

STEM E QUESTÕES DE GÊNERO: Uma Revisão Sistemática

Mayara Lopes de Freitas Lima¹
Rafael Santos de Aquino²
Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão³

RESUMO

No presente estudo elaborou-se uma revisão sistemática da literatura, a partir de dados oriundos das plataformas *SciELO*, *Web of Science* e *IEEE Xplore*. Esse procedimento permitiu uma análise do cenário relacionando à abordagem STEM com multiculturalismo, em especial com relação a questões de desigualdade de gênero nas carreiras de STEM. Foram consultadas para a constituição do *corpus*, neste primeiro momento, as plataformas supracitadas. Entre os artigos selecionados (43), mais da metade (22) abordaram a temática de gênero. Nos artigos descritos ficou clara uma tendência de comportamento que induziria as mulheres ao STEM ou, o que é pior, uma crença de suposta inabilidade inata para tal. Os estudos indicaram existir uma evidente necessidade de políticas públicas voltadas para a equidade de gênero e participação de mulheres nas carreiras de STEM.

Palavras-chave: STEM, gênero, multiculturalismo.

STEM AND GENDER ISSUES: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

In the present study, a systematic review of the literature was prepared, based on data from the *SciELO*, *Web of Science*, and *IEEE Xplore* platforms. This procedure allowed for an analysis of the picture relating the STEM approach to multiculturalism, particularly with issues of gender inequality in STEM careers. The aforementioned platforms were initially consulted to create the corpus. Among the selected articles (43), more than half (22) addressed gender issues. In the articles described, a behavioral trend was clear that would lead women to become discouraged concerning their identification with STEM careers. It was observed that gender inequality in STEM areas is not an isolated fact, but is present in several countries and different realities. In all of them, this inequality converges from preconceived positions and statements that supposedly indicate women's lack of interest in STEM careers or, what is worse, a belief of the supposed innate inability to do so. The studies indicated that there is an evident need for public policies aimed at gender equity and the participation of women in STEM careers.

Keywords: STEM, gender, multiculturalism

Submetido em: 4/4/2024

Aceito em: 8/12/2024

Publicado em: 7/3/2025

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife/PE, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-0231-3513>

² Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE). Petrolina/PE, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8976-2540>

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (IFSertãoPE). Petrolina/PE, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8815-8624>

INTRODUÇÃO

STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics – Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática*) é uma abordagem de aprendizado que contribui de modo significativo para o desenvolvimento de habilidades e construção de conhecimento dos estudantes. Ela foi utilizada inicialmente nos Estados Unidos (EUA), na década de 90 do século 20. Desde a sua origem, STEM tem demonstrado ser útil na investigação e nas práticas científicas, como abordagens interdisciplinares entre as áreas circunscritas em cada sigla. Essa abordagem tem uma característica bastante relevante ao ser aplicada à construção de conhecimentos considerados essenciais para estender a discussão de problemas atuais, ligados a áreas como tecnologia e engenharia, pontos que tradicionalmente estão ausentes na perspectiva dos níveis do ensino básico (Rodrigues-Silva; Alsina, 2023).

Cumprе ressaltar que não se deve confundir o STEM como uma metodologia de ensino em si mesma. Nesse caso, seria possível pensar que a abordagem STEM seria apenas mais um nome para conceitos já consolidados na pesquisa educacional, porém não se trata disso. Embora uma atividade STEM possa ser inevitavelmente circunscrita numa metodologia de ensino específica, várias metodologias de ensino contribuem para vários empreendimentos que visam ao ensino interdisciplinar e transdisciplinar de disciplinas STEM (Rodrigues-Silva; Alsina, 2023).

Deve-se ressaltar que a aceitação do movimento STEM foi inicialmente justificada apenas pela busca de competitividade econômica, motivo este que explica sua origem nos EUA (Chesky; Wolfmeyer, 2015). *A posteriori*, esse movimento evoluiu para uma abordagem educacional centrada na interdisciplinaridade entre as áreas que constituem a sigla (Kelley; Knowles, 2016). Nessa evolução, o STEM incorporou tendências e discursos educacionais como a aprendizagem ativa e significativa, colaborativa, pensamento crítico e criatividade (Michael, 2006; Zosh *et al.*, 2018).

Desse modo, pode-se perceber que se trata de uma abordagem curricular interdisciplinar e transdisciplinar, o que resulta em uma melhor compreensão, por parte do estudante, de como as coisas funcionam e como as tecnologias podem ser aperfeiçoadas (Bybee, 2010). Por englobar temas de relevante importância econômica para a sociedade, essa aprendizagem auxilia no desenvolvimento de várias competências e habilidades associadas ao *design* dos projetos, como criatividade nas estratégias para solucionar problemas, capacidade de pensar, questionar e propor ideias inovadoras e estímulo para o trabalho em grupo, cooperando, discutindo e resolvendo conflitos em torno das propostas de solução dos problemas (Bacich; Holanda, 2020, p. 2).

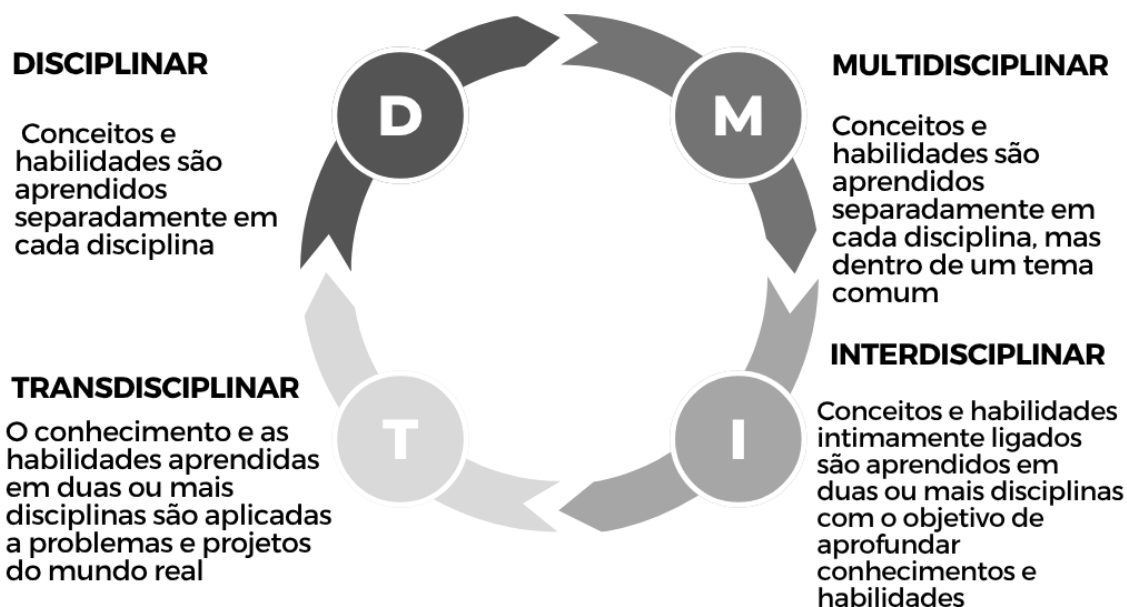
Os currículos geralmente são planejados a partir de disciplinas isoladas. Nesse modelo, um primeiro avanço seria uma abordagem multidisciplinar. A multidisciplinaridade tem a ver com a contribuição que cada uma de várias disciplinas pode dar separadamente para que se compreenda determinado tema ou problema. Conforme Iribarry (2003, p. 484), “sua descrição geral evoca uma gama de disciplinas propostas simultaneamente, mas sem fazer aparecer diretamente as relações que podem existir entre elas”. Segundo D’Ambrósio (2020, p. 7), entretanto, “o enfoque multidisciplinar foi incapaz de explicar e de lidar com o crescente reconhecimento da complexidade dos fenômenos naturais e sociais”.

Diante desse problema, surge então a interdisciplinaridade, na qual, de acordo com D'Ambrósio (2020, p. 7), “não apenas se transferem e se combinam resultados de algumas disciplinas, mas também se combinam métodos de várias disciplinas e, consequentemente, se identificam novos objetos de estudo”. Conforme o conceito de interdisciplinaridade, esta trata-se, então, de desenvolver um tema relacionado a uma disciplina, assumindo a perspectiva de outra. Nesse sentido, a interdisciplinaridade integra as disciplinas para que haja diálogo por meio delas e de seus espaços ou interseções.

Já numa abordagem transdisciplinar ocorre uma síntese do conhecimento, de modo a que este possa ser compreendido de modo integral. A transdisciplinaridade, como o prefixo “trans” indica, de acordo com Nicolescu e Ertas (2008), diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento. As principais características da transdisciplinaridade estão associadas à cooperação, transformação, integração, inovação e igualdade.

Pode-se sintetizar os níveis crescentes de integração em relação às abordagens supracitadas numa representação lúdica (Figura 1). Note-se que se trata de três conceitos progressivos, que representam estágios de integração das disciplinas, com a transdisciplinaridade sendo a abordagem considerada mais avançada.

Figura 1 – Níveis crescentes de integração



Fonte: Adaptado de Vasquez, Sneider e Comer (2013).

Enquanto, na interdisciplinaridade, as fronteiras disciplinares são momentaneamente cruzadas para destacar suas interseções, na transdisciplinaridade busca-se transcender as fronteiras das disciplinas, ao mesmo tempo que considera um todo holístico que abordaria melhor questões complexas (Rodrigues-Silva; Alsina, 2023).

