

Mulheres na física: Sub-representatividade e reinvenção na pandemia

Débora Ferreira da Silva¹
Milena Cristina Belançon²

191

Resumo

Das roupas até a carreira, é notável a influência da socialização de gênero na vida de mulheres e homens. Nesse sentido, este artigo busca expor algumas reflexões sobre a presença das mulheres na carreira das Ciências Exatas, aqui particularmente da Física. Para dar corpo a essa proposta de “feminilizar” a Física, trazemos um destaque para o uso de simulações online durante a pandemia a partir da experiência de uma professora universitária da área. Centramos nossa análise sobre os papéis de gênero e principalmente na discussão da distância e aproximação entre as esferas pública e privada, exposta com ainda mais força durante a pandemia de Covid-19 vivenciada no Brasil e no mundo no ano de 2020. Com isso, adentramos também no debate sobre a divisão sexual do trabalho e da baixa participação de mulheres nas carreiras de Ciências Exatas.

Palavras-chave

Mulheres. Ciências Exatas. Pandemia. Ensino de Física. Simulações.

Recebido em: 15/08/2020

Aprovado em: 26/01/2021

¹ Professora Adjunta do Departamento de Física da UTFPR de Campo Mourão e pesquisadora na área de Ensino de Física. Licenciada em Física pela Universidade Estadual de Maringá (2010), com mestrado pela mesma universidade (2013) e doutorado pela Universidade Estadual de Londrina (2017), ambos na área de Ensino de Ciências. Professora Efetiva do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPRF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF).

E-mail: deborafsilva@utfpr.edu.br

² Mestra em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Maringá (2020), licenciada (2016) e bacharela (2017) pela mesma universidade. Pesquisadora do Núcleo de Pesquisas em Participação Política (NUPPOL/UEM), atuando principalmente com os temas: Teoria Política Feminista, Ativismo Institucional, Movimentos Sociais.

E-mail: milenabelancon@gmail.com

Abstract

From clothes to carrer, the influence of gender socialization on the lives of women and men is remarkable. In this sense, this article seeks to expose some reflections on the presence of women in the carrer of Exact Sciences, here particularly in Physics. In order to embody this proposal to “feminize” Physics, we highlight the use of online simulations during the pandemic based on the experience of a university professor in the field. We focused our analysis on gender roles and mainly in the discussion of the distance and approximation between the public and the private spheres, exposed with even more force during the Covid-19 pandemic experienced in Brazil and in the world in 2020. With that, we also entered the debate about the sexual division of labor and the low participation of women in the área of Exact Sciences.

Keywords

Women. Exact Sciences. Pandemic. Physics Teaching. Simulations.

Por volta dos quatro meses de gestação um ultrassom já pode revelar o sexo do bebê que está para chegar; este processo, que sempre foi carregado de simbolismos e rituais, tem uma nova comemoração ganhando cada vez mais espaço na vida das gestantes, o Chá de Revelação. A cerimônia consiste em apresentar para a família do bebê qual será o seu sexo: se menina, a “Revelação” vem recheada de rosa, já se for um menino, a surpresa é azul.

Depois disso, cada brinquedo, roupa, calçado, acessório da criança será adquirido por categoria, ou “de menina” ou “de menino”. Estes atos, bastante naturalizados em nossa sociedade, muitas vezes nos impedem de ver suas consequências no acesso diferenciado a recursos, tempo e experiências. Um rápido passeio por lojas de brinquedo infantil pode nos demonstrar: para as meninas, bonecas, réplicas de utensílios domésticos, produtos de beleza; para os meninos, carros, super-heróis, ferramentas. Os brinquedos são ótimos exemplos de objetos para desenvolvimento de aptidões que se convertem em alternativa. Ou seja, os brinquedos estão contidos em um projeto de socialização que distingue meninas e meninos, construindo nestes diferentes horizontes e possibilidades (BIROLI; MIGUEL, 2014, p. 113).

Menezes (2017, p. 341) aponta que, de acordo com um estudo feito pela Microsoft Corporation em 2017, envolvendo 11.500 mulheres de onze a 30 anos de idade, de doze diferentes países, “há uma janela estreita dos 11-12 aos 15-16 anos de idade, durante a qual a escolha de uma carreira científica pode ser fomentada”. O estudo também identifica algumas possíveis causas que podem direcionar mulheres para a carreira científica: “professores e pais que falam sobre ciência e tecnologia e as incentivam, exemplos de cientistas mulheres de sucesso, experiências práticas, aplicações na vida real e confiança na igualdade intelectual” (MENEZES, 2017, p. 341). O acesso feminino à educação científica e, principalmente, sua permanência na área, dependem, dentre outros fatores, de representatividade. De acordo com o trabalho de Menezes (2017), reforçado por Cordeiro (2017, p. 669), o desequilíbrio entre homens e mulheres nas ciências “apesar de inexistente na infância e no começo da adolescência, intensifica-se vigorosamente conforme a evolução das carreiras, culminando no virtual deserto de representatividade feminina nos mais altos rankings de

pesquisa na física brasileira”.

