



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO-CAMPUS BACABAL
CENTRO DE CIÊNCIAS DE BACABAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS
NATURAIS - FÍSICA

**A IMPORTÂNCIA DAS MULHERES NA FÍSICA E SUAS CONTRIBUIÇÕES
POR MEIO DE UM JOGO DE RPG DE CARTAS**

BACABAL-MA

2024

MÔNICA MARIA CARVALHO LIMA LOPES

**A IMPORTÂNCIA DAS MULHERES NA FÍSICA E SUAS CONTRIBUIÇÕES
POR MEIO DE UM JOGO DE RPG DE CARTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências do curso de Licenciatura em Ciências Naturais- Física, como requisito para obtenção do título de graduado em Ciências Naturais - Física.

Orientador: prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa.

**BACABAL-MA
2024**

Carvalho Lima Lopes, Mônica Maria.

A IMPORTÂNCIA DAS MULHERES NA FÍSICA E SUAS
CONTRIBUIÇÕES POR MEIO DE UM JOGO DE RPG DE CARTAS /
Mônica Maria Carvalho Lima Lopes. - 2024.

64 p.

Orientador(a): Hawbertt Rocha Costa.

Curso de Ciências Naturais - Física, Universidade
Federal do Maranhão, Bacabal/ma, 2024.

1. Mulheres. 2. Físicas. 3. Reconhecimento. 4. Jogo
de Cartas. 5. Rpg. I. Rocha Costa, Hawbertt. II. Título.

MÔNICA MARIA CARVALHO LIMA LOPES

**A IMPORTÂNCIA DAS MULHERES NA FÍSICA E SUAS CONTRIBUIÇÕES
POR MEIO DE UM JOGO DE RPG DE CARTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências do curso de Licenciatura em Ciências Naturais - Física, como requisito para obtenção do título de graduado em Ciências Naturais - Física.

Orientador: prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa.

NOTA: _____

Data de aprovação: _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

Prof. Dra. Carolina Pereira Aranha
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

Prof. Me. Mateus de Lima Correia
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

AGRADECIMENTOS

Dedico minha gratidão ao meu Deus, a quem costumo chamar de “Paizinho”, dono de toda sabedoria, me conhece muito bem e sempre me ajudou em todos os meus projetos, eu não seria nada sem Ele.

Sou grata à minha família, sem meus pais, minhas filhas, minha irmã, meu sobrinho e meu cunhado, eu não teria conseguido, estiveram sempre incentivando e acreditando que eu sou capaz, embora eu não acreditasse em mim mesma.

Ao meu esposo, Nonato, que chegou a pouco tempo na minha vida, chegou na hora da maior pressão (produção do TCC), mas foi compreensivo e cuidadoso.

Agradeço aos meus professores, especialmente ao Prof. Dr. Hawbertt que na hora que decidi largar tudo (durante uma crise de ansiedade) não me deixou sozinha, em um dia de muita ansiedade e desejo de jogar tudo para o alto, mesmo ele estando sobrecarregado de trabalho, parou pra me atender e me dar uma palavra de ânimo. Ele acreditou em mim.

Minha gratidão aos meus novos coleguinhas do PEDIC, Cícero, Keisyglan e Tatiana; o apoio deles foi fundamental na construção das cartas e dicas para o jogo.

Desde a antiguidade, nunca se ouviu,
nem com ouvidos se percebeu, nem
olhos viram outro deus além de Ti, que
trabalhe em favor daquele que nele
espera.