Florentino e Rodrigues (2015) e Pearson (2017) concordam que a interdisciplinaridade estimula a reflexão dos estudantes sobre as experiências para construir consciência sobre as disciplinas, fortalecer o conhecimento disciplinar e explorar sua intersecção.

Cumprir destacar, entretanto que, embora a transdisciplinaridade possa resultar em aprendizagem a partir de experiências, a interdisciplinaridade também explora essas experiências, só que numa abordagem explícita de cada disciplina envolvida. Consequentemente, argumenta-se que a interdisciplinaridade também é um aspecto central do STEM (Rodrigues-Silva; Alsina, 2023).

Há diversos estudos que podem servir de exemplo para se ilustrar o trabalho inter e transdisciplinar, principalmente na atuação de áreas específicas do conhecimento. No que se refere a trabalhos envolvendo STEM e transdisciplinaridade, é importante citar a revisão crítica feita por Takeuchi *et al.* (2020) e o trabalho de Sengupta; Shanahan e Kim (2019).

Em termos de interdisciplinaridade, pode-se levar em conta os trabalhos de Santana *et al.* (2020) e de Santana, Silva e Lima (2021). No trabalho de Santana *et al.* (2020), por exemplo, mostrou-se que a utilização de atividades de aprendizagem profunda na fase educacional é bastante relevante para o envolvimento dos alunos (positivo ou negativo) nas carreiras de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Os autores acrescentam que o contato físico com *hardware*, o contato visual e interativo com *software* e o contato com algoritmos são práticas nas quais os alunos observam que a complexidade do comando pode resultar em automação engenhosa e realização de tarefas (teorema da aproximação universal e/ou inferência probabilística).

Além disso, Santana *et al.* (2020) investigaram junto a alunos do ensino médio em diálogo com os professores de várias disciplinas (Biologia, Química, Física, Matemática, Geografia, entre outras) como responder a uma questão motivadora. Percebeu-se que os alunos se envolveram mais com questões práticas e tecnológicas (mecanismos e *hardware*) do que em cenário (novo contexto) ou pela avaliação e discussão do propósito. Os dados coletados indicaram que os estudantes notadamente tinham preferência por um dos estágios de *Deep Learning* em relação aos outros, o que determinou o seu envolvimento, motivando-os para cursos de Graduação relacionados a carreiras STEM (Santana *et al.*, 2020, p. 5).

Em outro trabalho, Santana, Silva e Lima (2021), num projeto interdisciplinar e inovador que envolveu uma escola inteira, teve como questão motivadora: Como podemos medir a Pegada Hídrica em escolas? O objetivo foi aplicar um Projeto Arduino para medição de vazão de água na escola. A proposta destinada a reduzir a Pegada Hídrica envolveu Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs). O trabalho atingiu seu objetivo, pois conseguiu aplicar um Projeto Arduino na escola envolvendo o diálogo entre os professores de diversas disciplinas (Biologia, Física, Matemática, entre outras) para avaliar a Pegada Hídrica *per capita*. Este projeto conseguiu reduzir a Pegada Hídrica em relação às escolas que não realizaram essa ação. Utilizou-se uma nova maneira de usar objetos educativos, elaborando estratégias para reduzir o consumo de água em alguns ambientes escolares. Nesse trabalho, percebeu-se que unir STEM e ODSs se mostrou uma alternativa de sucesso nos processos de aprendizagem, valorizando a questão ambiental, ao mesmo tempo que promoveu o engajamento em práticas interdisciplinares.

Deve-se salientar que o objetivo principal da educação STEM não é apenas formar cientistas, matemáticos e engenheiros, mas, além disso, inspirar a aprendizagem, ajudar os alunos a reconhecer a interligação do conhecimento, compreender o impacto das STEM no mundo e no futuro da sociedade e aplicar o conhecimento para abordar problemas reais, desafios locais e mundiais, bem como criar produtos inovadores. Além disso, a educação STEM enfatiza o cultivo de habilidades interpessoais que são essenciais para o sucesso futuro na carreira, como colaboração, trabalho em equipe, resolução de problemas, pensamento criativo e pensamento crítico (Sanders, 2011; Kelley; Knowles, 2016; Bacich; Holanda, 2020).

Ademais, percebe-se que determinadas metodologias de ensino endossam o STEM em ambientes de aprendizagem. Apenas citando algumas, tem-se, por exemplo, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr) e a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Além da utilização de metodologias ativas, há outros princípios que são fundamentais na metodologia STEM (Bacich; Holanda, 2020; Pugliese, 2020; Lu; Lo; Syu, 2022), conforme sintetizado na Figura 2.

Figura 2 – Princípios Fundamentais da Metodologia STEM



Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

Conforme a literatura tem apresentado, experiências de utilização de STEM têm alcançado resultados bem-sucedidos não apenas na construção e integração de conhecimentos, mas também no desenvolvimento de letramento básico dos alunos, em alfabetização científica e, algo bastante importante, no fomento ao incremento da equidade de gênero (Costa-Lizama *et al.*, 2022; Silva-Hormazábal; Rodrigues-Silva; Alsina, 2022; Stephenson; Fleer; Fragkiadaki, 2022).

A abordagem STEM pode também ser aprimorada incluindo-se a dimensão da diferença de gênero e importância da inclusão feminina nesta área. Nessa junção, cria-se

uma abordagem que abrange uma ampla variedade de disciplinas e de conhecimentos, influenciados pela discussão de uma construção sociocultural, repensando relações de poder assimétricas, de subordinação e exclusão (Moreira; Candau, 2013, p. 17).

Expondo de forma sucinta, pode-se afirmar que a relação entre STEM e questões de gênero é crucial para o avanço da tecnologia e da ciência de forma inclusiva, levando em consideração a diversidade e as diferentes perspectivas que podem levar a múltiplas soluções de problemas que afetam comunidades em todo o mundo.

Ademais, quando se trata de inclusão, não se pode olvidar da importância de se reconhecer o talento de meninas e mulheres nas áreas relacionadas à STEM. Pensando nisto, o presente estudo tem como meta elaborar uma revisão sistemática da literatura, a partir de dados, oriundos das plataformas *SciELO*, *Web of Science* e *IEEE Xplore*, para proceder a uma análise do cenário recente que relaciona a abordagem STEM e a desigualdade de gênero.

STEM E GÊNERO

A essência do STEM corresponde a uma integração dos currículos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, aproximando-os dos problemas da vida real. Desse modo, espera-se como resultado um maior incentivo e engajamento dos estudantes, consequentemente levando-os a seguir as carreiras associadas às áreas STEM (Breiner *et al.*, 2012).

O investimento em políticas de STEM ganhou impulso quando, em 2013, a assessoria da Casa Branca lançou o documento Plano Estratégico de cinco anos para Educação STEM. Neste documento, segundo Oliveira, Unbehau e Gava (2019, p. 135), há uma associação entre a “importância do investimento dessa modalidade educacional, em consideração a um aumento da demanda por profissionais com habilidades e competências nas áreas STEM, seja para empregos dentro ou fora dos campos das Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemáticas”. Entre as demandas essenciais, o relatório norte-americano reforçava a necessidade urgente de concentrar esforços na educação básica e superior, elegendo cinco áreas prioritárias de investimentos federais: formação de professoras nas áreas STEM; estímulo para que jovens acessem as disciplinas STEM durante a educação básica; acesso a cursos de Graduação nas áreas STEM e ampliação do número de estudantes pertencentes a grupos sub-representados nos cursos de Graduação nas áreas STEM. Nesse aspecto, as mulheres são incluídas como um dos grupos mais sub-representados nessas áreas, apesar de constituir metade da população.

[...] As mulheres norte-americanas ocupam somente 25% dos empregos nas áreas STEM, ganhando salários cerca de 33% maiores do que mulheres que trabalham em outras áreas. Disparidade salarial de gênero entre homens e mulheres é menor nas profissões STEM do que em outras carreiras. No entanto, menos mulheres se formam em carreiras STEM no ensino superior, especialmente em engenharia. Outro dado importante é que as mulheres formadas em carreiras STEM têm menor probabilidade de atuar em suas áreas do que os homens; muitas delas, a exemplo do Brasil, acabam trabalhando na educação ou saúde (Oliveira; Unbehau; Gava, 2019, p. 135-136).

Esta visão de que a valorização da igualdade de gênero nas carreiras de STEM está atrelada ao desenvolvimento econômico e social deveria impulsionar ações no sentido de estimular meninas e mulheres a seguir suas aptidões nas áreas ligadas a STEM, além de propiciar políticas públicas para que elas concluam sua formação profissional e possam ocupar as posições no mercado de trabalho sem sofrerem discriminações ou intolerâncias.

Cumprе destacar que a discriminação está estruturalmente enraizada na forma de se conceber a Ciência e o cientista através de um viés predominantemente masculino. Trata-se de um contexto cultural que reproduz um construto social de que a imagem da Ciência é

feita por poucos, sendo esses poucos gênios detentores de todo saber, munidos de uma inteligência incomum e extraordinária, geralmente representados pelo gênero masculino, de jaleco e utilizando diversos equipamentos de laboratório, representando uma ciência restrita e estereotipada, tanto com relação a o que é fazer ciência, quanto a quem são os sujeitos que fazem ciência. Assim, mesmo com os avanços referentes à crítica e à sinalização da participação e das contribuições das mulheres na ciência, as mesmas ainda são invisibilizadas do contexto científico (Walczak; Silva, 2024, p. 4).