Entendendo, portanto, que a socialização dos papéis de gênero nos coloca em lugares diferentes da estrutura social, nos propomos neste artigo a explorar o impacto desta socialização na experiência de mulheres nas áreas de Ciências Exatas. Se este já era um grande fenômeno por si só, a pandemia de Covid-19 expôs com ainda mais vigor essas diferenças entre os gêneros, recolhidas à casa e responsáveis pela reprodução da vida privada, as mulheres cientistas sentiram mais uma vez o peso dessa socialização. Portanto, estimuladas por esse cenário e pela necessidade de publicizar os saberes das mulheres nas Ciências Exatas, trazemos neste artigo a experiência de trabalhar com tecnologias nesse período a partir do relato de uma professora universitária de Física. Desse modo, o artigo se divide em três seções em que, de início, buscamos aprofundar a concepção sobre a socialização dos papéis de gênero e seu impacto na vida das mulheres; em seguida, exploramos as novas características colocadas nesse cenário por conta da pandemia de Covid-19; em sequência, trazemos o destaque para a importância do uso de simulações online nas aulas de Física. Por fim, as considerações finais buscam fazer um balanço das reflexões perpetradas neste artigo.

Socialização de gênero e impactos na carreira científica

É sabido que a História das Ciências em sua maior parte foi e é contada pelos homens, o que causou grande invisibilização das mulheres cientistas. Essa realidade é ainda mais gritante se tratando das Ciências Exatas, campo pouco aberto às mulheres. Nesse sentido, recorreremos às teóricas feministas, que há muito estão discutindo a sub-representação das mulheres em diferentes áreas e o impacto de toda uma vida de socialização distinta para os gêneros. De acordo com Woodward (2007), o feminismo, que além de corrente teórica é também um movimento social, está contido dentro do que convencionou-se chamar “novos movimentos sociais”, movimentos esses que concentram suas lutas em torno da identidade.

Uma máxima presente desde muito cedo nos movimentos feministas diz

respeito à dualidade entre a esfera pública e a privada, que foi explorada por teóricas feministas como Carole Pateman (1993), a fim de desvendar a construção histórica dessa separação e sua implicação aos papéis de gênero. O que podemos entender por essa distinção é a explícita divisão criada entre o mundo da política e o mundo doméstico. Dessa forma, isola-se a política, *locus* de cidadania e homogeneidade, da vida cotidiana, que guarda as características da individualidade e do subjetivismo (MIGUEL; BIROLI, 2014, p. 32). Junto a essa divisão, segue a divisão entre o mundo dos homens e das mulheres, seguindo os papéis atribuídos ao gênero.

Com isso, o slogan feminista “O pessoal é político”, se fez muito presente nas discussões da Segunda Onda Feminista³ e traduzem o anseio por quebrar as barreiras e fronteiras dessa estrutura social, tendo em vista que as mulheres sempre foram, e ainda são, identificadas socialmente com a arena privada da casa e das relações pessoais, e os homens, com a arena pública do comércio, da produção e da política. É nesse sentido que Simone de Beauvoir (1980), autora consagrada nos estudos sobre mulheres, afirma, já em 1949, que as mulheres seriam “O Segundo Sexo”, ou seja, “as outras”, aquilo que os homens não são. Essa ideia é constitutiva em nossa estrutura social de forma que apesar de o gênero ser constituído e representado de maneira diferente segundo nossa localização dentro de relações globais de poder, o signo “mulher” possui sua própria especificidade constituída dentro e através de configurações historicamente específicas de relações de gênero, fazendo com que exista uma ordenação simbólica bastante rígida entre a socialização dos gêneros, ocasionando hierarquias de poder (BRAH, 2006, p. 341). Portanto, Beauvoir já observava as discrepâncias dos papéis de gênero, legitimadas por justificativas biológicas, que, segundo Brah (2006, p. 342), não são ignoradas pelas feministas, mas são problematizadas a atribuição de ideologias que constroem e representam a subordinação das mulheres como resultado de suas capacidades biológicas.

Desse modo, o que Beauvoir já discutia nos anos 1940 – que ganhou notoriedade cerca de 20 anos depois, com o advento da Segunda Onda

3 Cf. Bittencourt, 2015.

Feminista – se coloca como um debate ainda atual. A pluralização e descentramento (ALVAREZ, 2014) do campo feminista, ocorridos nas décadas de 1980 e 1990, só expuseram novos desdobramentos de problemáticas relativas aos papéis de gênero e socialização, incluindo com ainda mais força a interseccionalidade com raça e classe, por exemplo.

