



Sabrina Eleutério Alves^{1, #}
 Danielle Aparecida Reis Leite²
 Yasmin Roberta de Oliveira¹

¹E.E. Francisco Cândido Xavier,
 Uberaba, MG, Brasil.

²Universidade Federal do Triângulo
 Mineiro, Uberaba, MG, Brasil.

RESUMO

Os estereótipos de gênero dificultam a atuação das mulheres em diferentes áreas e profissões, como ocorre na ciência. Por isso, a presença e a contribuição das mulheres para a ciência é um assunto que chama a atenção da comunidade acadêmica e incentiva o desenvolvimento de diferentes investigações. Partindo dessas considerações, foi desenvolvida uma pesquisa de Iniciação Científica Júnior cujo objetivo foi o de analisar uma coleção de livros didáticos de física adotada em uma escola pública de Uberaba, MG, visando identificar as cientistas citadas nessas obras e promover uma reflexão sobre essa abordagem. Além disso, através de um estudo teórico, foram identificadas as contribuições de mulheres cientistas para a física, complementando as informações identificadas nos livros analisados. Por fim, os resultados da pesquisa subsidiaram a elaboração de um jogo didático interdisciplinar para ser utilizado na educação básica. Por meio deste trabalho, foram problematizadas as questões de gênero na física, uma forma de contribuir para que estereótipos sejam superados e que a atuação das mulheres na ciência seja valorizada.

Palavras-chave: mulheres na ciência; física; livros didáticos

1. Introdução

Historicamente, as mulheres têm percorrido caminhos árduos para ocuparem os diferentes espaços no mercado de trabalho: na política, na economia, na ciência e em tantos outros campos. Entretanto, Saitovitch e cols. [1, p. 12] ressaltam que “por mais ativas que sejam nas diversas fases da história e em diversas áreas, as mulheres continuam a ter pouca participação nas instâncias de decisões fundamentais em nossa sociedade”. Assim, embora as mulheres tenham conseguido seus espaços, a presença masculina ainda é, em muitas áreas, evidentemente predominante.

De maneira específica, esse é o caso do campo científico cuja quantidade de homens ainda é superior à de mulheres. Essa discrepância se torna ainda maior quando analisamos áreas do conhecimento específicas, como é o caso das ciências exatas, compreendida como um campo majoritariamente masculino. De acordo com Saitovitch e cols. [1], a representatividade feminina na física, por exemplo, é ínfima. Para exemplificar essa constatação, Trindade e cols. [2] destacam que, de 1901 a 2014, apenas duas mulheres receberam o Prêmio Nobel em física. Menezes [3] destaca que o baixo interesse das mulheres pela física é observado desde a educação básica: a pesquisadora constatou que, entre os anos de 2005 e 2016, mais de 90% das premiações da Olimpíada Brasileira de Física (OBF) para a 3ª série do Ensino Médio são de estudantes do sexo masculino.

Essas constatações e reflexões têm

favorecido e incentivado a emergência de discussões e estudos abordando as relações de gênero na ciência. Silva e Ribeiro [4, p. 464] pontuam que:

É preciso problematizar o pressuposto de que a ciência é neutra com relação às questões de gênero, revelando que os valores e as características socialmente atribuídos às mulheres são desvalorizados na produção do conhecimento, e que desigualdades de gênero perpassam o campo científico, por exemplo, no que se refere: à sub-representação feminina em determinadas áreas da ciência, a ocupação de cargos de direção e o recebimento de bolsas PQ do CNPq, entre outros aspectos.