No intuito de tentar remover obstáculos estruturais responsáveis pela sub-representação feminina em carreiras ligadas a STEM, uma rede de pesquisadores de 16 países está mapeando a desigualdade de gênero no ambiente científico e compartilhando estratégias para enfrentar o problema e mitigar seus efeitos (Marques; Ferrão, 2024, p. 29). Trata-se do projeto Gender STI, iniciado em 2020, sob coordenação de um grupo da Universidade Politécnica de Madri, Espanha. Dos resultados dessa iniciativa originou-se o Observatório Europeu de Gênero em Ciência, Tecnologia e Inovação. Organismo semelhante deve ser inaugurado em breve no Brasil, apoiado pela Coordenação de Programa Para Assuntos Relacionados à Equidade, Diversidade e Inclusão (EDI) e assessorado pela Fapesp (Marques; Ferrão, 2024, p. 31).

De um modo geral, pode-se afirmar que o multiculturalismo permite trazer novas ideias e soluções para problemas técnicos e científicos, gerando, desse modo, a possibilidade de reconhecer a diversidade de saberes e promover na sociedade uma relação de respeito no que respeita a elas. No caso das questões de gênero, o multiculturalismo nos lembra que não se pode segregar uma parcela significativa da sociedade. Alicerçando a relação entre STEM e gênero promove-se uma perspectiva de avanço nas políticas públicas de equidade, inclusão e melhoria da qualidade, buscando formação de profissionais e avanço tecnológico, o que, ao final, resulta em desenvolvimento social e econômico.

METODOLOGIA

Na presente pesquisa segue-se o protocolo descrito por Moher, Stewart e Shekelle (2015), no qual são apresentadas as definições fundamentais para o desenvolvimento de uma revisão sistemática da literatura, ou revisão de escopo (*scoping review*). Conforme esse protocolo, nesse tipo de pesquisa não há necessidade de se responder

com profundidade a uma questão específica, mas trazer uma visão ampla do objeto de estudo de uma determinada área (Nascimento; Rodrigues; de Andrade, 2021, p. 53).

Definindo a Questão de Pesquisa

Para a revisão sistemática a questão específica a ser investigada aqui é uma forma de compreender como as políticas públicas de incentivo à abordagem STEM estão sendo associadas ao multiculturalismo, em especial com relação à desigualdade de gênero nas carreiras de STEM. No contexto da multiculturalismo, abordagens adequadas direcionam o respeito à diversidade e valorizam os saberes histórico-socialmente construídos pelas múltiplas culturas.

Busca e Seleção dos Estudos

Com vistas a responder à questão de pesquisa apresentada, foram consultadas para a constituição do *corpus*, neste primeiro momento, as plataformas SciELO, *Web of Science* e *IEEE Xplore*. Nessas bibliotecas digitais foram aplicadas as palavras-chave que melhor remetiam para as questões norteadoras do mapeamento sistemático dessa pesquisa, resultando nas *strings* de busca: STEM+ MULTICULTURALISMO.

Como incluir e excluir artigos

Para o resultado inicial foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos pelo autor segundo as ideias de Dermeval; Coelho; Bittencourt (2020). Se um artigo se encaixou em algum critério de exclusão, ele foi excluído, reduzindo o número total de trabalhos a serem analisados posteriormente com detalhes; enquanto artigos que se enquadraram em todos os critérios de inclusão foram submetidos à análise final (Nascimento; Rodrigues; De Andrade, 2021). A seguir a tabela contendo os critérios utilizados.

Tabela 1 – Critérios de Exclusão e Inclusão

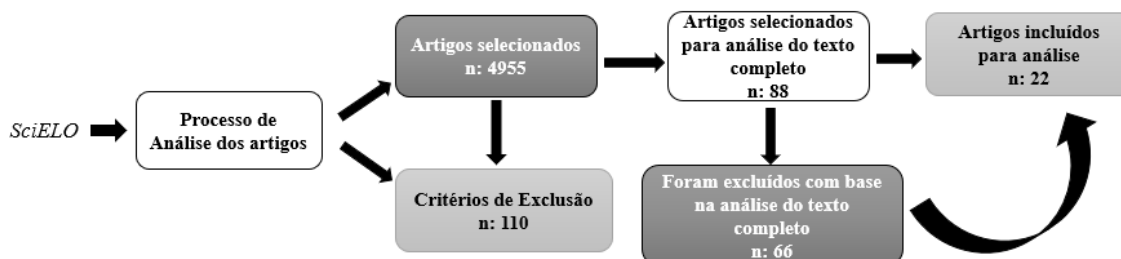
Critérios de Exclusão	Critérios de Inclusão
CE1 – Artigos anteriores a 2014	CI1 – Artigos que no resumo tragam referências a <i>STEM e Multiculturalismo</i>
CE2 – Trabalhos duplicados	CI2 – Artigos de fontes primárias
CE3 – Trabalhos de difícil acesso	CI3 – Artigos que sejam considerados relevantes

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Com os critérios de busca definidos, para a busca *STEM Education* foram localizados, inicialmente, 4.955 artigos na plataforma *SciELO*. Considerando o critério de exclusão CE01, esse número foi reduzido para 110 trabalhos (fluxograma da Figura 3). Em seguida foram aplicados os critérios de inclusão descritos na Tabela 1, conforme o protocolo de Moher, Stewart e Shekelle (2015), os quais definem em suas considerações metodológicas sobre as aplicações de critérios de exclusão em mapeamentos sistemáticos que para excluir um artigo basta que este se enquadre em um dos critérios de exclusão definidos pelo pesquisador, enquanto para a inclusão de um artigo no grupo

que será submetido à análise final devem ser satisfeitos todos os critérios definidos (Nascimento; Rodrigues; de Andrade, 2021, p. 54). Usando os critérios de inclusão, na plataforma *SciELO*, o número de trabalhos resultantes foi de 22 publicações para análise do texto completo.

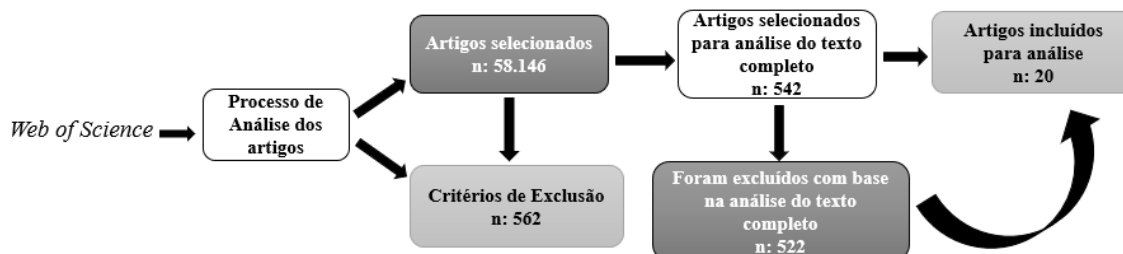
Figura 3 – Fluxograma da revisão sistemática da base de dados *SciELO*



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Com relação à busca na plataforma de periódicos *Web of Science*, utilizando os critérios de busca definidos, para *STEM Education* foram localizados, inicialmente, 58.146 artigos revisados por pares. Considerando o critério de exclusão CE01, esse número foi reduzido para 562 trabalhos (fluxograma da Figura 4). Em seguida foram aplicados os critérios de inclusão descritos na Tabela 1. Nessa plataforma o número de trabalhos resultantes foi de 20 publicações para análise do texto completo.

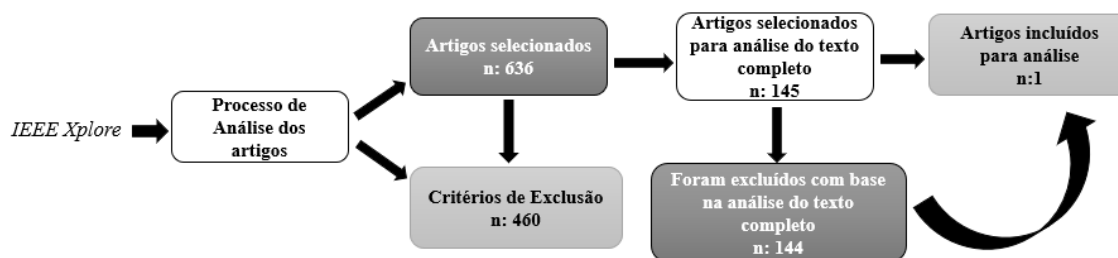
Figura 4 – Fluxograma da Revisão Sistemática da Base de Dados *Web of Science*



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na plataforma de periódicos *IEEE Xplore*, utilizando os critérios de busca definidos, para *STEM Education* foram localizados, inicialmente, 636 artigos revisados por pares. Considerando o critério de exclusão CE01, esse número foi reduzido para 460 trabalhos, destacando-se que, destes, apenas 145 eram de acesso aberto (fluxograma da Figura 5). Em seguida foram aplicados os critérios de inclusão descritos na Tabela 1. Nessa plataforma, o número de trabalhos resultantes foi de apenas 1 publicação para análise do texto completo.

