

Os obstáculos epistemológicos do livro *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo*

The epistemological obstacles of the book *Scientists: 50 women who changed the world*

Patrynie Garcia Barbosa^{1*}, Aline Ribeiro Silva, Wellington Pereira de Queirós

¹Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Costa e Silva, s/nº, Bairro Universitário, CEP79070-900, Campo Grande, MS, Brasil.

*E-mail: patrynie.gb.03@gmail.com

Resumo

O presente trabalho buscou analisar os obstáculos epistemológicos na descrição do conhecimento científico e nas representações femininas presentes no livro: *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo*, para tanto, utilizamos como referencial teórico os sete obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard. Os principais obstáculos encontrados na descrição do conhecimento científico no livro analisado foram: o verbal, substancialista, realista e animista. Em relação a atuação feminina na ciência, as representações das mulheres na ciência se distanciaram das visões estereotipadas. Por fim, apesar dos obstáculos epistemológicos encontrados entendemos que o livro pode ser utilizado como material didático na formação de professores e na educação básica no sentido, de entender os problemas advindos desses obstáculos epistemológicos e com o intuito de conhecer histórias de mulheres cientistas e motivar os estudantes a se engajarem na luta pela superação dos estereótipos femininos e ampliação da participação feminina na Ciência, em específico na física.

Palavras chave: Mulheres na ciência; Divulgação científica; Obstáculos epistemológicos.

Abstract

The present work sought to analyze the epistemological obstacles in the description of scientific knowledge and in the female representations present in the book: "*Scientists: 50 women who changed the world*", for that purpose, we used as a theoretical reference the seven epistemological obstacles of Gaston Bachelard. The main obstacles found in the description of scientific knowledge in the analyzed book were: verbal, substantialist, realist and animist. Regarding women's role in science, the representations of women in science have moved away from stereotyped views. Finally, despite the epistemological obstacles found, we understand that the book can be used as teaching material in teacher training and basic education in the sense of understanding the problems arising from these epistemological obstacles and in order to know the stories of women scientists and motivate students to engage in the struggle to overcome female stereotypes and expand female participation in science, specifically in physics.

Keywords: Women in science; Scientific dissemination; Epistemological obstacles

I. INTRODUÇÃO

Apesar do papel significativo das mulheres na produção do conhecimento científico, sua história ainda é ofuscada dentro da historiografia e dos meios de divulgação científica (García; Sedeño, 2002). Esses estão impregnados de representações simbólicas que reproduzem discursos sociais baseados na dominação masculina (Bourdieu, 2007), em decorrência, o desfecho é o desequilíbrio expressivo entre os gêneros quando investigamos participação das mulheres nas áreas de Ciência e Tecnologia (Lima, 2013; Lima *et al*, 2015; Grossi *et al.*, 2016). Por isso, a importância de questionar a representação feminina dentro desses meios de comunicação (Bourdieu, 2007).

Em uma pesquisa feita por Miller *et al.* (2018), foram analisados os estereótipos sobre a concepção de Cientista, ao longo do período de 1966 a 1977, a partir de desenhos de crianças de várias faixa-etária sobre a profissão. Dentre os resultados apresentados, os pesquisadores apontaram a maior frequência de representação do gênero masculino nos desenhos em crianças mais velhas que crianças mais novas. Apontaram que essas não eram cientes da predominância masculina da profissão, no entanto, associam Ciência a uma “atividade masculina”. Outro dado relevante do estudo foi a redução da visão da profissão de Cientista associada ao gênero masculino nas últimas décadas, a hipótese levantada pelos pesquisadores é o fato do aumento da representatividade feminina dentro os veículos de comunicação.

Observa-se pela pesquisa que desde cedo os diferentes papéis sociais são naturalizados nos indivíduos, ainda de forma inconscientes, as simbologias tornam-se fundamentais para reforçar a diferenciação social entre o gênero masculino e feminino. Segundo Beauvior (1980), a concepção do gênero feminino é uma construção social, desclassifica as questões biológicas para explicação de determinados padrões comportamentais entre Homens e Mulheres. Segundo Bourdieu (2007) a diferença biológica entre os sexos, isto é, entre o corpo masculino e o corpo feminino, e, especificamente, a diferença anatômica entre os órgãos sexuais, pode ser vista como uma justificativa natural da diferença socialmente construída entre os gêneros, principalmente na divisão do trabalho.