Trindade e cols. [2] destacam que esse cenário também incentiva movimentos que visam atrair mulheres para a ciência. As autoras mencionam que essas iniciativas procuram desconstruir concepções distorcidas que ainda dificultam a presença das mulheres na ciência, como a da falta de inclinação

feminina para a matemática ou a física. Apesar de ser um espaço propício para a desconstrução dessas concepções ultrapassadas e para mostrar às jovens estudantes que a carreira científica também é uma opção para as mulheres, as autoras supracitadas concordam que as discussões sobre as contribuições femininas para a ciência ainda estão pouco presentes no ambiente escolar. Nesse sentido, essas e outras pes-

As discussões sobre as contribuições femininas para a ciência ainda estão pouco presentes no ambiente escolar

#Autor de correspondência. E-mail: sabrina.fisica2020@gmail.com.

quisadoras [4-6] entendem que a escola precisa problematizar a presença das mulheres no campo científico. Uma possibilidade para a promoção de tais discussões é o destaque para as cientistas que contribuíram para a construção do conhecimento científico ao longo dos séculos. Apesar de as mulheres terem uma atuação importante na construção da física, por exemplo, ela é, em sua maioria, invisível [7].

Pelo fato de os livros didáticos serem o recurso pedagógico mais utilizado em sala de aula e, muitas vezes, a única fonte de informação disponível para professoras e alunas, Pinho e Souza [5] justificam o desenvolvimento de pesquisas que analisam o enfoque dado para as cientistas nessas coleções. Assim, acrescenta-se a importância da atenção para este tipo de material para que ele não corrobore com a reprodução de estereótipos de gênero na ciência, como tem ocorrido ao longo de décadas [6].

Com isso, propomos a realização de uma pesquisa de Iniciação Científica Júnior que visa analisar a abordagem da atuação das mulheres na ciência conferida pela coleção de livros didáticos *Física em Contexto*, de Maurício Pietrocola e colaboradores, adotada pela escola da discente, com o intuito de identificar as cientistas citadas nessas obras e promover uma reflexão sobre essa abordagem. Para tanto, buscamos responder aos seguintes problemas: “Quais figuras femininas que contribuíram para o desenvolvimento da física são contempladas pela coleção de livros didáticos *Física em Contexto*?” e “Como essas obras abordam e exploram a contribuição das mulheres para a ciência?”.

Diante do exposto, delinhamos os seguintes objetivos para esta investigação: identificar as cientistas contempladas na coleção *Física em Contexto*, de Maurício Pietrocola e colaboradores; descrever como os livros didáticos analisados abordam a contribuição das mulheres para a ciência; elaborar um jogo didático interdisciplinar sobre o tema desta investigação e que possa ser utilizado na educação básica.

2. Metodologia

Esta pesquisa foi realizada por meio de uma parceria da Universidade

Federal do Triângulo Mineiro – UFTM e a E. E. Francisco Cândido Xavier, na cidade de Uberaba, MG, a partir do Programa de Iniciação Científica e Tecnológica com bolsa financiada pelo CNPq. O trabalho foi realizado em cinco etapas subsidiadas pela parceria entre a professora orientadora da UFTM, a professora colaboradora e a aluna bolsista. As atividades desenvolvidas em cada etapa foram:

- Levantamento das concepções prévias da aluna bolsista sobre a temática desta investigação;
- Leitura de materiais e produções acadêmicas que tratam da presença das mulheres na ciência e, posteriormente, a confecção de resumos;
- Leitura e análise da coleção de livros didáticos *Física em Contextos*, de Maurício Pietrocola e colaboradores;
- Construção do jogo didático “Elas: as que vivem e fazem ciência”.

No decorrer do projeto, foram realizadas reuniões com as colaboradoras envolvidas no intuito de ajustarem as ações e analisarem os resultados apresentados pela bolsista em cada etapa concluída. Para facilitar a análise dos livros, foi criada uma planilha on-line para que a bolsista registrasse os principais resultados. É importante salientar que, para a construção do material didático, utilizamos como modelo o jogo “Perfil”. Assim, foram elaboradas a construção do tabuleiro, as regras para o jogo e as cartas.