Figura 5 - Fluxograma da revisão sistemática da base de dados *IEEE Explore*



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Pode-se notar que, entre as publicações selecionadas, houve um destaque especial para o *International Journal of STEM Education*, que publicou 16 dos 20 artigos apresentados na plataforma *Web of Science*.

Finalmente, após a seleção de 43 artigos relacionados a STEM e multiculturalismo, restringimos nossa análise aos 22 artigos, entre os selecionados, que abordaram a temática de gênero.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os artigos analisados revelaram que ainda existe uma evidente necessidade de políticas de incentivo à participação de mulheres nas carreiras de STEM. Isto porque foi possível notar que aspectos ligados a preconceitos e narrativas históricas contribuíram para criar um ambiente no qual supostamente as mulheres não teriam interesse nessas áreas, o que, de acordo com pesquisas recentes, mostrou-se ser uma grande falácia.

Liu, Lou e Shih (2014), por exemplo, em seu artigo, mostraram a necessidade de incentivar as estudantes do ensino médio a seguirem as carreiras de STEM. O trabalho deles sugere que a integração da aprendizagem baseada em projetos STEM nos currículos de várias escolas e a apresentação de casos de sucesso femininos nessas áreas tendem a estimular as alunas a seguir estas carreiras. Mulheres vitoriosas nas Ciências servem de exemplo para as jovens estudantes, favorecendo seu empoderamento.

Nessa mesma linha, Christie *et al.* (2017) questionam a sub-representação de mulheres nas carreiras de STEM em nível superior. Apesar de ser um estudo de caso regional, os autores esclarecem que nos países que fazem parte da Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) tem sido desenvolvida uma política de concessão de bolsas direcionadas ao público feminino nas áreas de STEM como uma medida para diminuir a desigualdade de gênero nessas carreiras. Eles concluem seu estudo argumentando que o recrutamento bem-sucedido, a retenção e o eventual sucesso das alunas nos cursos STEM dependem muito do tipo de trajetórias e apoio oferecidos durante a escolaridade e na transição para a universidade, especialmente para as jovens estudantes. Esse apoio não é apenas uma chave para o sucesso individual, mas também uma importante estratégia a ser adotada por razões econômicas e sociais (Christie *et al.*, 2017, p. 8).

Fernandes e Cardim (2018), atendo-se à realidade portuguesa, questionam a forma tradicional de ensinar Ciências e a imagem androcêntrica que os docentes possuem, associando geralmente as profissões a estereótipos de gênero. Segundo

as autoras, essa abordagem contribui para o suposto desinteresse das alunas pela área de STEM. Como resultado da pesquisa, as autoras apontam que a maioria dos docentes demonstra ter falta de formação na área de STEM e apresenta concepções/crenças androcêntricas acerca dessas questões, de modo que “podem influenciar as escolhas de muitas alunas por carreiras científicas e tecnológicas, uma vez que as suas experiências escolares estão fortemente associadas a estereótipos de gênero e socio-culturais vivenciados em contexto de sala de aula” (Fernandes, Cardim, 2018, p. 17), sendo, portanto, “necessário que a sua formação abarque a compreensão destes temas, permitindo-lhes desenvolver um sentido crítico sobre as suas próprias estereotipias e poderem também eles desmistificar e desconstruir estereótipos de gênero” (2018, p. 16-17).

Oliveira, Unbehau e Gava (2019) indicam que a constatação de carência de profissionais na área de STEM levou o governo norte-americano a elaborar políticas específicas e investir em projetos visando a despertar o interesse dos estudantes por essas áreas. Para tal, visou-se também a uma “estratégia política que se situa no limiar entre uma educação focada na equidade (ou que reconhece desigualdades) e os interesses do mercado de trabalho” (2019, p. 153). As autoras acrescentam que, uma vez reconhecida a existência da sub-representação das mulheres e de minorias étnico-raciais nas áreas STEM, os esforços do governo norte-americano também foram direcionados para promover a inclusão desses grupos populacionais, mirando a ocupação dos postos de trabalho nas áreas de STEM.

Na pesquisa desenvolvida, Oliveira, Unbehau e Gava (2019, p. 154) constataram um impacto positivo dessas medidas. O interesse das meninas por disciplinas e carreiras de STEM aumentou, porém são necessárias investigações acerca do ingresso dessas jovens estudantes no ensino superior e sua consequente permanência, o que, sendo positivo, levaria a resultados mais robustos de diminuição da desigualdade de gênero.

As autoras esclarecem, nessa linha de raciocínio, que “a superação das desigualdades de gênero no campo profissional e científico, visando à equidade, não pode se limitar somente ao acesso aos cursos de formação e de profissionalização” (2019, p. 155). Em verdade, seria preciso uma participação das mulheres “em todas as instâncias da vida social, econômica e política, incluindo a produção e o desenvolvimento científico tecnológico” (p. 155).

Salinas, Lay Lisboa e Romaní (2020) discutiram a existência de preconceitos de gênero nas interações docentes nas denominadas carreiras mineiras (Engenharia de Minas e Metalúrgica). As autoras realizaram um estudo etnográfico, o qual demonstrou que, nas interações entre professoras e alunas, os estereótipos de gênero operam de forma interacional, multinível (dimensões culturais, socioinstitucionais, interpessoais e pessoais) e com diferentes intensidades:

Professores com experiência em mineração utilizam metodologias ativas e promovem um clima de aprendizagem mais dinâmico. Contudo, essa expertise de trabalho, muito valorizada na formação, provoca ambivalência nas mulheres: entre posso e não posso, poderei ou não, dada a distância e a quão remota é percebida a figura do professor homem.

Pelo contrário, os professores com menos experiência profissional na indústria não têm estratégias suficientes para gerir a presença das mulheres na sala de aula. Observa-se que predomina a timidez no professor, e o silêncio e a não participação nos alunos, distanciando a interação educativa.

Um fator relevante é que nestas carreiras tradicionalmente dominadas pelos homens não existem estratégias que permitam nivelar as competências de entrada das mulheres, de forma a evitar as dificuldades que o currículo gera por este motivo. Desta forma, na formação técnica, espera-se que ingressem na carreira sabendo dirigir veículos, porém a realidade é outra, o que repetidamente produz frustração e clara desvantagem nas aulas práticas em relação aos seus pares (Salinas; Lay Lisboa; Romaní, 2020, p. 246).

Os estereótipos são contraditórios e podem se expressar de forma aberta ou oculta, podendo ser grosseiros e sutis ao mesmo tempo na relação entre professores e alunas: enquanto, por um lado, existem professores que exibem uma atitude indiferente diante da presença feminina em sala de aula, há outros mais propensos a incluí-las, embora com nuances, durante o desenvolvimento das aulas. Segundo as autoras, contudo, predomina a hegemonia masculina, na qual o controle e a autoridade são os protagonistas na prática docente (2020, p. 245). Desse modo, os estereótipos fundamentam as culturas acadêmicas dominadas pelos homens e, embora sua visibilidade seja complexa, é uma contribuição para a análise de outras disciplinas STEM nas quais as mulheres são, aliás, altamente segregadas (2020, p. 248-249).

As autoras argumentam que as mulheres tendem a assumir que são responsáveis quando não compreendem algum conteúdo, ou se deparam com uma prática difícil, como dirigir máquinas pesadas

Salinas, Lay Lisboa e Romaní (2020, p. 247) concluem que a responsabilidade que os professores têm como construtores do aprendizado exige que eles estejam preparados para desenvolver competências sobre a gestão emocional da sala de aula e, assim, melhorar a aprendizagem de mulheres e homens em pé de igualdade. Além disso, deve-se abordar os preconceitos de gênero como um problema nas comunidades acadêmicas, o qual deve ser analisado principalmente em ambientes nos quais existe a predominância masculina.

Uamusse, Cossa e Kouleshova (2020) investigaram, no recorte histórico de 2013 a 2017, as principais causas das diferenças de gênero nos cursos superiores na área de STEM em Moçambique. Elas concluíram que, mesmo havendo avanços no ingresso de mulheres no ensino superior moçambicano, as estatísticas indicam que ainda há uma fraca participação destas quando os números se referem às áreas de STEM. As autoras acreditam que isso ocorre devido ao fato de que existe uma barreira intrinsecamente associada à persistência de questões culturais em relação ao papel de mulheres na sociedade, ao abandono das escolas devido a casamentos prematuros e forçados, à falta de condições para aquisição de livros, de uniforme escolar e artigos de higiene pessoal feminina, bem como à questão de classe, em que as mais pobres possuem menos oportunidades, exacerbam a desigualdade de gênero entre homens e mulheres. A participação integral da mulher no desenvolvimento da sociedade passa necessariamente pela igualdade de oportunidades para mulheres e homens no acesso ao conhecimento científico no geral e em estudos e exercício profissional na área de STEM (Uamusse; Cossa; Kouleshova, 2020, p. 7).

As autoras propõem a adoção de políticas de intervenção visando a despertar o interesse pela pesquisa, desenvolver a curiosidade e criatividade, desmistificar os estereótipos e estimular a participação de raparigas e mulheres na educação e carreiras em STEM, reduzindo as disparidades de gênero (2020, p. 7).