Além disso, a “invisibilidade feminina” dentro da história da ciência deve-se ao fato que esse campo foi historicamente composto por homens, e ainda se faz predominante na atualidade (Colling, 2004), logo a participação feminina dentro da historiografia foi reduzida, o que concebeu uma visão androcêntrica e sexista da Ciência, como afirma Colling:

[...] desde que a História existe como disciplina científica, ou seja, desde o século XIX, o seu lugar dependeu das representações dos homens, que foram, por muito tempo, os únicos historiadores. Estes escreveram a história dos homens, apresentada como universal, e história das mulheres desenvolveu-se à sua margem. Ao descreverem as mulheres, serem seus porta-vozes, os historiadores ocultaram-nas como sujeitos, tornaram-nas invisíveis. Responsáveis pelas construções conceituais, hierarquizaram a história, com os dois sexos assumindo valores diferentes; o masculino aparecendo sempre como superior ao feminino. (2004, p. 13)

Logo, nota-se, ainda, a mulher portadora de significado e não produtora de significado (Mulvey, 1983). Assim, com o intuito de resgatar a contribuição feminina dentro da história da Ciência, a designer gráfica Rachel Igotofsky (2017) escreveu o livro *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo*, o qual apresenta a história cinquenta mulheres da área de ciências exatas, bem como suas contribuições para o progresso da Ciência, cujo público alvo é infante-juvenil, além da escrita, o livro possui também uma identidade visual sobre a história de cada cientista.

Neste contexto, o presente trabalho buscou analisar a descrição do conhecimento científico e as representações femininas presentes no livro. Para isso, utilizamos como referencial teórico os obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard (1996). A seguir apresentamos uma breve síntese dessas noções, assim como o modo pelo qual aplicamos na análise do livro.

II. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Bachelard funda o conceito de obstáculos epistemológicos para as dificuldades que surgem na construção do conhecimento científico, logo o progresso do conhecimento científico estaria na superação desses obstáculos. Para ele, esses surgem inevitavelmente na relação dos sujeitos com os objetos do conhecimento, como afirma: “é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem” (Bachelard, 1996, p.17). Assim, aplicar as noções *bachelardianas* de obstáculo epistemológico para análise do livro *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo*, basicamente, deparar-se com as seguintes questões: Quais os obstáculos epistemológicos presentes na descrição do conhecimento científico e na representação feminina no livro *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo* ?

O livro de Igotofsky (2017) descreve o trabalho científico de cientistas mulheres das várias áreas do conhecimento, como: Física, Química, Biologia, Astronomia, Engenharias, Medicina, informática, psicanálise etc. No presente estudo serão analisados os capítulos do livro especificamente das cientistas da área da Física, sendo elas: Marie Curie, Lise Meitner, Emmy Noether, Maria Goeppert-Mayer, Katherine Johnson, Rosalyn Yalow e Sau Lan Wu. Para tanto, a análise utilizaremos os obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard (1996), conforme descrevemos a seguir:

i) Experiência Primeira: são aquelas provocadas pelas primeiras percepções, quando essas são realizadas ainda sem maiores reflexões e desprovidas de qualquer crítica. Isto é, o impacto superficial da primeira impressão que reflete os pré-conceitos do objeto. A transposição do obstáculo ao nosso objeto de estudo será caracterizada pelos estereótipos existentes de mulheres cientistas, visto que esses são formados a partir das relações sociais históricas de uma sociedade que induz determinados juízos de valor (Shiebinger, 1987)

ii) *Conhecimento geral*: é identificado pelo pensamento generalizante, Bachelard alerta sobre seduções da facilidade, já que uma “lei geral” bem clara e completa pode limitar investigações mais profundas sobre um determinado fenômeno. Nesse, qualifica-se empobrecimento das histórias de mulheres cientistas e de suas lutas para participarem do meio acadêmico, ou seja, será caracterizado como o reducionismo da complexidade de suas histórias, sem a devida problematização dos valores sociais da época que dificultaram suas produções científicas e diminuíram seu papel dentro da historiografia.

iii) *Verbal*: pode-se dizer que este tipo de obstáculo está preso a uma palavra ou conjunto de palavras que leve sujeito a um entendimento equivocado de um fenômeno, por exemplo, a utilização de expressões e analogias comuns para se referir a um conceito abstrato, isso impede a continuidade ao seu desenvolvimento com a abstração, essa necessária para se chegar ao verdadeiro problema e a sua real razão. Procuramos caracteriza-lo à luz de discursos que legitimam aptidão “inata” do gênero feminino as áreas relacionadas ao bem-estar social, do cuidado com o próximo e subjetividade, já a ciência estaria longe desse imaginário feminino, pois exige habilidades ditas “naturalmente masculinas”, como objetividade, competitividade e frieza (García; Sedeño, 2002).