3. Resultados e Discussões

Conforme o cronograma elaborado no projeto, inicialmente a bolsista realizou a atividade de revisão bibliográfica sobre o tema de pesquisa, momento em que entrou em contato com alguns trabalhos acadêmicos que versam sobre o assunto “mulheres na ciência”, como as Refs. [8-12]. É importante ressaltar que esse foi o primeiro contato da bolsista com artigos acadêmicos, proporcionando sua aproximação com o ambiente universitário, o que demonstra a importância de oferecer projetos de iniciação científica dessa natureza para a educação básica. Ao final de cada leitura, a bolsista elaborou um resumo do material lido, com as suas reflexões, como forma de compartilhar e sistematizar

as informações e os conhecimentos adquiridos com as leituras. Devido à falta de experiência na leitura de artigos, foi necessário refazer alguns resumos após orientações das professoras coordenadoras e colaboradoras do projeto.

Posteriormente, iniciamos a segunda etapa da pesquisa, que foi a leitura e a análise da coleção de livros didáticos *Física em Contextos* [13]. O interesse em olhar para os livros se justifica pelo fato de eles serem um material disponível para professores e alunos da escola, além de se tratar de uma fonte confiável para consulta. Para facilitar e orientar esse momento de análise, foi elaborada uma planilha on-line para que a bolsista colocasse suas principais anotações acerca da análise, como trechos e páginas do livro considerados importantes. Esse momento foi o primeiro contato da bolsista com esse tipo de atividade, levando-a a deixar o lado sensível e ser totalmente imparcial nas análises, ou seja, iniciando seus primeiros passos de pesquisadora.

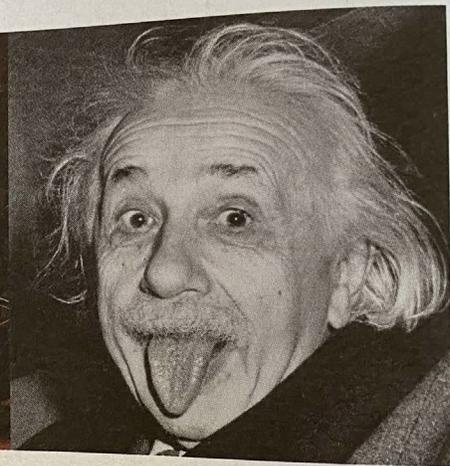
A coleção de livros analisada nesta pesquisa é organizada em três volumes. No volume I, identificamos a referência a apenas uma cientista: Lisa Randall (1962-), pesquisadora nas áreas de cosmologia e física de partículas, abordada por meio de uma simples descrição de sua carreira. No volume II, destinado ao segundo ano do Ensino Médio, não identificamos nenhuma referência a uma cientista mulher. Por fim, no volume III, identificamos duas: a astrônoma Annie Jump Cannon (1863-1941) e Marie Curie (1867-1934), que desenvolveram pesquisas sobre radioatividade. Annie Jump foi apresentada de forma sucinta, apesar de sua contribuição para a catalogação de estrelas e para a classificação espectral ser descrita com alguns detalhes. Marie Curie foi a única a ganhar uma apresentação um pouco mais longa nessa obra e as suas descobertas foram descritas de forma detalhada. Contudo, observamos que nenhuma dessas cientistas são retratadas sozinhas com seus feitos, mas na presença de cientistas homens, conforme podemos evidenciar nas Figs. 1 e 2.

Com esses resultados, questionamos se a participação das mulheres na ciência é realmente pequena ou se há uma invisibilização não só nos livros analisados, mas em toda a história. Com isso, concordamos com Lino e Mayorga [9, p. 97] quando afirmam que: “A história como um campo de estudos é, também, uma construção de

a seu modo, em um mundo ordenado (Figuras 2.1, 2.2 e 2.3).

Fred Duval/FilmMagic/Getty Images

Essdras M Suarez/The Boston Globe/Getty Images



APIC/Getty Images

Figuras 2.1, 2.2 e 2.3: Qual é a sua ideia de cientista? Acima, três físicos renomados: Stephen Hawking (1942-), inglês e pesquisador em cosmologia; Lisa Randall (1962-), estadunidense e pesquisadora nas áreas de cosmologia e física de partículas; e Albert Einstein (1879-1955), alemão que desenvolveu a teoria da Relatividade.