Hernandez Herrera (2021, p. 1) investigou as percepções de mulheres atuantes nas áreas de STEM “com alto desempenho acadêmico (no ensino superior) em relação às motivações que as levaram a escolher essas carreiras, suas crenças sobre a maior presença masculina nessas áreas e seus sentimentos sobre possíveis atos de discriminação”. A autora concluiu que ainda existe a necessidade das instituições de ensino superior de eliminar os ambientes hostis que são constatados em relação ao gênero feminino. Nessa pretensão, entre outras ações, é necessário aumentar o número de professoras, trabalhar em um programa de bolsas voltado para estudantes de estratos socioeconômicos baixos e promover parcerias nos setores produtivos para que as estudantes conheçam os ambientes de trabalho relacionados à sua carreira (Hernandez Herrera, 2020, p. 28).

Além disso, a autora chama a atenção para o fato de que é fundamental haver programas voltados para levantar a autoestima das alunas, aumentando, assim, a sua motivação e confiança, posto que algumas dessas alunas vêm de famílias com estereótipos tradicionais nos quais são semeadas ideias de que elas não seriam altamente talentosas, especialmente para as carreiras de STEM, ou, o que é igualmente execrável, que elas deveriam se preparar apenas para cuidar do lar.

Silva *et al.* (2022) apresentaram uma revisão sistemática sobre os problemas sofridos por universitárias de cursos de Ciência da Computação, com o objetivo de examinar os motivos que levam à evasão de meninas desse curso. Entre outros problemas, os autores identificaram falta de referências (sub-representação, isolamento, distanciamento), estereótipo (baixa autoestima, julgamento de terceiros, medo da reação), autopercepção (crença de má habilidade, baixa autoconfiança, baixo senso de eficácia, etc.), crimes e depreciação (machismo, sexismo, assédio sexual, etc.). Na pesquisa também foram abordadas iniciativas que vêm sendo aplicadas para minimizar o abandono dos cursos pelas alunas de Graduação em Ciência da Computação.

Considerando que, no Chile, assim como em diversos outros países, existe uma quantidade bem menor de mulheres em relação a homens estudando carreiras de STEM, Costa-Lizama *et al.* (2022) buscaram, em sua pesquisa, propor soluções para contribuir para uma abordagem que levasse à igualdade de gênero. A motivação para o trabalho foi a necessidade de políticas públicas capazes de encorajar mais mulheres a cursar programas relacionados às carreiras nas áreas de STEM e de aumentar a taxa de retenção dessas estudantes no ensino superior. A iniciativa da pesquisa possibilitou a participação de diversos atores da sociedade, como Academia, indústria e Estado, que deram vida a um espaço de colaboração e reflexão sobre a desigualdade de gênero em STEM. Foi possível também obter a visão dos cidadãos sobre as principais dificuldades e aflições que as mulheres enfrentam desde a infância até a idade adulta na área STEM (Costa-Lizama *et al.*, 2022, p. 9).

Reznik e Massarani (2022) mapearam os projetos contemplados nas chamadas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agência

brasileira de fomento a pesquisas, para o programa Meninas nas Ciências Exatas, Engenharias e Computação, de 2013 e de 2018, e buscaram compreender, por meio de entrevistas com cinco coordenadoras, suas percepções sobre a importância dos projetos. Elas identificaram a capilaridade no país e o aumento da liderança feminina nos projetos contemplados em 2018. As autoras apontaram que as chamadas do CNPq Meninas nas Ciências Exatas, Engenharias e Computação foram marcos importantes de políticas afirmativas para promoção da equidade de gênero no Brasil e para fomentar a criação e continuidade de projetos voltados para estimular o interesse de meninas nas ciências.

[..] Apontamos para a importância da criação de redes, a fim de realizar encontros de âmbito estadual que reúnam pesquisadoras e demais pessoas envolvidas em projetos para meninas em STEM para troca de experiências com base em um contexto de diversidade de abordagens, criação de repositório de materiais produzidos que possam ser compartilhados e replicados, mapeamento dos principais desafios encontrados, fortalecimento de iniciativas na temática e possibilidades de ampliação das políticas de financiamento e continuidade de projetos” (Reznik; Masarani, 2022, p. 13, 15).

Um outro trabalho significativo foi apresentado por Iwamoto (2022), que pesquisou as publicações no Diário Oficial da União – *DOU* – (*instrumento de publicação de notícias da gestão pública da República Federativa do Brasil mantido pela Imprensa Nacional*), de forma a verificar se as diretrizes nacionais e internacionais estão sendo levadas a cabo na instituição de políticas públicas, ou seja, se há equidade de gênero nas carreiras de STEM e se a remuneração de homens e mulheres também atende a esse requisito. A autora concluiu que há raras políticas públicas de inclusão de mulheres nas STEM em âmbito federal no Brasil. Ela afirma ainda que este panorama não permite que se espere “uma previsão de baixo desenvolvimento nos próximos anos no Brasil, pois a inclusão de todos nas STEM, principalmente as mulheres, grupo tradicionalmente excluído, gera desenvolvimento econômico e social em âmbito nacional” (Iwamoto, 2022, p. 13).

Neste ponto, deve-se destacar que, conforme Pereira e Monteiro (2015, p. 139), “as diferenças de gênero na avaliação da aprendizagem ainda persistem, embora pesquisas tendam a discutir e elencar os estereótipos de gênero presentes em tais avaliações”.

Rainey *et al.* (2018) evidenciaram em sua pesquisa, abrangendo gênero e raça, que os homens brancos eram mais propensos a relatar um sentimento de pertencimento, enquanto as mulheres negras eram as menos propensas a tal. Além disso, concluíram que a representação dentro das subdisciplinas de STEM (Biologia *versus* Ciências Físicas) afeta o sentimento de pertencimento para as mulheres. Quatro fatores-chave foram encontrados para contribuir para o sentimento de pertencimento de todos os estudantes entrevistados: relacionamentos interpessoais, competência percebida, interesse pessoal e identidade científica. Essas descobertas destacam características estruturais e culturais das universidades, bem como currículos e pedagogia STEM, que continuam a privilegiar os homens brancos (Rainey *et al.*, 2018, p. 13).

Em um outro trabalho do mesmo grupo de pesquisa, Rainey *et al.* (2019), analisando a percepção de mulheres brancas e negras acerca da postura dos professores, descobriram que as mulheres brancas tinham uma percepção de que seus professores da área de STEM se preocupavam mais com elas e com seu aprendizado, enquanto as mulheres negras relataram perceber um menor cuidado neste quesito com relação a elas. Por outro lado, os homens, independentemente da raça, relataram percepções semelhantes sobre o cuidado do professor.

Na conclusão da pesquisa, Rainey *et al.* (2019) relataram que os ambientes de ensino que utilizam metodologias ativas podem impactar positivamente no sentimento de pertencimento dos alunos e o desejo de continuar em STEM e que esse impacto pode ser maior para alunos sub-representados, como no caso de mulheres, especialmente negras.

Em um estudo de Pelch (2018), na mesma edição da revista do artigo de Rainey *et al.* (2018), foi realizada uma investigação que forneceu um modelo de como a ansiedade do estudante está relacionada à diferença de gênero em um quadro mais amplo de emoções acadêmicas. Sua pesquisa sobre as emoções acadêmicas e suas implicações no sucesso dos alunos influencia em situações que poderiam contribuir para reduzir as diferenças de gênero em carreiras de STEM.

Os estudos de Pelch indicaram que estudantes do sexo feminino podem ser mais suscetíveis a questões de ansiedade e ficarem presas em um ciclo autodepreciação. O modelo proposto no estudo sugere que equipar as alunas com as ferramentas necessárias para regular sua própria aprendizagem pode facilitar reações emocionais mais positivas à experiência acadêmica, evitando assim que as alunas entrem em um ciclo de autodepreciação (Pelch, 2018, p. 13).

Manly, Wells e Kommers (2018) argumentam que as suposições e interpretações relacionadas aos conceitos de STEM contribuem para gerar conflitos com relação a sub-representações, em especial quando se trata de questões de gênero. Segundo as autoras, isso tem levado, na pior das hipóteses, a implicações enganosas sobre uma suposta equidade de gênero. Com base neste cenário, as autoras propõem descrever como diferentes definições na área de STEM podem levar a diferentes resultados e conclusões potencialmente inconsistentes, e oferecer recomendações para abordar esta questão (2018, p. 2).

As autoras perceberam que, na universidade, por exemplo, menos mulheres foram encontradas nas carreiras de Engenharia, embora em outras áreas de STEM estas possuíam uma representação mais igualitária, fazendo com que, no contexto geral, aparentasse não haver discrepância em termos de gênero. As autoras alegam ainda que, mesmo estudos rigorosos quanto à sub-representação de gênero seriam mais fortalecidos caso se verificasse com mais sensibilidade as definições de STEM. Por fim, elas sugerem um esforço para encontrar categorizações comuns de STEM que apresentem uma variação legítima em como STEM pode e deve ser definido, visando a oferecer uma comparação mais consistente (Manly; Wells; Kommers, 2018, p. 4). Diante disto, elas propõem que os pesquisadores da educação STEM descrevam explicitamente sua definição de STEM para permitir a comparabilidade de descobertas e analisar definições de STEM alternativas (2018, p. 4).