iv) *Unitário pragmático*: definido por “as diversas atividades naturais tornam-se assim manifestações variadas de uma só e única Natureza”. A especificidade de um fenômeno teria a mesma explicação que suas manifestações mais gerais, e assim vise-e-verse. A esse atribuímos a tradição dos “grandes gênios” construído pela História da Ciência, em outros termos, associar grandes descobertas a um único indivíduo, omitindo a colaboração de outros cientistas e os trabalhos utilizados como referência para elaboração das pesquisas.

v) *substancialismo*: seria os “elementos descritivos de um fenômeno à respectiva substância, sem nenhum esforço de hierarquia, sem determinação precisa e detalhada das relações com outros objetos”, isto é elencar apenas aspectos qualitativos para ilustrar o conhecimento científico.

vi) *realista*: refere à tentativa de concretização do abstrato, ou seja, criar uma imagem, na qual não podemos visualizar. Pode gerar concepções erradas sobre objeto, pois o sujeito se apega a representação gráfica e não ao conceito, como exemplo, a representação do modelo atômico. Será analisado no livro se há ilustrações que remetem aos conceitos abstratos da física.

vii) *animismo*: mais encontrados no ensino de ciências, no qual é “dar vida” a substâncias, podendo haver o entendimento da ciência como sendo algo mágico. Um exemplo comum na Física é a associação do sentimento aos elétrons, por serem cargas negativas, e felicidade aos prótons por serem cargas positiva.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção tem como objetivo apresentar a análise qualitativa da descrição do conhecimento científico e das representações de “Mulheres Cientistas” na obra de Ignostoky. A seção foi organizada seguindo a ordem dos sete obstáculos *bachelardianos*.

A. Experiência primeira

Quanto ao primeiro obstáculo – *experiência primeira* – o problema nesta temática seria as representações estereotipadas de mulheres cientistas nos veículos de divulgação científica. Segundo Flicker (2003), em sua análise do papel de mulheres cientistas em filmes de ficção científica, mostra que além das poucas personagens femininas, quando representadas apresentam aparência incrivelmente bonita e jovem, com corpos exuberantes, geralmente magras, atléticas, perfeitas, e sempre vestidas de forma provocante.



FIGURA 1. Ilustrações de Sal Lan Wu e Marie Curie, respectivamente.

Neste ponto, concordamos com análise de Brito (2018) sobre mesmo livro, em relação as ilustrações, afirma que “[...] *as cientistas retratadas vencem os estereótipos de gênero e também se distanciam do padrão de cientista maluco [...]*” (Brito, 2018, p. 79). O livro expressa uma representação bastante andrógena, cujo único elemento feminino são os cabelos compridos, soltos ou amarrados, sem qualquer tipo de sexualização, como realce dos seios e curvas marcantes no quadril. Além disso, quebra-se com as simbologias femininas, pois mostra opções mais diversificadas de vestimentas como calças, visualmente largas e confortáveis, fugindo do padrão saia e vestido.

B. Conhecimento geral

Nos capítulos analisados, as histórias apresentavam contextualização das condições políticas, econômicas e sociais de cada cientista. Isso configura um aspecto importante para compreendermos a dificuldade do acesso feminino à educação e preconceitos enfrentados por essas durante suas produções acadêmicas. Listamos a seguir alguns fragmentos que corroboram para nossa análise:

Até o governo autorizar oficialmente mulheres a frequentar universidades, ela fez toda a sua pesquisa em um porão úmido (Ilgnotofsky, p. 35)

Como Emmy era judia, a ascensão do regime nazista colocou a vida dela em perigo. Ela foi demitida de Gottingen por ser judia, mas continuou a dar aulas em casa secretamente. (Idem, p. 39)

[...] eles pensaram que Maria encontraria emprego nos Estados Unidos com facilidade. Mas a grande depressão fez os empregos escassearem, e a Johns Hopkins não contratava a esposas de seus professores” (Idem, p. 55)

Um ponto importante, ao resgatar as trajetórias de mulheres cientistas, são contextualizações sociais, culturas e históricos, bem como os acontecimentos econômicos e políticos, os quais possibilitaram essas mulheres e outras ingressarem no meio científico, esses são fundamentais para compreendermos o seu destaque em relação as outras mulheres da mesma época. O resgate descontextualizado, portanto é trata-las como “vencedora de barreira”, reduzindo-as a casos excepcionais frente ao ambiente hostil de suas épocas, atribuindo-as o peso de um gênio inatingível, longe de construírem um modelo para as mulheres de hoje (García; Sedeño, 2002).