Figura 1 - Identificação da cientista Lisa Randall (1962-) na coleção de livros didáticos analisada. Fonte: Pietrocola e cols. [13, 2016].

verdades e a invisibilidade das mulheres nas ciências, é uma construção historiográfica”. Partindo desse ponto de vista, entendemos que os livros didáticos são parte dessa construção quando somente três mulheres cientistas são abordadas em toda coleção analisada.

Consideramos que a forma como essas cientistas são citadas nos livros analisados ainda está longe de ser satisfatória, pois estão ao lado de figuras masculinas e recebem um espaço muito menor nos livros quando comparado com a referência aos cientistas homens. Outro ponto a ser evidenciado, como vemos na Fig. 2, é que o rosto da Annie é colocado de perfil, o que nos leva a refletir sobre a tentativa de “esconder” ou não dar ênfase à referida cientista. Tal fato não contribui para a superação de estereótipos de gênero na ciência de uma maneira eficaz.

Assim, para tentar preencher essa lacuna, elaboramos, na etapa seguinte da pesquisa, um jogo didático de tabuleiro para problematizar a presença das mulheres na ciência para ser utilizado por professores em suas práticas pedagógicas. O uso de jogos no contexto das salas de aula pode ser considerado uma ferramenta nhoque facilita o processo de ensino-aprendizagem. Além de proporcionar momentos de descontração, os jogos podem favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico e da memória [14].

O jogo de tabuleiro elaborado foi inspirado no jogo “Perfil”, que tem 60 casas e 30 cartas. Em 20 cartas, o objeti-

vo é descobrir, por meio de dicas, qual é o perfil secreto, podendo ser o de uma cientista (Ada Lovelace, Valentina Tereshkova, Alice Ball, Mamie Clark, Márcia Barbosa, Rafaela Ferreira, Rosaly Lopes, Sonia Guimarães e Fernanda Staniszowski) ou temas, assuntos e objetos relacionados às cientistas (Astronomia, Tabela Periódica, DNA, Célula, Foguete, Microscópio, Raio X, Vulcão,

Computador e Feminismo). Além disso, o jogo possui 10 cartas bônus com assuntos e curiosidades sobre o tema “gênero na ciência”, contando com mais quatro cientistas (Hipátia de Alexandria, Marie Curie, Irène Curie e Jacqueline de Jesus). As Figs. 3 e 4 exemplificam a estrutura do tabuleiro e os tipos de cartas criadas.

Essa etapa de construção trouxe de-

3. Escrito nas estrelas

Agora que você já estudou os espectros de absorção e sabe que podemos analisar as estrelas por meio da luz por elas emitida, vamos conhecer um pouco mais da classificação espectral de Harvard e a descoberta da expansão do Universo.

3.1. Os tipos espectrais e a série de Balmer

As estrelas têm espectros característicos, dependendo dos elementos químicos presentes em sua composição e de sua temperatura superficial. A investigação espectral de uma grande variedade de estrelas mostrou que as muito quentes e azuladas (como a Spica, da Constelação de Virgem) apresentam absorção visível das linhas correspondentes à série de Balmer. Já em estrelas mais frias e avermelhadas (como a Próxima Centauri), essas linhas muitas vezes são inexistentes. Com base nesse padrão, Annie Jump Cannon, astrônoma do Observatório da Universidade Harvard, e seu colega Edward Pickering (Figuras 7.31 e 7.32) catalogaram mais de 225 mil estrelas em grupos que ficaram conhecidos como os tipos (ou classes) espectrais de Harvard.

Inicialmente, as estrelas foram agrupadas em 17 classes, nomeadas com as letras do alfabeto de acordo com a intensidade das linhas de Balmer na região visível do espectro do hidrogênio, sendo a classe A o grupo das estrelas com linhas mais fortes e Q as que apresentavam linhas mais fracas. Mas, com o desenvolvimento das pesquisas na área, descobriu-se que a intensidade dessas linhas estava diretamente relacionada à temperatura superficial das estrelas. Por isso, foi realizada uma nova organização de algumas classes espectrais, que estavam duplicadas. Estas foram então excluídas, dando origem à sequência utilizada atualmente, apresentada na Tabela 7.1.