Se muitas teóricas destacaram a forte presença de uma epistemologia masculina nas Ciências Sociais e Humanas (ADELMAN, 2009), nas Ciências Exatas esta feita fica ainda mais evidente. Uma vez que “razão e objetividade” são características atribuídas ao masculino e “sentimento e subjetividade”, ao feminino, as mulheres seriam excluídas do empreendimento científico necessário às Ciências Naturais e Exatas (KELLER, 2006). Segundo Cordeiro (2017), a admissão de mulheres no processo de educação formal é bem recente, em todo o mundo. A pesquisadora aponta que “apesar das exceções entre membros da nobreza em variados períodos históricos, o ensino superior só se abriu para as mulheres a partir da segunda metade do século XIX – no Brasil, apenas no final daquele século, com um decreto imperial de 1881” (CORDEIRO, 2017, p. 669).

Talvez a mulher cientista mais conhecida, pelo menos entre os físicos e químicos, seja Marie Curie. Para finalizar seus estudos, teve de sair da Polônia, que à época era ocupada pela Rússia, que não admitia às mulheres cursarem o ensino superior. Marie Curie então se mudou para Paris, onde concluiu os cursos de Física e Matemática e também seu doutorado, “explicando a natureza atômica do fenômeno das radiações de urânio, descobertas por Henri Becquerel, e detectando os novos e furtivos elementos químicos Rádio e Polônio, pesquisa que veio a laureá-la com dois Prêmios Nobel, um na Física e outro na Química” (CORDEIRO, 2017, p. 669). Vinte anos mais tarde, em 1935, sua filha Irène Joliot-Curie também recebeu um Prêmio Nobel, na área da Química, por produzir o “fenômeno da radioatividade induzida, em pesquisas com seu esposo” (CORDEIRO, 2017, p. 669).

Apesar de as Curie terem sido laureadas com Prêmios Nobel, suas histórias não são tão simples assim. Cordeiro discorre que “a história das Curie esconde

nuances de luta contra um sistema que as impediu como pode de chegar aonde chegaram” (CORDEIRO, 2017, p. 670). A autora conta que pesquisadores familiarizados com a tese de Marie Curie tentaram excluí-la de sua própria pesquisa. Além disso, ela “só conseguiu uma posição de docência na Universidade de Paris após a morte de seu marido – e não sem protestos da mídia e de outros cientistas franceses” (Id., Ib., p. 670); mesmo caminho seguido por sua filha, Irène, que conseguiu trabalhar na mesma universidade que sua mãe apenas após ser laureada.

Além das Curie, que, apesar de tudo, ainda se tornaram conhecidas pelos estudiosos das ciências exatas, outras físicas, transformadoras dos rumos da Ciência no século XX, foram completamente preteridas, tanto pelas indicações ao Prêmio Nobel quanto pela comunidade científica. Cordeiro (2017) destaca três delas: Lise Meitner, com pesquisas na área de radioatividade artificial, que trabalhou por anos na Alemanha sem ser remunerada; Chien-Shiung Wu, que contribuiu expressivamente para as áreas de física nuclear e de partículas e foi ignorada pelo Prêmio Nobel e pela Universidade da Califórnia; e Jocelyn Bell Burnell, que “em seu doutoramento observou pela primeira vez as estrelas de nêutrons, que rendeu – a seu orientador, claro – um Prêmio Nobel” (CORDEIRO, 2017, p. 670).

Neste íterim enfatizamos o caso das mulheres especificamente na área da Física, que como afirmado por Cartaxo (2012):

O estereótipo de um cientista na área da Física é associado predominantemente à imagem masculina. Esse estereótipo transmitido de geração em geração pela sociedade acaba por afastar as mulheres desta área. Nesta visão, os físicos (quase sempre homens) passam grande parte de suas vidas estudando em laboratórios, sem tempo para a família, o que seria entendido culturalmente como uma carreira imprópria para as mulheres, que deveriam se dedicar à família, ter filhos, etc. Essa imagem pouco atraente da Física é alimentada entre as mulheres por seus familiares e pela sociedade logo que elas começam a se interessar pela área (CARTAXO, 2012, p.15).

Desse modo, compreendemos que a divisão de papéis de gênero está

sedimentada no imaginário de nossa sociedade, que através de construções sociais divide as vivências em um binarismo que cerceia a vida de homens e mulheres. No exemplo que aqui trazemos, portanto, o exercício da profissão de Física seria atribuído à esfera pública, distante da privacidade do lar e da família.

Sobre isso, Biroli (2010) aponta que tal divisão de trabalho impõe também uma carga sobre as mulheres que acaba por gerar deficiências em outras esferas da vida, uma vez que “as formas de definir – e restringir – o papel da mulher em uma dessas esferas, organiza suas possibilidades de vida nas outras” (BIROLI, 2010, p. 56). Além desses obstáculos, as mulheres sofrem ainda diversos tipos de pressões e assédios, tais como “dupla jornada de trabalho, assédio de colegas, falta de oportunidade, expectativas sociais para o sexo feminino, escassez de fomento para pesquisas e, sobretudo, uma educação científica que, pela omissão, propaga um ideal de Ciência muito distante da realidade de meninas e mulheres do mundo e, particularmente, do Brasil” (CORDEIRO, 2017, p. 671).