C. Obstáculo verbal

Em relação ao obstáculo verbal, livro não apresentou frases que remetem inferioridade intelectual feminina, como discurso de aptidão inata das mulheres para determinadas carreiras profissionais. Um ponto importante que destacamos no livro é abrangência de mulheres nas carreiras relacionadas com Ciência & Tecnologia, ao longo dos capítulos.

Em relação aos conceitos científicos foram identificados dois obstáculos verbais, ambos relacionados à área de física de partícula. O primeiro, consiste no decaimento de isótopos, o qual a autora utiliza o termo “números mágicos” para se referir, como presente no seguinte trecho: “[...] *Ninguém sabia o que tornava os isótopos estáveis diferentes, sabia-se apenas que tinha algo haver com um número “mágico” de nêutrons e prótons [...]*” (Ilgnotofsky, 2017, p. 55). Isso faz alusão à ciência como uma prática oculta, mística e sem uma explicação conceitual desse fenômeno. Outro obstáculo verbal é a utilização do termo “Partícula de Deus” para se referir ao Bóson de Higgs (figura 2).



FIGURA 2. Elemento que apresenta um obstáculo verbal.

Como apresenta Mendonça e Silva (2018) este termo foi utilizado pela mídia na época da divulgação do Bóson de Higgs a fim de chamar atenção dos leitores, o que não agradou a comunidade de científica. Conforme Mendonça e Silva (2018) afirmam que o uso deste pode relacionar de forma errônea ciência e religião. Bachelard (1996) alerta que o uso de termos e palavras do senso comum dentro do contexto científico, na intenção de facilitar a compreensão, pode afastar o aprendiz do conceito científico

D. Obstáculo unitário-pragmático

García e Sedeño (2002) apontam as dificuldades das mulheres cientistas na historiografia, dentre essas está o fato de que a mulher raramente aparece como protagonista da história, não só ciência, mas todas as facetas da humanidade. Portanto, o obstáculo unitário-pragmático, dentro das limitações do referencial teórico adotado, não poderia ser validado dentro dos capítulos selecionados, visto que o objetivo do livro é descrever de forma breve a carreira das cientistas.

E. Obstáculo substancialista

Para facilitar uma proximidade do leitor com as cientistas, a ilustradora utilizou diferentes cores para representar as cientistas. Como aponta Brito (2018) sobre esta obra “[...] a cor ajuda a captar o tema da descoberta nas ciências e também chama a atenção de quem está manuseando o livro. [...]” (Brito, 2018, p. 79 e p.80). A utilização destas cores para representar substâncias químicas, como ilustradas no livro (figura 3) podem resultar em um *obstáculo substancialista*, em que pode causar ao leitor o entendimento de ciência como algo pitoresco. Assim, pode causar uma falsa ideia de que todas as substâncias possuem cores, remetendo uma ideia de magia.



FIGURA 3. Ilustrações de Lise Meitner e Marie Curie, respectivamente. Ambas estão manuseando balões volumétricos com substâncias coloridas.

A substancialização de uma qualidade encontrada em uma intuição direta pode atrapalhar o progresso do pensamento científico, pois esta permite explicação temporária e decisiva. Portanto, percebe-se a falta de uma explicação teórica que provoca a dúvida nos estudantes. O espírito científico não pode se satisfazer com a ligação de um fenômeno a uma determinada substância, sem relacioná-la a outros objetos (Bachelard, 1996).

F. Obstáculo realista

Este obstáculo foi identificado em todos os capítulos de nossa análise, como mostra a figura 5. As ilustrações feitas referem-se ao modelo atômico de Rutherford, sendo este “[...] constituído de uma região pouco densa e relativamente grande ocupada por elétrons e um núcleo central muito pequeno, onde se concentra toda a massa da partícula [...]” (França, Marcondes e Carmo, 2009)



FIGURA 4. Representação do átomo.

Na gravura é possível observar esferas no centro do átomo como sendo os prótons, e ao seu redor as órbitas com elétrons. Atualmente o modelo atômico é baseado na teoria da mecânica quântica, as soluções são de caráter probabilístico e não determinístico. Neste modelo são considerados seus orbitais, e não mais as órbitas, e que ainda possuem forma de acordo com sua função de onda (Neu, 2012).

G. Obstáculo animista

Este obstáculo foi identificado nas ilustrações de astros, estes que continham expressões humanas (figura 4), e ainda como aponta Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2000) “[...] Na história da ciência, sobretudo no estágio pré-científico, recorria-se, frequentemente, a fenômenos biológicos como meios de explicação para fenômenos físicos, o que constituía um obstáculo à compreensão destes [...]” (De Andrade; Zylbersztajn; Ferrari, 2000, p.5). Na figura 05, podemos visualizar características humanas na representação da Lua e do Sol, como a presença de olhos, bocas e narizes.