Posteriormente, foram criadas dez subclasses com a adição dos algarismos de 0 a 9 às letras dos tipos espectrais, sendo 0 para as estrelas mais frias e 9 para as mais quentes. Assim, o Sol, cuja temperatura é próxima de 6000 K, é uma estrela do tipo G2.



Figuras 7.31 e 7.32: Annie Jump Cannon (1863-1941) e Edward Charles Pickering (1846-1919), responsáveis pela atual classificação espectral.

Figura 2 - Identificação da cientista Annie Jump Cannon (1863-1941) na coleção de livros didáticos analisada. Fonte: Pietrocola e cols. [13, 2016].

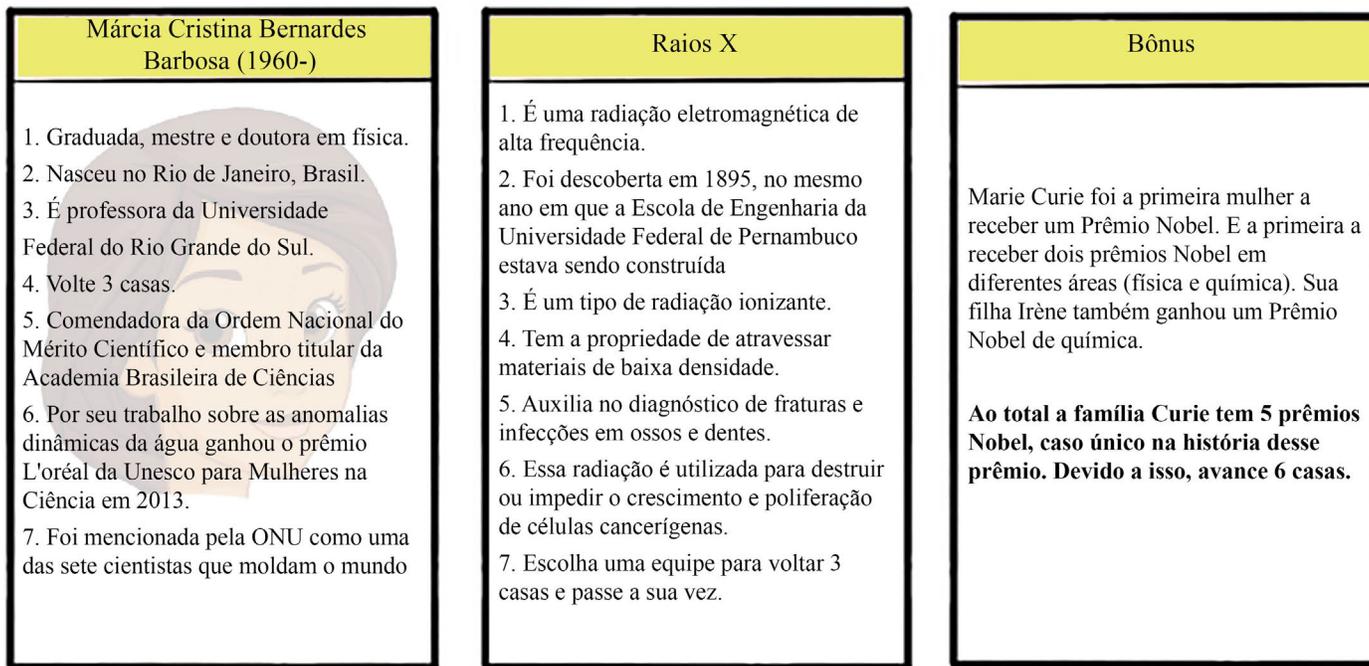


Figura 3 - Exemplos de cartas criadas para compor o jogo.

safios, como a escolha do *layout* do tabuleiro, a criação das regras do jogo e as cartas que seriam utilizadas. Para a construção das cartas, buscamos abordar três aspectos principais: “conhecimentos gerais”, “conteúdo específico” e “história da ciência”.