Clark *et al.* (2021) argumentam que a falta de diversidade nas áreas de STEM nos EUA ameaça a inovação. A desvalorização das mulheres nessas áreas no ambiente acadêmico e as sub-representações criam um ambiente frio e hostil. Nessa pesquisa, com estudantes de Doutorado em disciplinas STEM, os autores demonstraram que as crenças dos alunos de que seus colegas STEM acreditam que a inteligência é uma característica fixa (isto é, não maleável) prejudica o envolvimento das mulheres em STEM. Especificamente, perceber um ambiente de habilidades fixas prevê maiores percepções de sexismo, que corroem a autoeficácia e o senso de pertencimento das mulheres e as levam a considerar abandonar sua carreira STEM. Essas descobertas indicam um caminho potencial pelo qual as mulheres abandonam suas carreiras nos campos de STEM, perpetuando as disparidades de gênero nessas áreas.

Dancy *et al.* (2020) argumentam que a literatura científica documentou que as experiências em cursos nas áreas de STEM para mulheres e estudantes pretas e pardas são diferentes das experiências de homens brancos. Como parte de um estudo de entrevista maior, 183 universitários de diversos gêneros e origens raciais foram questionados sobre se a experiência em STEM era diferente para pessoas de distintas raças e gêneros. As autoras usaram uma estrutura de “ciência como propriedade branca”, derivada da teoria crítica da raça, para enquadrar este estudo e os resultados.

Como resultado da pesquisa verificou-se que os homens brancos desconheciam em grande parte qualquer impacto de raça ou gênero. Em contraste, as mulheres pretas e pardas relatam de forma esmagadora, consistente com os resultados de um grande corpo de pesquisas anteriores, que tanto a raça quanto o gênero impactam suas experiências como graduadas em STEM. Os alunos que reconheceram os impactos de raça e gênero nem sempre atribuíram esses impactos a fatores culturais ou sistêmicos (ou seja, na opinião deles, algumas mulheres relatadas estariam sub-representadas porque supostamente estariam menos interessadas em STEM do que por um motivo estrutural). Os impactos identificados que foram atribuíveis a fatores sistêmicos incluíram impactos relacionados a ser uma minoria demográfica (ou seja, intimidação, sentir-se deslocado, sentir-se pressionado a trabalhar mais) e/ou discriminação (ou seja, discriminação no trabalho, preconceito contra mulheres ou pessoas pretas e pardas e suposições culturais que implicam a superioridade de pessoas e homens brancos). Um pequeno número de estudantes (principalmente mulheres brancas) afirmou que mulheres ou pessoas pretas e pardas se beneficiam de seu *status* de sub-representados, muitas vezes atribuindo esse benefício a uma percepção de incentivo e oportunidades extras. Um tema comum entre as categorizações foi que mulheres e estudantes negros trabalham mais do que homens e brancos, seja porque são vistos como trabalhadores mais esforçados ou como uma resposta ao sexismo e ao racismo que encontram (Dancy *et al.*, 2020, p. 7-9).

Andrews, Patrick e Borrego (2021), usando respostas de pesquisas realizadas com 278 alunos de Graduação em Engenharia, avaliaram se, e em que medida, as crenças atitudinais desses alunos (valor de realização, valor de utilidade, autoeficácia, interesse e identidade) mudam ao longo do período de um ano. Análises transversais indicaram uma diferença significativa para valor de utilidade e interesse em engenharia, mas nenhuma diferença significativa por gênero para qualquer variável.

Análises longitudinais, no entanto, revelaram uma lacuna de gênero na autoeficácia de Engenharia para estudantes de divisão superior, em que os homens relataram médias mais altas do que as mulheres. Elas mostraram, de acordo com a pesquisa, variação nas crenças atitudinais de Engenharia que são obscurecidas quando os dados são examinados apenas transversalmente. Essas análises revelaram ainda uma tendência geral de queda entre os alunos para todas as crenças que mudaram significativamente – perdas que podem prenunciar o desgaste da Engenharia.

So, Chen e Chow (2020) investigaram as concepções de estudantes do ensino fundamental sobre as profissões na área de STEM e sua potencial influência no interesse pela carreira STEM, bem como o efeito moderador do gênero nas relações entre as concepções dos profissionais STEM e o interesse pela carreira em STEM. Um total de 216 alunos da 3ª a 5ª série em Hong Kong participaram deste estudo. Eles foram solicitados a desenhar imagens de profissionais em áreas STEM específicas e a preencher questionários sobre suas concepções de profissionais STEM e interesses em carreiras na área. Desenhos foram analisados usando análise de conteúdo gráfico, e dados de pesquisa foram analisados por meio de análise de regressão hierárquica moderada.

A análise dos desenhos mostrou que os alunos tinham compreensão inadequada de engenheiros ou cientistas na área de ar, alimentos e água. Os meninos eram mais propensos a manter estereótipos relacionados a gênero sobre os profissionais STEM do que as meninas. A análise dos dados da pesquisa revelou que as opiniões dos alunos e alunas sobre as implicações da carreira STEM, as aptidões pessoais dos profissionais STEM e as relações sociais previram significativamente seu interesse na carreira STEM. O gênero moderou significativamente a associação de relações sociais e interesse, o que significa que, em comparação com os meninos, as meninas podem expressar maior interesse na carreira STEM quando acreditam mais fortemente que os profissionais STEM são capazes de construir boas relações sociais com os outros.

Dökme, Açıksöz e Koyunlu Ünlü (2022) basearam-se na teoria do valor de expectativa, a qual concentra-se diretamente em como diferentes agentes sociais, como pais e professores, influenciam o desenvolvimento da motivação das alunas. As autoras acreditam que uma forte motivação dos professores para os campos de STEM seja importante tanto em termos de realização de atividades STEM em suas próprias salas de aula quanto para motivar suas alunas para seguirem carreiras nesses campos.

Na pesquisa desenvolvida elas investigaram a motivação de estudantes do sexo feminino na faculdade de educação científica em relação às áreas de STEM, levando em conta determinadas propriedades demográficas. Em seus resultados perceberam que três quartos dos alunos matriculados em faculdades de educação científica na Turquia são mulheres e que estão sub-representadas nas áreas de STEM (Dökme; Açıksöz; Koyunlu Ünlü, 2022, p. 9).

Como resultado do estudo concluiu-se que a motivação das alunas de faculdades (universidades) de educação científica do sexo feminino em relação aos campos STEM não diferiu de acordo com o nível da série, o tipo de escola secundária em que se formaram e a renda familiar. A motivação para os campos STEM, no entanto, diferiu em relação às variáveis de “ter recebido treinamento STEM”, “ter participado de atividades

STEM”, “ter (ou não ter) um modelo trabalhando em uma área de STEM” e “nível educacional do pai ” (Dökme; Açıköz; Koyunlu Ünlü, 2022, p. 10-11).

Allen *et al.* (2022) investigaram barreiras e suportes para o sucesso de mulheres negras em áreas de STEM, usando dados de entrevistas longitudinais com sete mulheres negras que estavam matriculadas em faculdades comunitárias e declararam interesse em se formar em STEM. As autoras destacam em seus resultados um contraste entre faculdades comunitárias e universidades nos EUA. Nas faculdades comunitárias as mulheres negras foram capazes de construir relacionamentos de apoio com professores e colegas, subestimaram o potencial do racismo e do sexismo para inviabilizar suas ambições em áreas de STEM e viram pouco ou nenhum impacto do preconceito em suas experiências educacionais. Aquelas estudantes, todavia, que se transferiram para universidades encontraram climas universitários bastante diferentes, pois tiveram dificuldades para formar relacionamentos de apoio e vivenciaram o racismo e o sexismo de professores e colegas.

Freedman *et al.* (2023) dirigiram um estudo no qual 89 mulheres graduadas em áreas STEM escreveram cartas contando suas experiências para mulheres mais jovens que iniciavam seus estudos em STEM. As participantes foram recrutadas em uma pequena faculdade pública de artes liberais e em uma grande instituição pública de pesquisa nos EUA. As participantes eram juniores e seniores com especialização em Engenharia, Matemática, Ciência da Computação, Física, Ciências Biológicas, Biomédicas e Química.

A pesquisa identificou vários tipos de conselhos. As participantes compartilharam conselhos sobre como melhorar seu rendimento acadêmico, formar comunidades, encontrar apoio familiar e buscar modelos femininos. Elas também forneceram palavras gerais de encorajamento e garantiram às mulheres que deveriam lutar e que um possível fracasso não seria um indicativo de falta de potencial. Embora as cartas enfocassem temas comuns, como construir uma comunidade, todavia, elas não enfocavam o objetivo comum de ajudar os outros em suas carreiras.

Melak e Singh (2021) buscaram em sua pesquisa comparar a participação das mulheres em Engenharia e Tecnologia vis-à-vis com outras disciplinas da área de STEM e discutir os fatores que afetam sua escolha de seguir Engenharia e Tecnologia. A média de matrícula de mulheres em Engenharia e Tecnologia, na Etiópia, é de 24%, inferior a qualquer outra área de estudo. O resultado do estudo sobre os fatores que afetam a escolha das mulheres de aprender Engenharia e Tecnologia revela que o salário esperado é o fator que mais influencia. Outros fatores de influência que afetam positivamente a escolha das mulheres de aprender Engenharia e Educação Tecnológica são o desempenho na escola secundária superior (resultados do exame da 12ª série, o que corresponde ao último ano do ensino médio no Brasil), a presença de um engenheiro e tecnólogo na família, o acesso a modelos e a renda anual da família.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidenciou a necessidade de políticas públicas voltadas para a equidade de gênero. Observou-se que a desigualdade de gênero nas áreas de STEM não é um fato isolado, mas está presente em vários países e em diversas realidades.