Nesse sentido, esse artigo busca expor essa problemática; ao trazer um relato da experiência de uma mulher na Física, buscamos, mesmo que em uma pequena atitude, mostrar o valor e a necessidade de uma epistemologia que parta também das mulheres. Afim de localizar a realidade do relato que trazemos neste artigo, apresentamos abaixo, na Tabela 1, a distribuição por gênero dos docentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *locus* de trabalho de uma das autoras deste artigo.

Tabela 1 – Docentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Docentes (lista atualizada em junho/2020)			
Campus	Total	Mulheres	Homens
Apucarana	147	69 (46,9%)	78 (53,1%)
Campo Mourão	158	63 (39,9%)	95 (60,1%)
Cornélio Procopio	195	41 (21,0%)	154 (79,0%)
Curitiba	746	256 (34,3%)	490 (65,7%)
Dois Vizinhos	144	70 (48,6%)	74 (51,4%)
Francisco Beltrão	83	40 (48,2%)	43 (51,8%)
Guarapuava	69	25 (36,2%)	44 (63,8%)
Londrina	198	62 (31,3%)	136 (68,7%)
Medianeira	153	52 (34,0%)	101 (66,0%)
Pato Branco	275	93 (33,8%)	182 (66,2%)
Ponta Grossa	188	57 (30,3%)	131 (69,7%)
Santa Helena	53	26 (49,1%)	27 (50,9%)
Toledo	116	32 (27,6%)	84 (72,4%)
Total geral	2.525	886 (35,1%)	1639 (64,9%)

Fonte: as autoras, baseadas na lista de eleitores da Universidade.

Na Tabela 1 observamos que os professores e professoras da UTFPR somam 2.525 pessoas; destes, 886 são mulheres e 1639 são homens, uma cifra de 35,1% daquelas contra 64,9% destes. No campus em que a autora atua, Campo Mourão, a diferença entre estas porcentagens cai um pouco, mas não de forma significativa; neste campus, de 158 professores, 63 são mulheres (39,9%), enquanto os homens contabilizam 95 (60,1%). Aqui é importante frisar que, como o nome da instituição já diz, a UTFPR possui seu foco nas áreas tecnológicas, portanto, a maioria de seus cursos é afeito ao campo das Ciências “duras”, que tratamos aqui como aquelas ainda mais “masculinas”.

Por mais que em alguns campi, como Apucarana, Dois Vizinhos, Francisco Beltrão e Santa Helena, o desequilíbrio entre a quantidade de professores e professoras seja mais discreto, no geral essa disparidade se destaca. Estes dados corroboram com a discussão – mais do que necessária, urgente! – acerca da falta de representatividade feminina nos espaços profissionais e, mais ainda,

nos espaços científicos. Além desta carência de mulheres nestes ambientes, aquelas que ocupam cargos mais altos, de grande relevância, costumam ser silenciadas e/ou apagadas da história, como se nunca tivessem existido. Sobre o progresso na carreira, segundo levantamento do Portal Gênero e Número, em 2015 entre 112 Pesquisadores Sênior do CNPq, apenas 27 eram mulheres. Além disso, ao setorizar as quantidades por área do conhecimento, as proporções mais baixas de mulheres foram encontradas nas áreas de “Ciências Exatas” e “Engenharia e Computação” (VELHO, 2006; MONNERAT, 2017).

Levando em conta todas essas nuances da disparidade entre os gêneros nas Ciências e da influência da divisão sexual do trabalho nesta realidade, consideramos que esse fenômeno ultrapassa o cotidiano doméstico e diz respeito às formas de vivência das mulheres e suas experiências em diferentes campos da vida. Cientes de que as atribuições de cada papel de gênero acabam por cercear as possibilidades e o potencial dos indivíduos, esse trabalho se justifica por buscar expor as estruturas que fortalecem essa realidade, além de contribuir com essa reinvenção necessária à Física e as Ciências de forma geral.

Para além das problemáticas que já citamos, o ano de 2020 acresceu um novo ingrediente em nossa realidade social; a Pandemia de Covid-19 trouxe novas problemáticas e incluiu na rotina de homens e mulheres novas necessidades e desigualdades, que discutimos no tópico seguinte.

Pandemia: um novo borrão na fronteira entre o Público e o Privado

A pandemia mundial de Covid-19, declarada pela Organização Mundial da Saúde em 11 de março de 2020, que fez necessária uma série de medidas de isolamento social e quarentena da população, expôs ainda mais uma série de desigualdades postas em nossa sociedade. Se tratando particularmente da questão de gênero não podemos deixar de citar que pesquisas de violência doméstica já mostraram que o lar não é um local seguro para as mulheres, nesse sentido, o Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro, por exemplo, registrou um aumento de 50% nos casos de violência doméstica durante o período de confinamento (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2020).