Com relação às orientações e regras criadas, sugerimos que o professor mediador as leia antes de iniciar a brincadeira. Para dar início ao jogo, a turma deve ser dividida em 5 grupos, com cada grupo representando um jogador e escolhendo a cor do peão que será utilizado no tabuleiro. Os membros das equipes podem trocar ideias entre si, mas, para evitar confusões, devem eleger um líder que falará por eles. Com as equipes constituídas, é estabelecida a ordem de participação no jogo.

O(a) professor(a) assume o papel de mediador(a), responsável pela logística dos *cards* de dicas. As cartas devem ser embaralhadas e empilhadas sobre a mesa, com as informações viradas para baixo. O mediador retira a primeira carta da pilha, a primeira equipe da rodada escolhe um número de 1 a 7 e o mediador lê a dica ou dá a instrução. A equipe tem direito a dar um palpite ou seguir as instruções: se acertar, a equipe avança no tabuleiro o número de casas correspondentes ao número indicado na dica; se errar ou não quiser dar o palpite, a equipe permanece na casa em que se encontra e passa a sua vez para o próximo grupo, que seguirá os

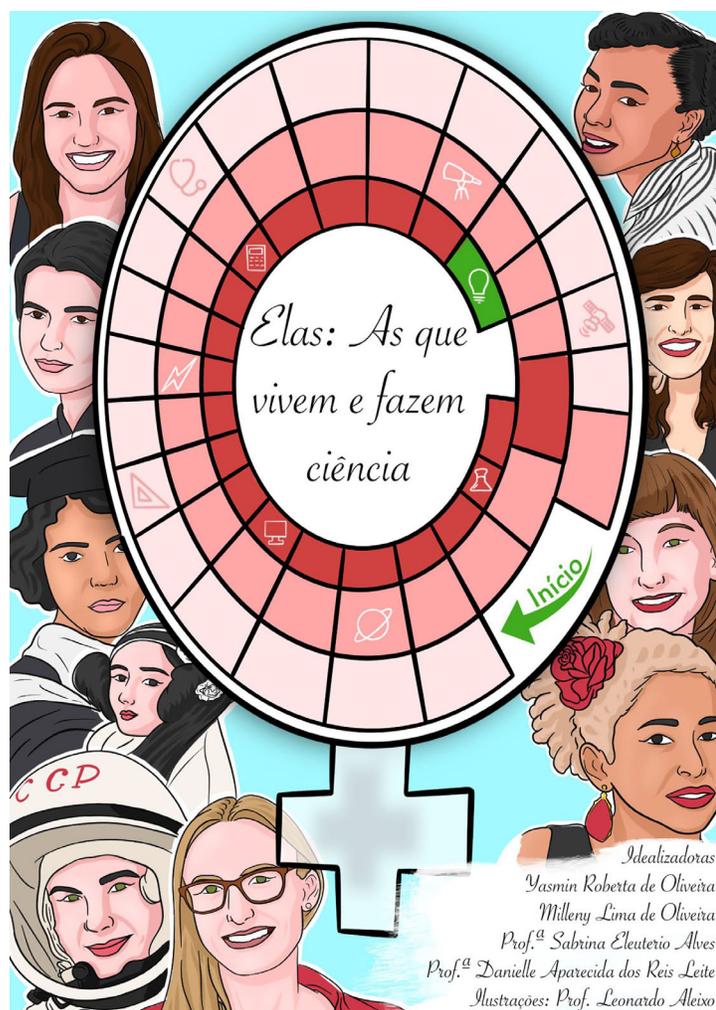


Figura 4 - Tabuleiro do jogo “Elas: as que vivem e fazem ciência”¹.

mesmos procedimentos. Ao mover o peão, a equipe pode chegar a uma casa especial que lhe dá o direito de escolher uma carta bônus. A equipe lê a curiosidade descrita na carta escolhida e depois segue a instrução que ela prevê. Vence o jogo a primeira equipe que chegar com seu peão na casa verde.