Isaías 64.4

RESUMO

A construção da ciência tem sido feita por pessoas que dedicaram sua vida a produzir um bem imaterial e duradouro – o conhecimento. Grande parte da produção científica existente foi produzida também por mulheres, embora, em muitas situações, não haja registro ou reconhecimento. É perceptível o quanto mulheres tornaram-se invisíveis, tendo seu trabalho, dedicação e produção acadêmica suplantada pelo mérito dados aos homens; apenas aos homens. Nesse contexto, há a necessidade de dar visibilidade às mulheres que contribuíram para a construção da Física como ciências e reconhecimento às suas contribuições. Para isso, realizamos a proposta de criação de um jogo de cartas tipo RPG em turnos, com inspiração no jogo YuGiOh!, O jogo foi elaborado a partir da biografia e pesquisa sobre a produção científica de dezesseis cientistas, entre estrangeiras e brasileiras. Esse cenário e as ferramentas do jogo foram elaborados com base no campo de atuação das mesmas. A mecânica do jogo foi elaborada com base na tétrede de Shell (2011), direcionado para alunos de Ensino Médio, por já terem contato com a disciplina Física. Através da elaboração desse jogo intitulado de FeminoFísicas, buscamos promover experiências diversas e divertidas que estimulem o aprendizado e o investimento em carreiras acadêmicas, especialmente no público feminino. Dessa forma poderemos contribuir para a divulgação da ciência, daremos mérito às cientistas e iremos colaborar com a formação de cidadãs conscientes de suas capacidades, que sejam capazes de se enxergar como futuras produtoras de conhecimento, independente das possíveis dificuldades que venham a existir. Além de colaborar para a mudança da uma sociedade sexista para uma sociedade que apoia seus pensadores e cientistas independentes do sexo.

Palavras chaves: Mulheres, Cientistas, Física, Reconhecimento, Jogo de Cartas, RPG.

ABSTRACT

The construction of science has been carried out by people who dedicated their lives to producing an immaterial and lasting good – knowledge. Much of the existing scientific production was also produced by women, although, in many situations, there is no registration or recognition. It is noticeable how invisible women have become, having their work, dedication and academic production supplanted by the merit given to men; only to men. In this context, there is a need to give visibility to women who contributed to the construction of Physics as a science and recognize their contributions. To this end, we proposed the creation of a turn-based RPG card game, inspired by the game YuGiOh!. The game was created based on the biography and research on the scientific production of sixteen scientists, including foreigners and Brazilians. This scenario and the game tools were created based on their field of activity. The game mechanics were developed based on Shell's tetrad (2011), aimed at high school students, as they already have contact with the Physics subject. Through the development of this game entitled FeminoFísicas, we seek to promote diverse and fun experiences that encourage learning and investment in academic careers, especially among female audiences. In this way, we will be able to contribute to the dissemination of science, we will give merit to scientists and we will collaborate with the formation of citizens who are aware of their capabilities, who are capable of seeing themselves as future producers of knowledge, regardless of the possible difficulties that may exist. In addition to contributing to the change from a sexist society to a society that supports its thinkers and scientists regardless of sex.

Keywords: Women, Scientists, Physics, Recognition, Card Game, RPG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Carta FeminoFísica	41
Figura 2.	Carta da Guerreira	42
Figura 3.	Carta de informações sobre a cientista	42
Figura 4.	Conjunto de cartas cientista Lise Meitner	43
Figura 5.	Atributo da cientista	44
Figura 6.	Atributo da Física Nuclear e Radioatividade	45
Figura 7.	Atributo da Matéria Condensada e Materiais	45
Figura 8.	Atributo da Física Teórica	46
Figura 9.	Atributo da Física Médica e Biofísica	46
Figura 10.	Atributo Educação em Ciências e Ensino de Física	46
Figura 11.	Atributo Física Experimental e Quântica	47
Figura 12.	Átomos: representação de poder	48
Figura 13.	Habilidade	49
Figura 14.	Pontuações	49
Figura 15.	Cartas de cenário	50
Figura 16.	Cartas de ferramenta	51
Figura 17.	Carta de ferramenta – atributo	52
Figura 18.	Cartas que fazem fusão	53
Figura 19.	Carta-guia	53

