, P. R. C. (2014). Trajetórias de mulheres na ciência: “ser cientista” e “ser mulher.” *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(2), 449–466. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000200012>
- Sime, R. L. (2013). Marietta Blau: Pioneer of photographic nuclear emulsions and particle physics. *Physics in Perspective*, 15(1), 3–32. <https://doi.org/10.1007/s00016-012-0097-6>
- Sinnes, A., & Løken, M. (2014). Gendered education in a gendered world: Looking beyond cosmetic solutions to the gender gap in science. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 343–364. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9433-z>
- Souza, G. D. S., & Silva, B. V. C. (2016). Um estudo exploratório sobre a concepção do cientista e do seu local de trabalho por estudantes de física. *Ciência Em Tela*, 9(2), 1–11.
- Talves, K. (2016). Discursive self-positioning strategies of Estonian female scientists in terms of academic career and excellence. *Women’s Studies International Forum*, 54, 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2015.06.007>
- Teixeira, A. B. M., & Freitas, M. A. (2015). Aspectos Acadêmicos e Profissionais sobre Mulheres Cientistas na Física e na Educação Física. *Revista Ártemis*, 20(2), 57–65. <https://doi.org/10.15668/1807-8214/artemis.v20n2p57-65>
- Toma, R. B., & Villagrà, J. Á. M. (2019). Preferencia por contenidos científicos de física o de biología en Educación Primaria: un análisis clúster. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(1), 1104. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i1.1104](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1104)

Traxler, A., & Blue, J. (2020). Disability in Physics: Learning from Binary Mistakes. In *Physics Education and Gender: identity as an analytic lens* (pp. 129–152). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2_8)

Traxler, A., Cid, X. C., Blue, J., & Barthelemy, R. (2016). Enriching gender in physics education research: A binary past and a complex future. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 1–15. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020114>

UNESCO. (2017). Women in Science: fact sheet no 43. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs43-women-in-science-2017-en.pdf>

Universidade de Brasília. (2020). *Meninas na Ciência*. <https://www.meninasnacienciaunb.com.br/>

Universidade de Campinas. (2020). *Meninas SuperCientistas*. <https://www.ime.unicamp.br/meninassupercientistas/>

Universidade Federal do Rio de Janeiro. (2020). *Meninas com Ciência*. [http://www.museunacional.ufrj.br/dgp/extensao\\_meninascomciencia.html](http://www.museunacional.ufrj.br/dgp/extensao_meninascomciencia.html)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (2020). *Meninas na Ciência*. <https://www.ufrgs.br/meninasnaciencia/>

Wang, J., Hazari, Z., Cass, C., & Lock, R. (2018). Episodic memories and the longitudinal impact of high school physics on female students' physics identity. *International Journal of Science Education*, 40(13), 1543–1566. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1486522>

Whitten, B. L. (2012). (Baby) steps toward feminist physics. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 18(2), 115–134. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2012003648>

Worthen, M. G. F. (2016). Hetero-cis–normativity and the gendering of transphobia. *International Journal of Transgenderism*, 17(1), 31–57. <https://doi.org/10.1080/15532739.2016.1149538>

Zander, L., Wolter, I., Latsch, M., & Hannover, B. (2014). Qualified for teaching physics? How prospective teachers perceive teachers with a migration background – and how it's really about “him” or “her.” *International Journal of Gender, Science and Technology*, 7(2), 255–279.

**Carolina de Barros Vidor**

 <https://orcid.org/0000-0001-7951-7034>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil  
carolina.vidor@gmail.com

**Anna Danielsson**

 <https://orcid.org/0000-0002-3407-9007>

Universidade de Uppsala  
Departamento de Educação  
Uppsala, Suécia  
anna.danielsson@edu.uu.se

**Flavia Rezende**

 <https://orcid.org/0000-0002-5739-7905>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil  
flaviarezende@uol.com.br

**Fernanda Ostermann**

 <https://orcid.org/0000-0002-0594-2174>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil  
fernanda.ostermann@ufrgs.br

**Submetido em 22 de abril de 2020**

**Aceito em 18 de agosto de 2020**

**Publicado em 05 de novembro de 2020**