Para potencializar as discussões e atender ao objetivo proposto, apresentamos algumas instruções para as(os) professoras(es) utilizarem esse material em sala de aula. Assim, sugerimos que esse jogo seja utilizado após uma sequência de aulas, a fim de que seja estabelecido uma reflexão sobre o assunto por meio de debates, pesquisas e apresentações. Com isso, elaboramos uma sugestão de sequência didática, conforme apresentamos a seguir:

- I. Em um primeiro momento, sugerimos que o(a) professor(a) inicie as discussões com relação à importância das ciências, aos seus tipos, ao método científico, entre outros aspectos relacionados, para, posteriormente, abordar o tema principal: “mulheres na ciência”. Nesse segundo momento, a sugestão é para que o tema “estereótipos de gênero na ciência” seja apresentado aos estudantes por meio de perguntas problematizadoras, como: “Quais cientistas vocês conhecem?” e, a partir das respostas, questioná-los: “Desses, quantas são mulheres?”. Passada essa fase inicial de busca pelas concepções prévias e problematizações, a(o) docente solicita que os alunos formem grupos e realizem uma pesquisa sobre as cientistas que serão citadas no jogo². Levando em consideração as dicas dos *cards*, a(o) docente sugere um roteiro de investigação, com as principais informações para serem pesquisadas.
- II. Na segunda e na terceira aula, cada grupo deve realizar uma apresentação das cientistas pesquisadas. A intenção é a de socializar as informações levantadas com os colegas. Nesse momento, todos devem estar atentos às apresentações para que utilizem essas informações, posteriormente, no momento do jogo.
- III. A quarta aula será destinada ao jogo. A aplicação dele deve ser feita pelo(a) professor(a), que ficará responsável pela divisão dos grupos, pelo tabuleiro e pelos *cards* das dicas.

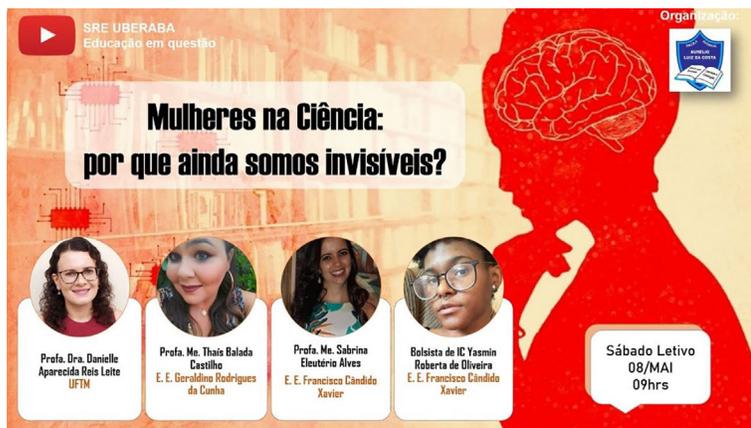


Figura 5 - Fôlder de divulgação da live em parceria com a SRE Uberaba.

A partir do desenvolvimento dessas atividades no projeto, contamos com a oportunidade de compartilhar nossas reflexões e nossos resultados em dois eventos acadêmicos. O primeiro evento ocorreu por meio de uma parceria da Secretaria Regional de Educação, da cidade de Uberaba, MG, com professores da educação básica e a referida aluna bolsista. Neste evento, foi compartilhado com os professores da rede estadual de ensino, os alunos e o público em geral discussões relacionadas à presença da mulher na ciência por meio dos resultados iniciais deste trabalho. Na Fig. 5, é compartilhado o fôlder de divulgação.

Outra oportunidade de participação e apresentação dos resultados foi no Simpósio Nacional de Ensino de Física, no qual a bolsista do projeto compartilhou, como pesquisadora, suas vivências para a comunidade acadêmica. Ressalta-se que essa foi a primeira experiência da bolsista em eventos e projetos dessa natureza, o que demonstra a importância da aproximação entre escolas e universidades.