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Cientistas mulheres invisíveis na Física: contribuições e desafios	16
2.1.1 Émilie du Châtelet (1706-1749).....	16
2.1.2 Marie Sklodowska-Curie (1867-1934).....	17
2.1.3 Lise Meitner (1878-1968).....	18
2.1.4 Emmy Noether (1882-1935).....	18
2.1.5 Mary Lucy Cartwright (1900-1998).....	19
2.1.6 Maria Goeppert Mayer (1906-1972).....	19
2.1.7 Rosalind Esie Franklin (1920-1958)	20
2.1.8 Rosalyn Yalow (1921-2011).....	21
2.1.9 Mildred Spiewak Dresselhaus (1930-2017)	22
2.1.10 Elisa Frota Pessoa (1921-2018)	22
2.1.11 Sonja Ashauer (1923-1948).....	23
2.1.12 Neusa Amato (1926-2015).....	24
2.1.13 Susana de Souza Barros (1929-2011)	25
2.1.14 Yvonne Mascarenhas (1931)	26
2.1.15 Amélia Império Hamburger (1932-2011).....	27
2.1.16 Maria Carolina Nemes (1953-2013).....	28
2.2 Princípios de Game Design para Jogos Educativos	28
2.3 O Jogo de RPG de Cartas em turnos	32
3 METODOLOGIA	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 Cartas das cientistas	41
4.1.1 Atributos	43
4.1.2 Símbolo do átomo	47
4.1.3 Nome e descrição da habilidade.....	48
4.1.4 Pontuação das cartas.....	49
4.2 Cartas dos espaços	50
4.3 Cartas de ferramentas	51
4.4 Cartas-guia	53
4.5 Jogabilidade	54

4.5.1 Pontos importantes	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	59

APRESENTAÇÃO

Os números e as ciências naturais sempre me atraíram, então, depois de ter concluído Enfermagem e Obstetrícia, resolvi fazer um novo curso na área de ciências naturais. Sempre amei estudar. No entanto, o primeiro impacto que tive foi no dia da matrícula quando um membro do quadro docente fez o seguinte comentário: *“Você é enfermeira?! Ah, não vai terminar esse curso não”*.

Fiquei surpresa, mas iniciei o curso com muita garra, em uma turma com mais de trinta alunos, contendo mais mulheres que homens. Porém, a turma foi diminuindo a cada dia, permanecendo apenas duas colegas que se formaram em física. As demais migraram para biologia. No meu caso, acabei atrasando o curso devido a minha intensa jornada de trabalho que não me permitiu cursar todas as disciplinas oferecidas por período, além de crises de pânico associadas à produção do trabalho de conclusão do curso, mas hoje estou aqui, finalizando mais esse ciclo.

Foi uma trajetória difícil, eu era a mais velha da turma, casada e com duas filhas pequenas. Além disso, fui convidada inúmeras vezes a abandonar Física e migrar para Biologia, por ser mais "parecida" comigo. Processos familiares envolvendo comportamentos machistas, a responsabilidade de ser "filha" e cuidar dos pais idosos, além de duas filhas adolescentes, geraram em mim enfermidades emocionais difíceis de lidar por ter que tentar manter o equilíbrio entre todas as funções que uma mulher precisa desenvolver.

Investir em formação e construir uma carreira é uma tarefa árdua no universo feminino, por isso, tantas mulheres abrem mão durante o processo. Quando uma mulher consegue chegar ao fim do processo formativo, nasce outro obstáculo: superar o clima sexista no ambiente de trabalho.

A história se repete frequentemente. As físicas desde a antiguidade até os dias de hoje viveram as mesmas experiências, tornaram-se invisíveis, apesar de suas conquistas. Na Física temos mulheres que foram determinadas em superar as dificuldades e investiram seu conhecimento nos seus sonhos de se tornarem cientistas, pesquisadoras, professoras, dentre outras. No entanto, foram desfavorecidas por uma cultura sexista, permanecendo sub-representadas.