Para além da violência doméstica, a divisão sexual do trabalho é mais uma vez exposta. O isolamento social fez recair com ainda mais força uma série de responsabilidades domésticas e de cuidados às mulheres. Com escolas e creches fechadas e a vida reservada ao ambiente doméstico, a sobrecarga com o trabalho doméstico imposta histórica e socialmente às mulheres só aumentou.

Em “O mito da beleza”, Naomi Wolf (2018) aponta, utilizando dados do Instituto Humphrey de Questões Públicas, que “embora as mulheres representem 50% da população mundial, elas cumprem quase dois terços do total das horas de trabalho, recebem apenas um décimo da renda mundial e possuem menos de 1% das propriedades” (WOLF, 2018, p. 38). Naomi Wolf destaca que, independentemente de serem orientais ou ocidentais, de serem donas de casa ou de possuírem empregos remunerados, as mulheres sempre trabalham mais: “Uma mulher paquistanesa gasta 63 horas por semana apenas nas tarefas domésticas, enquanto uma dona de casa ocidental, apesar dos aparelhos modernos, trabalha somente seis horas a menos” (WOLF, 2018, p. 38).

De acordo com a autora, mesmo as mulheres que possuem empregos remunerados em tempo integral ainda fazem praticamente todo o trabalho não remunerado dentro de suas casas:

O Chase Manhattan Bank estima que a mulher norte-americana trabalhe 99,6 horas por semana. No ocidente, onde o trabalho remunerado gira em torno de 40 horas, o fato inevitável com que se depara a estrutura do poder é o de que as mulheres recém-chegadas vêm de um grupo acostumado a trabalhar mais do que o dobro em tempo e produção do que homens. E não apenas por salários menores; por salário nenhum (WOLF, 2018, p. 39).

Ainda assim, mesmo sobrecarregadas com toda a carga de trabalho resultante da jornada dupla, ou até tripla, as mulheres conseguiram abrir caminhos na enredada estrutura de poder na qual estão inseridas. No entanto, a elite masculina não aceitou estar em desvantagem em relação a mulheres e, nesse sentido, sentiu a necessidade de suscitar “grilhões, um novo fardo concreto que lhes sugasse [das mulheres] o excesso de energia e lhes reduzisse a confiança,

uma ideologia que formasse as trabalhadoras de que o sistema precisa, mas somente no molde que ele determina” (WOLF, 2018, p. 41).

A autora discute também que as mulheres só começaram a ser aceitas no mercado de trabalho por falta de mão de obra qualificada, resultado da redução de taxas de natalidade após o período das Grandes Guerras. Porém, tais mulheres se inseriam no mercado de trabalho como “burras de carga descartáveis, sem sindicatos, com baixos salários e restritas a um gueto de funções ‘femininas’” (WOLF, 2018, p. 41). Para que trabalhassem em tais categorias, as mulheres deveriam ter, convenientemente, algumas “qualidades” específicas, tais como “amor-próprio reduzido, tolerância para com tarefas repetitivas e monótonas, falta de ambição, alto nível de conformidade, maior respeito pelos homens (que são seus superiores) do que pelas mulheres (que trabalham a seu lado) e pouca sensação de controle sobre sua própria vida” (Idem).

Pensando num nível superior de trabalho, Naomi Wolf destaca que “as gerentes de nível médio são aceitáveis, desde que se identifiquem com o mundo masculino e não se esforcem demais para subir” (WOLF, 2018, p. 42). Assim, seria “útil ter no topo da corporação, só para constar, algumas poucas mulheres” (Idem). Ou seja, o patriarcado admite algumas poucas mulheres em sua estrutura, desde que estas não se destaquem demais, não se metam demais em seus negócios, não falem demais e não causem possíveis desconfortos.

Esse discurso ecoa, também, na Ciência, impactando mulheres das mais diversas formas. Uma delas diz respeito à sua produção acadêmica; aqui, discutimos tal produção observada pelo viés do momento de crise pandêmica que estamos vivenciando.

Sobre o impacto na produção de mulheres cientistas, o projeto *Parent in Science*, que entrevistou cerca de 15 mil cientistas entre abril e maio de 2020, aponta que especialmente para submissões de artigos, mulheres negras (com ou sem filhos) e mulheres brancas com filhos (principalmente com idade até 12 anos) foram os grupos cuja produtividade acadêmica foi mais afetada pela

pandemia. Além disso, constatou-se que a produtividade acadêmica de homens, especialmente os sem filhos, foi a menos afetada no período⁴.

Imbuídas pela necessidade de dar voz às professoras e cientistas mulheres, principalmente neste contexto em que se faz necessário e iminente o domínio de tecnologias digitais para que a relação professor-aluno não se perca por completo, trazemos a seguir a discussão a respeito da utilização de simulações como ferramenta de apoio às professoras dentro do ambiente de sala de aula virtual.