4. Conclusões

A partir da realização desta pesquisa, evidenciamos a importância das parcerias entre a universidade e as escolas de educação básica por meio dos projetos de iniciação científica. Com base nessa oportunidade, a bolsista, estudante do Ensino Médio, teve a oportunidade de vivenciar e conhecer o processo de produção de conhecimento em

ensino de física sobre o tema que subsidiou o desenvolvimento da pesquisa.

Com o trabalho de revisão bibliográfica e a análise dos livros didáticos foi possível constatar que a contribuição das mulheres para a física é pouco valorizada pela obra didática. Apesar de termos identificado vários trabalhos e contribuições das cientistas para a física, elas são pouco reconhecidas devido à construção histórico-social que desvaloriza e minimiza a participação das mulheres na ciência. Com isso, ressaltamos que essa temática deve ser discutida em sala de aula.

Portanto, reforçamos que o jogo didático elaborado como resultado da investigação pode proporcionar a alunos e professores uma forma alternativa, divertida e atraente para construir o conhecimento e problematizar a contribuição feminina na ciência. Assim, com a construção do jogo, poderemos difundir nomes, contribuições e conhecimentos gerais, bem como suas principais aplicações. Além disso, ele proporciona aos envolvidos na brincadeira uma visão crítica reflexiva acerca da presença das mulheres na ciência.

Agradecimentos

A terceira autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa concedida para a realização desta pesquisa.

Recebido em: 21 de Janeiro de 2022

Aceito em: 16 de Janeiro de 2022

Notas

¹Material disponível para download em: https://drive.google.com/drive/folders/1IP8_8NFtOTQjhrbITnuAl771xP_hxUQq?usp=sharing.

²Pensando em uma sala com 35 alunos, é indicada a divisão em 5 grupos com 7 alunos e cada grupo fica responsável por duas cientistas.

Referências

- [1] [1] E.B. Saitovitch, B.S. Lima, M.C. Barbosa, in: *Mulheres na Física: Casos Históricos, Panorama e Perspectiva* (Livraria da Física, São Paulo, 2015), p. 245-259.
- [2] [2] L.S.P. Trindade, M.H.R. Beltran, S.R. Tonetto, *Práticas e Estratégias Femininas: Histórias de Mulheres nas Ciências da Matéria* (Livraria da Física, São Paulo, 2016).
- [3] [3] D.P. Menezes, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **34**, 341 (2017).
- [4] [4] F.F. Silva, P.R.C. Ribeiro, *Ciência & Educação* **20**, 449 (2014).
- [5] [5] M.J.S. Pinho, A.M.F.L. Souza, *Revista Feminismos* **2**, 727 (2014).
- [6] [6] M.L.A.S. Silveira, F.A.O. Chagas, in: *Anais do XVI Semana de Licenciatura e VII Seminário da Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática* (IFG, Jataí, 2019).
- [7] [7] G. Bezerra, M.C. Barbosa, in: *Mulheres na Física no Brasil: Contribuição de Alta Relevância, Mas, Por Vezes, Ainda Invisível* (Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, 2016), p. 130-133.
- [8] [8] V.S. Bolzani, *Ciência e Cultura* **69**, 56 (2017).
- [9] [9] T.R. Lino, C. Mayorga, *Saúde & Transformação Social* **7**, 96 (2016).
- [10] [10] M.G.R. Grossi, S.D.B. Borja, A. Lopes, A.M.L. Andalecio, *Revista Estudos Feministas* **24**, 11 (2016).
- [11] [11] R. Igotofsky, *As Cientistas: 50 Mulheres que Mudaram o Mundo* (Blucher, São Paulo, 2017).
- [12] [12] H.P. Melo, L.M.C.S. Rodrigues, *Pioneiras da Ciência no Brasil* (Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência, Rio de Janeiro, 2006).
- [13] [13] M. Pietrocola, A. Pogibin, R.C.A. Oliveira, T.R.L. Romero, *Física em Contextos* (FTD, São Paulo, 2016).
- [14] [14] A.S. Fontes, F.P. Ramos, R.C. Schwerz, C. Cargin, *Ensino, Saúde e Ambiente* **9**, 90 (2016).