FIGURA 5. Ilustrações encontradas no livro com feições humanas.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A. A pertinência do referencial teórico...

O livro tem a intensão de aproxima jovens leitoras da ciência a partir da exemplificação de mulheres que influenciaram o mundo de alguma forma. A intenção deste trabalho foi identificar possíveis obstáculos epistemológicos propostos por Bachelard (1996) nos capítulos selecionados. Para isso foi necessário a transposição desses conceitos a conhecimentos não científicos, em outras palavras, foi necessário identificar quais seriam os “obstáculos” sobre percepção da participação feminina na Ciência.

Em relação ao nosso objeto de estudo: Mulheres na Ciência, obstáculos epistemológicos foram superados. Nos capítulos é retratado o contexto social de cada cientista, as dificuldades encontradas para ter acesso à educação, os preconceitos enfrentados durante suas produções científicas, já suas representações se distanciaram das visões estereotipadas de mulheres cientistas.

Em relação aos conceitos científicos foram identificados obstáculos epistemológicos nos capítulos analisados, como: verbal, substancialista, realista e animista. Esses obstáculos podem gerar interpretações dos fenômenos errôneas e uma visão irrealista de Ciência, o que impede a correta compreensão/construção do novo conhecimento.

Apesar de o livro apresentar obstáculos epistemológicos que dificultar a compreensão dos conteúdos, é inegável sua relevância no cenário da divulgação científica. Porém, em relação ao papel da mulher na ciência, não foram identificados tais obstáculos. A temática ainda é nova quando tratamos de publicações de livros destinado ao público infante-juvenis, como afirma Colmenares (1997) a falta de modelos femininos eminentes é um dos fatores que fazem com que haja um baixo rendimento feminino na área das ciências. Propiciar outras referências de mulheres, especialmente de cientistas, para meninas é uma questão importante a ser considerada por essa área.

Entendemos que, pensando no uso do livro como material didático, ele pode ser uma ferramenta para conhecer histórias de mulheres incríveis. Provavelmente, a autora não tinha a intenção de escrever um texto didático, um texto escolar. Mesmo assim, o livro poderia ser indicado como leitura em muitos contextos escolares. Porém, é imprescindível que o professor entenda o conceito de ciência e tenha competência para a leitura dos textos sincréticos, além da capacidade de interpretação e análise, a fim de que a discussão seja positiva, estimulando reflexões embasadas em conceitos concretos, e não em estereótipos sobre ciência.

B. Limitações ...

Duas “limitações” de nosso referencial precisam ser apontadas: em primeiro lugar, há a impossibilidade de transportarmos efetivamente o obstáculo substancialista, realista e animista à nossa temática. Outra dificuldade encontrada em nossa análise foi apontar o obstáculo unitário pragmático dentro do livro, visto que o objetivo do livro é apresentar breve biografia de cientistas mulheres e suas importantes contribuições para Ciência.

REFERÊNCIAS

De Andrada, B. L., Zyberstajn, A., Ferrari, N. (2000). Analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 231-245.

Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Brasil: Contraponto.

Brito, M. S., (2018). Mulheres na ciência: Análise do livro “As cientistas”. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação, Artes e História da Cultura). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Bourdieu, P. (2007). *A dominação masculina*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Colling, Ana Maria. (2004) Gênero e História. Um diálogo possível? *Revista Contexto & Educação*, 19(71-72), 29-43.

Flicker, E. (2003). Between brains and breasts—Women scientists in fiction film: On the marginalization and sexualization of scientific competence. *Public Understanding of Science*, 12(3), 307-318.

García, M. I. G., Sedeño, E. P. Ciencia, tecnología y género. (2002). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2, p. 5.

Grossi, M. G. R. et al. (2016). As mulheres praticando ciência no Brasil. *Revista Estudos Feministas*, 24, 11-30.

Ignotofsky, R. (2017). *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo*, Brasil: Blucher.

Lima, M. P. (2013). As mulheres na Ciência da Computação. *Revista Estudos Feministas*, 21(3), 793-816.

Mendonça, M. M., De Melo Silva, A. C. (2018). A cobertura do Bóson de Higgs na internet. *Revista Extraprensa*, 12(1), 175-188.

Neu, R. S. (2012). Avaliação da Abordagem do Modelo Quântico em Livros de Ensino Médio. Trabalho de Conclusão de Curso. 33f. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Mulvey, L. (1983). Prazer visual e cinema narrativo. In: Xavier, Ismail (Org.). *A experiência do cinema*. Rio de Janeiro: Edições Graal/Embrafilme. (pp. 437-453).