Simulações e seus usos em aulas de Física

A falta de compreensão, por parte dos alunos, de alguns princípios fundamentais discutidos em aulas de Física é uma realidade; e isto acontece com discentes de todos os níveis, do ensino médio ao ensino superior. De acordo com Medeiros e Medeiros,

a Física lida com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por uma alta dose de abstração, fazendo com que a Matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento da Física. Além disso, a Física lida com materiais que, muitas vezes, estão fora do alcance dos sentidos do Ser Humano tais como partículas subatômicas, corpos com altas velocidades e processos dotados de grande complexidade (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 78).

Num esforço de minimizar esta lacuna, o uso de uma grande quantidade de ilustrações nos livros-texto desta disciplina tem ocorrido, bem como a reprodução destas imagens por professores. No entanto, Medeiros e Medeiros (2002) destacam que a utilização destas ilustrações não tem sido de muita ajuda no processo de aprendizagem dos alunos, principalmente pela dificuldade em se “representar movimentos e processos através de ilustrações estáticas” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 78). Pelo fato de as ilustrações não auxiliarem significativamente o aprendizado de conceitos físicos, as simulações é que tem permeado o ensino de Física. Mas, afinal, o que são simulações?

4 Disponível em <https://www.parentinscience.com/>. Acesso em julho de 2020.

Segundo Medeiros e Medeiros (2002), baseando-se em Gaddis (2000), as simulações vão muito além de ilustrações ou ainda, das animações computacionais.

Elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, que podem ser classificadas em certas categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador [...] Tal interatividade consiste no fato de que o programa é capaz de fornecer não apenas uma animação isolada de um fenômeno em causa; mas, uma vasta gama de animações alternativas selecionadas através do input de parâmetros pelo estudante (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 79).

Cabe destacar que as simulações computacionais são uma dentre tantas tecnologias digitais de informação e comunicação, mais conhecidas como TDIC. Studart (2015) aponta alguns motivos para se utilizar tais tecnologias digitais voltadas à educação: “contribuir para tornar o aprendiz mais motivado, engajado e colaborativo e, por conseguinte, aumentar a efetividade do processo de ensino e aprendizagem” (STUDART, 2015, p. 01). Dessa forma, abre-se a possibilidade de um ensino cada vez mais interativo, com foco no aluno e no desenvolvimento de suas habilidades e competências.

O autor enfatiza que “os benefícios do uso de simulações no processo de ensino-aprendizagem dependem de forma incisiva de um ensino interativo com foco no aluno” e que “o uso das simulações como demonstrações em aulas expositivas diminui a expectativa com relação à aprendizagem” (STUDART, 2015, p. 07). Ou seja, não basta que o professor agregue as simulações às suas aulas, se este continuar trabalhando unicamente de forma expositiva, sem levar em consideração a participação, ou melhor, o foco de sua aula, na aprendizagem do aluno. É preciso cuidado ao utilizar tais simulações, para que o objetivo destas não se perca.

Sendo assim, é importante que se estabeleça dois pontos significativos no uso de simulações computacionais em sala de aula: (1) o foco da atividade deve ser o aluno, seu processo de aprendizagem, numa forma interativa e dialógica de se trabalhar os conteúdos, e (2) a importância da figura do professor como mediador da atividade, aquele que “guia” os alunos durante o desenvolvimento dos exercícios com o simulador. Nesse sentido, Anjos (2008, p. 573) discorre

que o contexto de ocorrência do uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) em sala de aula “suscita o estabelecimento de uma nova relação entre o professor e o aluno; uma relação não mais centrada no professor e no seu saber”.

Paulo Freire, em seu livro “Extensão ou Comunicação?”, de 1979, já discutia sobre a importância de o processo de ensino-aprendizagem ser centrado no aluno, e não no professor, e apontava os efeitos deste processo de construção de conhecimento (e não de transmissão de conhecimento):

no processo de aprendizagem, só aprende verdadeiramente aquele que se apropria do aprendido, transformando-o em apreendido, com o que pode, por isto mesmo, reinventá-lo; aquele que é capaz de aplicar o aprendido-apreendido a situações existenciais concretas. Pelo contrário, aquele que é ‘enchido’ por outro de conteúdos cuja inteligência não percebe; de conteúdos que contradizem a forma própria de estar em seu mundo, sem que seja desafiado, não aprende” (FREIRE, 1979, p. 27-28).

Ou seja, o papel do professor torna-se o de mediador no processo de aprendizagem dos alunos, os estimulando e os encorajando a resolver os desafios propostos. Partindo das informações disponibilizadas aos alunos durante o uso das simulações, “cabe ao professor, pedagogicamente, enriquecê-las, atribuindo-lhes significados, relacionando-as com outros conteúdos, com a cultura dos aprendizes e suas experiências de vida” (ANJOS, 2008, p. 574).