A fim de colaborar para a não invisibilidade dessas mulheres e de tantas outras que passaram e ainda passam por tais dificuldades, é que nasce o presente trabalho de conclusão de curso. O foco central da proposta é utilizar a ludicidade, a partir de um

jogo de RPG em cartas, para dar visibilidade ao papel e a importância das mulheres na Física, buscando trazer à tona suas conquistas, feitos e barreiras enfrentadas.

1 INTRODUÇÃO

A Física, como um dos pilares fundamentais da ciência, moldou profundamente nossa compreensão do universo, desde os fenômenos cotidianos até as questões mais complexas sobre a natureza e o universo. Ao longo da história, a Física tem sido dominada por figuras masculinas, muitas vezes ofuscando contribuições importantes feitas por mulheres. A maioria delas enfrentou desafios consideráveis em suas carreiras devido às barreiras de gênero. No entanto, uma revisão mais cuidadosa revela um legado impressionante de mulheres cujas descobertas, contribuições e inovações têm sido cruciais para o avanço da Física, frequentemente nomes masculinos são citados como grandes cientistas em detrimento destas mulheres inovadoras.

Dentre as mulheres que se destacaram, temos Marie Curie que desenvolveu a teoria da radioatividade, fazendo avanços na Física Nuclear. Esta pesquisadora enfrentou discriminação significativa, pois, em sua época, as mulheres tinham acesso limitado às universidades e instituições científicas, seu trabalho era frequentemente subestimado e atribuídos aos colegas ou ao seu marido (Saitovitch, 2015).

Mildred Dresselhaus fez pesquisas fundamentais sobre o grafite e a estrutura dos nanotubos de carbono, ajudando a estabelecer o campo da nanotecnologia e contribuindo para a compreensão das propriedades eletrônicas e mecânicas dos materiais. Ela foi desestimulada pelos próprios professores de colegial a não seguir carreira científica, mas que se tornasse secretária ou enfermeira onde teria melhores oportunidades. No entanto, com seu autodidatismo, sempre foi destaque, o que fortaleceu sua paixão pela Física (Saitovitch, 2015).

No Brasil temos o exemplo de Sônia Guimarães, pesquisadora reconhecida por seu trabalho em Física de partículas e estudo de neutrinos; enfrentou desafios significativos devido ao preconceito de gênero em um campo predominantemente masculino, além das dificuldades de ser uma mulher negra na ciência (Rosa, 2020).

Muitas mulheres contribuíram para o desenvolvimento e avanço da Física, no entanto, segundo Carvalho, Giacomelli, Locatelli (2024), alguns livros não citam mulheres ou fazem pouquíssimas referências em relação a elas. De modo que, a sub-representação de mulheres cientistas em livros didáticos é um problema persistente no Brasil. Diversos fatores históricos e culturais contribuíram e ainda contribuem para que mulheres engajadas na ciência sejam ignoradas frequentemente.

O ensino de Física desempenha um papel importante na formação de cidadãos críticos, fornecendo ferramentas para a compreensão do mundo natural e desenvolvimento de habilidades analíticas. Esse papel é ainda mais relevante quando analisamos sua influência na formação de mulheres, um grupo historicamente sub-representado nas áreas das ciências exatas.

Marani (2019) trata sobre a influência do ensino de ciências na formação de um pensamento crítico e conseqüente formação de cidadão ativo na sociedade. A educação não pode ser limitada a conceitos e fórmulas, é necessário que haja uma abordagem que promova pensamento crítico e colabore para a formação do cidadão. Nesse sentido faz-se necessário promover uma reflexão sobre o papel das mulheres na ciência e os desafios que enfrentaram para que pudessem produzir cientificamente, visando combater comportamentos sexistas que ainda prevalecem na sociedade.

No intuito de promover o fortalecimento das figuras femininas da Física, bem como suas colaborações para o amadurecimento desta ciência, nos propusemos à criação de um jogo para alunos de Ensino Médio contendo informações relevantes sobre algumas físicas brasileiras e estrangeiras. Brites (2023), afirma que o uso de jogos pode contribuir para a problemática relacionada à desmotivação dos estudantes, pois trabalha os conteúdos de maneira lúdica e divertida.