Como exemplos, temos os problemas relatados no Chile, com respeito às carreiras de Engenharia de Minas e Metalurgia, as aflições sofridas pelas mulheres que pretendem optar pelas carreiras nas áreas de STEM em Moçambique, a sub-representação de mulheres nos cursos superiores de STEM, nos EUA, levantando questões de gênero e raça, nas qual as mulheres, além de estarem sub-representadas, sofrem duplamente se forem negras, e, igualmente em Portugal, onde ocorre também a sub-representação de mulheres nas carreiras de STEM.

Em todas essas realidades a desigualdade de gênero converge a partir de posições preconcebidas e falas que supostamente indicariam a falta de interesse das mulheres nas carreiras de STEM ou, o que é pior, uma crença de suposta inabilidade inata para tal. Nos artigos descritos ficou clara uma tendência de comportamento que induziria as mulheres ao desalento em relação a sua identificação com as carreiras STEM. De uma forma sucinta, as mulheres, ao não terem referências claras para seguir, tendem a ter uma sensação de serem sub-representadas, provocando nelas um sentimento de isolamento e de distanciamento. Elas sofrem também com os estereótipos associados a si, o que gera baixa autoestima, suscetibilidade ao julgamento de terceiros e medo da reação aos seus empreendimentos, posto que a discriminação está estruturalmente enraizada na forma de se conceber a Ciência e o cientista por meio de um viés predominantemente masculino.

Os estudos mostraram também que, devido ao preconceito, muitas mulheres chegam mesmo a ter uma autopercepção bastante negativa: sentimento de inabilidade, baixa autoconfiança, baixo senso de eficácia. Além disso, crimes e depreciação cometidos contra elas, como machismo, sexismo, assédio sexual, entre outros, causam danos irreparáveis a sua plena cidadania e servem de desestímulo a continuar suas carreiras em STEM.

Nesse sentido, os comitês ligados à ética nas instituições, principalmente as acadêmicas, deveriam favorecer práticas que coibam e punam os crimes supracitados. Não se pode naturalizar situações como essas. As medidas cabíveis devem ser incentivadas, principalmente com as medidas previstas em lei. É preciso uma ação enérgica para evitar que jovens talentosas tenham suas carreiras suprimidas ou prejudicadas. A criação de um Observatório de Gênero em Ciência, Tecnologia e Inovação, semelhante aos que já existem na Europa, é uma iniciativa que certamente contribuirá nesse processo.

Por se tratar de um problema de proporções universais, afetando diversas culturas e realidades, urge a necessidade de intervenção dos organismos internacionais no incentivo à participação de mulheres na Ciência. Cumpre destacar que a adoção de políticas de intervenção visando a despertar o interesse pela pesquisa, desenvolver a curiosidade e criatividade, desmistificar os estereótipos de gênero e raciais e estimular a participação de mulheres na educação e nas carreiras em STEM são imprescindíveis na redução das disparidades de gênero.

Convém que políticas públicas sejam empreendidas no sentido de buscar reduzir as disparidades nas carreiras de STEM, principalmente no que se refere ao gênero, mas também a questões de raça e de situações relacionadas a *status* social.

Uma importante estratégia para incentivar uma melhor representação feminina nas carreiras STEM é mostrar para elas que mulheres exitosas ocupam lugar de destaque nessas áreas. Quando se pensa nisso, vem logo à mente a figura da física e química polonesa Marie Skłodowska-Curie, ganhadora de prêmios Nobel nos dois campos de pesquisa. Fixar-se apenas nesse exemplo ou em outro, entretanto, pode dar a ideia de se tratar de apenas um ponto fora da curva. Por isso é importante que as instituições divulguem diversos quadros notáveis da ciência no Brasil, no recorte de gênero, por exemplo, como a engenheira florestal Gracialda Costa Ferreira (Ufra), destaque na preservação da floresta amazônica e das tradições das comunidades ribeirinhas amazônicas, Thereza Borello-Lewin (1942-2024), física com trabalho de destaque no acelerador de partículas Pelletron, da USP, a bióloga Eliza Freire (UFRN), que identificou novas espécies e ampliou o conhecimento sobre a diversidade de répteis na Região Nordeste ou a inesquecível Beatriz Alvarenga (1923-2023), professora e escritora de vários livros didáticos para o Ensino de Física, que de forma direta ou indireta contribuiu com a formação de milhares de profissionais nas áreas de STEM.

Pode-se citar também Elisa Frota Pessoa (1921-2018), uma das fundadoras do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e uma das primeiras mulheres a se formar em Física no Brasil, em 1942, a bióloga Bertha Lutz (1894-1976), a segunda mulher a fazer parte do serviço público do Brasil., Enedina Alves Marques (1913-1981), a primeira engenheira negra do Brasil, formada pela UFPR, em 1945, e Natalia Pasternak (USP), bióloga e microbiologista, com destaque também em divulgação científica e combate ao negacionismo e à desinformação. Diversos outros nomes podem fazer parte dessa lista, servindo de exemplo e estímulo às jovens estudantes que desejam abraçar as carreiras STEM.

Além disso, programas de formação que envolvam Mulheres na Ciência devem ser ampliados, fomentados e perenizados para estimular a vocação de jovens futuras cientistas e democratizar seu acesso ao conhecimento científico acadêmico, visando a desestigmatizar a ideia de que a pouca participação feminina se deveria ao desinteresse delas.

Por fim, foi possível perceber que aspectos teóricos relacionados aos conceitos de STEM e a ressignificação dos termos, visando a uma perspectiva de avanço nas políticas públicas de equidade, inclusão e melhoria da qualidade, buscando formação de profissionais e avanço tecnológico e social foram apresentados em vários dos artigos selecionados.

Importa destacar que existem limitações ao presente trabalho, posto que, por se tratar de uma revisão sistemática, critérios de exclusão restringiram a quantidade de artigos a serem analisados. Dentro do possível, todavia, foi apresentado um relato de publicações recentes que resumem o atual cenário das pesquisas em educação STEM e diversidades culturais, no tocante, em particular, às questões de desigualdade de gênero.

Por se tratar disso, o presente artigo atuou num recorte bem específico. Num trabalho futuro pode-se estender a investigação para temas como a sub-representação de gênero nos livros e nos currículos escolares no que se refere a temas de investigação relacionados, por exemplo, ao diagnóstico de doenças, à adaptação a diferentes climas e usos medicinais, conectados às áreas STEM.

Este artigo serve de incentivo para que outras revisões possam ser realizadas, aperfeiçoando o trabalho aqui apresentado, ao mesmo tempo em que desempenha o papel de referência para estudos posteriores.

AGRADECIMENTOS

Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação – Parcerias Estratégicas nos Estados III (PDPG-FAPIII) – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Governo da República Federativa do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, DeeDee *et al.* Racism, sexism and disconnection: contrasting experiences of Black women in STEM before and after transfer from community college. *International Journal of STEM Education*, v. 9, n. 1, p. 20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00334-2>
- ANDREWS, Madison E.; PATRICK, Anita D.; BORREGO, Maura. Engineering students' attitudinal beliefs by gender and student division: a methodological comparison of changes over time. *International Journal of STEM Education*, v. 8, p. 1-14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00269-6>
- BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. *STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica*. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.
- BREINER, Jonathan M. *et al.* What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School science and mathematics*, v. 112, n. 1, p. 3-11, 2012. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- BYBEE, Rodger W. What is STEM education? *Science*, v. 329, n. 5.995, 2010. DOI: 10.1126/science.1194998
- CHESKY, Nataly Z.; WOLFMAYER, Mark. R. Introduction to STEM Education. In: CHESKY, Nataly Z.; WOLFMAYER, Mark. R. *Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation*. New York: Palgrave Macmillan US, 2015. p. 1-16.
- CLARK, Sheri L. *et al.* Women's career confidence in a fixed, sexist STEM environment. *International Journal of STEM Education*, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00313-z>
- COSTA-LIZAMA, Giannina *et al.* Hack4women: un paso hacia la equidad de género. *Texto Livre*, v. 15, 2022. DOI: <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.39348>
- CHRISTIE, Michael *et al.* Understanding why women are under-represented in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) within Higher Education: a regional case study. *Production*, v. 27, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.220516>
- DANCY, Melissa *et al.* Undergraduates' awareness of White and male privilege in STEM. *International Journal of STEM Education*, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00250-3>
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Transdisciplinaridade e a proposta de uma nova universidade. *Rematec*, v. 17, n. 40, p. 1-19, 2022.
- DERMEVAL, Diego; COELHO, Jorge A. P. de M.; BITTENCOURT, Ig Ibert. Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. In: JAQUES, Patrícia Augustin; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig; PIMENTEL, Mariano (org.). *Metodologia de pesquisa científica em informática na educação: abordagem quantitativa*. Porto Alegre: SBC, 2020.
- DÖKME, İlbilge; AÇIKSÖZ, Arif; KOYUNLU ÜNLÜ, Zeynep. Investigation of STEM fields motivation among female students in science education colleges. *International Journal of STEM Education*, v. 9, n. 1, p. 8, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00326-2>
- FERNANDES, Isabel; CARDIM, Sofia. Percepção de futuros docentes portugueses acerca da sub-representação feminina nas áreas e carreiras científico-tecnológicas. *Educação e Pesquisa*, v. 44, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844183907>
- FLORENTINO, Jose Augusto; RODRIGUES, Leo Peixoto. Disciplinarity, interdisciplinarity and complexity in education: challenges education for teacher. *Revista Educação por Escrito*, v. 6, n. 1, p. 54-67, 2015.
- FREEDMAN, Gili *et al.* "Dear future woman of STEM": letters of advice from women in STEM. *International Journal of STEM Education*, v. 10, n. 1, p. 20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00411-0>
- HERNÁNDEZ HERRERA, Claudia Alejandra. Las mujeres STEM y sus apreciaciones sobre su transitar por la carrera universitaria. *Nova Scientia*, v. 13, n. 27, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2753>
- IRIBARRY, Isac Nikos. Aproximações sobre a transdisciplinaridade: algumas linhas históricas, fundamentos e princípios aplicados ao trabalho de equipe. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 16, p. 483-490, 2003.
- IWAMOTO, Helga Midori. Mulheres nas STEM: um estudo brasileiro no diário oficial da união. *Cadernos de Pesquisa*, v. 52, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053149301>