Como havíamos dito anteriormente, o fato de a disciplina de Física tratar de conceitos abstratos, ou até contra intuitivos, dificulta o processo de aprendizagem, já que há uma necessidade de abstração que, muitas vezes, os aprendizes ainda não possuem. Nesse sentido, Miranda *et al* (2004) escrevem que a utilização das simulações em sala de aula pode “contribuir no desenvolvimento dessa capacidade de chegar a conceitos abstratos mais gerais da Física, ao permitir que o estudante investigue a realidade do sistema observando-o diretamente, promovendo mudanças nas suas condições específicas e observando suas consequências” (MIRANDA *et al*, 2004, p. 02).

Além disso, os autores discutem a viabilidade de se trabalhar com as

simulações, por serem atividades online, acessíveis, gratuitas e que permitem certa agilidade na observação de fenômenos físicos:

Programas de simulação tornam viáveis a qualquer momento, com acesso de diferentes locais, e com agilidade, a observação de fenômenos que só seria possível em laboratórios muito bem equipados. A utilização dessa tecnologia digital pode ajudar o entendimento dos diferentes aspectos, às vezes sutis, de um sistema físico, onde o aprendiz pode, ao mudar as condições da simulação, não só responder a questões sobre o sistema físico, mas fazer perguntas sobre ele, que é a forma de se criar conhecimentos em ciências (MIRANDA et al, 2004, p. 02).

Pensando nas facilidades de acesso e de entendimento de experimentos que, muitas vezes, são difíceis ou até mesmo impossíveis de serem reproduzidos em um laboratório de ensino, destacamos o desenvolvimento de atividades com simulações criadas e disponibilizadas pelo PhET (Physics Education Technology) Interactive Simulations. Este projeto é resultado de uma iniciativa da Universidade do Colorado, de utilização livre e já traduzida para diversos idiomas (dentre eles, a Língua Portuguesa). Hoje o projeto conta com simulações nas áreas de Física, Química, Matemática, Geociências e Biologia, todas elas com o objetivo de auxiliar no modo como as ciências são tanto aprendidas, quanto ensinadas. Além de disponibilizar as simulações – em Java ou HTML5⁵ –, o site⁶ também oferece sugestões para planejamentos de aulas e propõe algumas atividades/exercícios.

Cabe destacar que as simulações, por melhor modeladas que tenham sido, não são um “retrato” da realidade. Elas são baseadas “em um modelo de uma situação real, modelo este sistematizado e processado pelo computador, a fim de fornecer animações de uma realidade virtual” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 79). Sendo assim, faz-se necessário que o professor atente os alunos para esta ressalva, discutindo com eles os limites de validade da simulação mediante a realidade do fenômeno estudado.

5 As simulações em Java exigem que se tenha sua última versão instalada; as em HTML exigem, por sua vez, a utilização de navegadores atualizados.

6 As simulações, já em português, estão disponíveis no link: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em Julho de 2020.

Ao voltarmos, agora, os olhares para os membros que formam a equipe principal do PhET, as questões de representatividade voltam a se fazer presentes. Em uma busca realizada em seu site, na aba “Pesquisa”, contabilizamos 24 homens, sendo um seu membro fundador, Carl Wieman, 18 membros e cinco monitores; quanto às mulheres, estas somam apenas 13, sendo uma a diretora da equipe, Kathy Perkins, dez membros e duas monitoras. Nitidamente, vemos um número reduzido de mulheres quando comparada à quantidade de homens. Além disso, nos trabalhos que buscamos para fundamentar nosso artigo, só se fez menção ao seu fundador, Carl Wieman. Nem uma palavra foi vista que citasse o nome da diretora da equipe, Kathy Perkins. Como vimos, as mulheres têm sido há tempos invisibilizadas pela estrutura de poder; por mais que elas cheguem a cargos de destaque, seus nomes quase nunca são citados, principalmente nas áreas “duras” das ciências, como é o caso da Física.

Considerações Finais

O argumento que baseia este artigo está contido em uma longa história de desigualdade vivida pelas mulheres. A luta do “outro sexo” para ser reconhecido como um igual já percorre um grande caminho e permanece muito atual. Dados trazidos no artigo corroboram nosso argumento da disparidade encontrada na comparação quantitativa entre homens e mulheres cientistas, principalmente tratando-se das Ciências Exatas.

Com isso, buscamos amparar tal realidade de acordo com teorias que nos auxiliam a entender as raízes desse fenômeno, encontrando na socialização via papéis de gênero sua principal gênese. A estrutura patriarcal da nossa sociedade faz com que mulheres e homens experimentem o mundo de forma diferente, e, em grande parte das vezes, com algum ônus para este primeiro grupo.

Desse modo, buscamos expor como essa divisão sexual impacta nas possibilidades disponíveis para as mulheres, considerando que além de uma menor presença em áreas vistas como “masculinas”, essa desigualdade se reflete também em um histórico de apagamento das mulheres e de um dispêndio de

esforços potencializado para que alcancem um lugar de prestígio e destaque, atribuídos aos homens com uma facilidade muito maior, na maioria das vezes.

Além disso, pontuamos como um contexto adverso e totalmente inesperado, como a Pandemia de Covid-19, acrescentou novas nuances à essa desigualdade, fazendo com que este seja um momento de olhar com atenção para relações domésticas e de trabalho. Como forma de externar nossa perspectiva de visibilidade e construção do saber pelas mulheres cientistas – nesse caso específico, da Física – adicionamos ao argumento o destaque à importância do uso de simulações nas aulas por parte de uma professora universitária.

Se este momento de Pandemia e quarentena borrou ainda mais as fronteiras entre esfera pública e esfera privada, ao nos recolher em nossas casas e tornando esse ambiente – que era de privacidade e domesticidade - no local onde a esfera pública também acontece, propomos que este seja o momento de aprofundar o debate sobre os papéis de gênero e o cerceamento de vivências a uma ou outra dessas esferas.

Referências

ADELMAN, Miriam. *A voz e a escuta: encontros e desencontros entre a teoria feminista e a sociologia contemporânea*. São Paulo: Bulcher Acadêmico, 2009.

ALVAREZ, Sonia E. Para além da sociedade civil: reflexões sobre o campo feminista. *Cadernos Pagu*, n. 43, p. 13-56, 2014.

ANJOS, Antonio J. S. dos. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional da educação em Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, p. 569-600, dez. 2008.

BEAUVOIR, Simone. *O segundo Sexo: Fatos e Mitos*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1980.

BIROLI, Flávia. *Autonomia e Desigualdades de Gênero: Contribuições do Feminismo Para a Crítica Democrática*. Vinhedo: Editora Horizonte, 2013.

BIROLI, Flávia. Gênero e família em uma sociedade justa: adesão e crítica à imparcialidade no debate contemporâneo sobre justiça. *Revista de Sociologia e Política*, v. 18, n. 36. p. 51-65, jun/ 2010.

BITTENCOURT, Naiara Andreoli. Movimentos Feministas. *Revista InSURgência*, v. 1, n. 1, p. 198-210, 2015.

BRAH, Avtar. Diferença, diversidade, diferenciação. *Cadernos Pagu*. n. 26, p. 329-376, 2006.

CARTAXO, Sandra M. C. *Gênero e Ciência: Um estudo sobre as mulheres na Física*. 2012. 126 f. Dissertação (mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

CORDEIRO, Marinês Domingues. Mulheres na Física: um pouco de história. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 3, p. 669-672, dez. 2017.

FREIRE, Paulo. *Extensão ou Comunicação?* 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SERGIO AROUCA. Entrevista: Aumentam casos de violência doméstica durante a pandemia da Covid-19. Informe ENSP, 28 maio 2020. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/41449>>.

GADDIS, B. *Learning in a virtual lab: distance education and computer simulations*. 2000. Doctoral Dissertation. University of Colorado. Colorado, 2000.

KELLER, Evelyn Fox. Qual foi o impacto do feminismo na ciência? *Cadernos Pagu*, n. 27, p.13-34, 2006.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Faria de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MENEZES, Débora P. Mulheres na Física: a realidade em dados. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 2, p. 341-343, ago. 2017.

MIGUEL, Luís Felipe; BIROLI, Flávia. *Feminismo e Política: uma introdução*. São Paulo: Boitempo, 2014.

MIRANDA, Roberta Martins; VANIN, Vito Roberto; BECHARA, Maria José. Uso de simulações em disciplinas básicas de Mecânica em um curso de Licenciatura em Física. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF, 2004, Jaboticatubas, MG. *Anais (online) do IX EPEF*, 2004. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/posteres/p051-35.pdf>. Acesso em: 22 de julho de 2020.

MONNERAT, Alessandra. “Teto de vidro” na ciência: apenas 25% na categoria mais alta do CNPq são mulheres. *Gênero e Número*, 2017. Disponível em: <<http://www.generonumero.media/2mulheres-representam-metade-da-producao-cientifica-no-brasil-mas-sao-apenas-25-em-categoria-mais-alta-do-cnpq/>>. Acesso em: 7 de agosto de 2020.

PATEMAN, Carole. *O contrato sexual*. Tradução: Marta Avancini. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

STUDART, Nelson. Simulações, games e gamificação no Ensino de Física. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2015, Uberlândia, MG. *Anais (online) do XXI SNEF*, 2015. Disponível em: <http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/listaresumos.htm>. Acesso em: 22 de julho de 2020.

VELHO, Lea. Prefácio. In: SANTOS, Lucy Woellner dos. *et al. Ciência, tecnologia e gênero: desvelando o feminino na construção do conhecimento*. Londrina: IAPAR, 2006.

WOLF, Naomi. *O mito da beleza* [recurso eletrônico]: como as imagens de beleza são usadas contra as mulheres. Tradução: Waldéa Barcellos. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 2018.

WOODWARD, Kathryn. Identidade e diferença: uma introdução teórica e conceitual. In: SILVA, Tomaz Tadeu (Org.). *Identidade e diferença: a perspectiva dos Estudos Culturais*. Petrópolis: Vozes, 2007.