- KELLEY, Todd R.; KNOWLES, J. Geoff. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, v. 3, p. 1-11, 2016. DOI: 10.1186/s40594-016-0046-z
- LIU, Yi-hui; LOU, Shi-er; SHIH, Ru-chu. The investigation of STEM self-efficacy and professional commitment to engineering among female high school students. *South African Journal of Education*, v. 34, n. 2, p. 1-15, 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S0256-01002014000200024&script=sci_abstract. Acesso em: 20 jul. 2023.
- LU, Shih-Yun; LO, Chih-Cheng; SYU, Jia-Yu. Project-based learning oriented STEAM: the case of micro-bit paper-cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, v. 32, n. 5, p. 2.553-2.575, nov. 2022. DOI: 10.1007/s10798-021-09714-1
- MANLY, Catherine A.; WELLS, Ryan S.; KOMMERS, Suzan. The influence of STEM definitions for research on women's college attainment. *International journal of STEM education*, v. 5, p. 1-5, 2018. DOI: 10.1186/s40594-018-0144-1
- MARQUES, Fabrício; FERRÃO, Mayara. Remoção de obstáculos estruturais. *Revista Pesquisa Fapesp*, n. 337, p. 28-31, mar/2024. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2024/03/028-031_genero-e-ciencia_337.pdf. Acesso em: 31 mar. 2024.
- MELAK, Addissie; SINGH, Seema. Factors Affecting Women's Choice of Learning Engineering and Technology Education in Ethiopia. *Ieee Access*, v. 9, p. 83.887-83.900, 2021.
- MICHAEL, Joel. Where's the evidence that active learning works? *Advances in physiology education*, 2006. DOI: 10.1152/advan.00053.2006
- MOHER, David; STEWART, Lesley; SHEKELLE, Paul. All in the family: systematic reviews, rapid reviews, scoping reviews, realist reviews, and more. *Systematic Reviews*, v. 4, n. 1, p. 1-2, 2015. DOI: 10.1186/s13643-015-0163-7
- MOREIRA, Antônio Flávio; CANDAU, Vera Maria. *Multiculturalismo: diferenças culturais e práticas pedagógicas*. 10. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2013.
- NASCIMENTO, Josevandro Barros; RODRIGUES, Rodrigo Lins; DE ANDRADE, Vladimir Lira Veras Xavier. Aplicações de game learning analytics na abordagem sobre conceitos de matemática. *Renote*, v. 19, n. 2, p. 51-60, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.121186>
- NICOLESCU, Basarab; ERTAS, Atila. *Transdisciplinary theory and practice*. USA: The Atlas, 2008.
- OLIVEIRA, Elisabete Regina Baptista de; UNBEHAUM, Sandra; GAVA, Thais. STEM education and gender: a contribution to discussions in Brazil. *Cadernos de pesquisa*, v. 49, p. 130-159, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053145644>
- PEARSON, Greg. National academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, v. 110, n. 3, p. 224-226, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289781>
- PELCH, Michael. Gendered differences in academic emotions and their implications for student success in STEM. *International journal of STEM education*, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0130-7>
- PEREIRA, Zilene Moreira; MONTEIRO, Simone Souza. Gênero e sexualidade no ensino de ciências no Brasil: análise da produção científica recente. *Revista Contexto & Educação*, v. 30, n. 95, p. 117-146, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2015.95.117-146>
- PUGLIESE, Gustavo. STEM EDUCATION – um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Currículo sem Fronteiras*, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020. DOI:10.35786/1645-1384.v20.n1.12
- RAINEY, Katherine *et al.* Race and gender differences in how sense of belonging influences decisions to major in STEM. *International Journal of STEM education*, v. 5, p. 1-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0115-6>
- RAINEY, Katherine *et al.* A descriptive study of race and gender differences in how instructional style and perceived professor care influence decisions to major in STEM. *International Journal of STEM Education*, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0159-2>
- REZNIK, Gabriela; MASSARANI, Luisa. Mapeamento e importância de projetos para equidade de gênero na educação em STEM. *Cadernos de Pesquisa*, v. 52, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053149179>
- RODRIGUES-SILVA, Jefferson; ALSINA, Ángel. Conceptualizing and framing STEAM education: what is (and what is not) this educational approach? *Texto Livre*, v. 16, p. e44946, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44946>
- SALINAS, Paulina; LAY LISBOA, Siu; ROMANÍ, Gianni. Estereotipos de género: una aproximación a la cultura académica desde las interacciones docentes en carreras mineras. *Estudios pedagógicos*, Valdivia, v. 46, n. 2, p. 231-250, 2020.

SANDERS, Mark. Integrative STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education: contemporary trends and issues. *Secondary Education*, v. 59, n. 3, p. 729-762, 2011. DOI: 10.25152/ser.2011.59.3.729

SANTANA, Otacilio Antunes *et al.* Deep learning practice for high school student engagement in STEM careers. In: 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). IEEE, 2020. p. 164-169. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125281

SANTANA, Otacilio Antunes; SILVA, Caina Ferraz e; LIMA, Mayara Lopes de Freitas. Water Footprint at Schools with Arduino Project: STEM and Sustainable Development Goals. In: 2021 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC). IEEE, 2021. p. 1-5. DOI: 10.1109/ISEC52395.2021.9764010

SENGUPTA, Pratim; SHANAHAN, Marie-Claire; KIM, Beaumie. Reimagining STEM education: Critical, transdisciplinary, and embodied approaches. *Critical, transdisciplinary and embodied approaches in STEM education*, p. 3-19, 2019.

SILVA, Uyara Ferreira *et al.* Problemas enfrentados por alunas de Graduação em ciência da computação: uma revisão sistemática. *Educação e Pesquisa*, v. 48, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052020000200231>

SILVA-HORMAZÁBAL, Marcela; RODRIGUES-SILVA, Jefferson; ALSINA, Ángel. Conectando matemáticas e ingeniería a través de la estadística: una actividad STEAM en educación primaria. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, v. 18, n. 66, 2022. Disponível em: <https://www.camjol.info/index.php/recsp/article/view/15118>.

SO, Winnie Wing Mui; CHEN, Yu; CHOW, Stephen Cheuk Fai. Primary school students' interests in STEM careers: how conceptions of STEM professionals and gender moderation influence. *International Journal of Technology and Design Education*, p. 1-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09599-6>

TAKEUCHI, Miwa A. *et al.* Transdisciplinarity in STEM education: A critical review. *Studies in Science Education*, v. 56, n. 2, p. 213-253, 2020.

STEPHENSON, Tanya; FLEER, Marilyn; FRAGKIADAKI, Glykeria. Increasing Girls' STEM Engagement in Early Childhood: Conditions Created by the Conceptual PlayWorld Model. *Research in Science Education*, v. 52, n. 4, p. 1243-1260, Aug. 2022. DOI: 10.1007/s11165-021-10003-z.

UAMUSSE, Amália Alexandre; COSSA, Eugenia Flora Rosa; KOULESHOVA, Tatiana. A mulher em cursos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática no ensino superior moçambicano. *Revista Estudos Feministas*, v. 28, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9584-2020v28n168325>

VASQUEZ, J. A.; SNEIDER, C. I.; COMER, M. W. *STEM lesson essentials, grades 3-8*: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth: Heinemann, 2013.

WALCZAK, Aline Teresinha; SILVA, Fabiane Ferreira da. Reflexões sobre gênero, ciência e carreira científica a partir do olhar de docentes de uma universidade federal. *Revista Contexto & Educação*, v. 39, n. 121, p. e13773-e13773, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2024.121.13773>

ZOSH, Jennifer M. *et al.* Accessing the inaccessible: Redefining play as a spectrum. *Frontiers in Psychology*, v. 9, p. 1.124, 2018. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01124

Autor correspondente

Mayara Lopes de Freitas Lima Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Dom Manuel de Medeiros, S/N – Dois Irmãos, Recife – PE, 52171-900
mayara.freitaslima@ufrpe.br

Este é um artigo de acesso aberto distribuído
sob os termos da licença Creative Commons.