O uso de jogos tem se tornado cada vez mais frequente como uma metodologia utilizada em sala de aula por ser uma prática eficaz no processo de ensino-aprendizagem. A abordagem através dos jogos fundamenta-se na participação ativa dos alunos, favorecendo a apreensão do conhecimento.

Para a aplicação do tema voltado para o conhecimento de mulheres físicas e suas contribuições para esta ciência, optamos por um jogo de cartas do tipo RPG (Role-Playing Game), que é uma categoria de jogo em que os jogadores assumem papéis de personagens em um cenário fictício, onde cada personagem será definida por suas histórias. Neste ponto, a abordagem sobre as histórias dos personagens é interessante porque faremos uma breve explanação sobre a vida e produção científica das físicas.

No desenvolvimento deste jogo de cartas tipo RPG, faremos uma abordagem utilizando as contribuições das mulheres na Física formatando-as em habilidades (poderes) e fragilidades (fraquezas) utilizadas durante o desenvolvimento do jogo. Assim, o jogador poderá obter um conhecimento histórico-científico sobre cientistas brasileiras e estrangeiras, fortalecendo o papel da mulher no campo da ciência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Historicamente, a Física, como muitas outras ciências, tem sido dominada por homens. Esse protagonismo masculino não é apenas uma questão numérica, mas reflete na sociedade e na vida acadêmica, isto favoreceu a participação masculina, especialmente nos períodos de maior desenvolvimento da Física, como durante o Iluminismo e a Revolução Industrial (Silva, 2018), visto que havia uma divisão sexual do trabalho, com trabalhos destinados aos homens e outros diferentes destinados às mulheres, além do maior valor social e econômico agregado ao trabalho dos homens (Kergoat, 2009 *apud* Gonçalves; Quirino, 2017). Durante séculos, nomes como Isaac Newton, Albert Einstein, e Niels Bohr têm sido celebrados como os pilares da física moderna, representando o que foi considerado "natural" no ambiente científico, visto que a educação das mulheres estava restrita aos assuntos domésticos, enquanto as ciências exatas eram vistas como domínios masculinos (Lira, 2021).

A construção social do cientista bem-sucedido foi moldada em torno de características tradicionalmente associadas ao masculino, como objetividade, racionalidade, e a habilidade de não deixar emoções influenciarem o processo produtivo (Prado, Fleith, 2020 *apud* Ibarra, Ramos, Oliveira, 2021). Isso criou um ambiente onde a contribuição feminina era frequentemente invisibilizada ou ignorada. Na atualidade observamos que ainda existe um comportamento sexista no meio acadêmico e no ambiente escolar que é fortalecido com a sub-representação de mulheres que se destacaram e ainda se destacam na ciência.

A escola é o ambiente que tem grande capacidade de influenciar na mudança das atitudes de preconceito, bem como pode estimular meninas a persistirem em suas carreiras. No entanto, este processo é comprometido quando as figuras femininas não aparecem nos livros didáticos ou nas aulas (Carvalho, 2024), não há informações sobre as cientistas que influenciaram no desenvolvimento da ciência, especialmente na Física (nosso objeto de estudo).

Louro (2003 *apud* Heerd e Batista, 2017) comenta que o olhar científico não pode ser considerado isento das influências das relações de gênero serem desiguais, uma vez que a segregação social e política historicamente imposta às mulheres resultou em sua significativa invisibilidade. De modo que possa contribuir com a superação dessa temática, selecionamos algumas mulheres Físicas pesquisadoras, que colaboraram para o crescimento dessa ciência ao longo dos anos, mas que possuem pouquíssimas

referências ou reconhecimento em livros ou artigos afim de que suas histórias e conquistas tornem-se conhecidas e sirvam de estímulo para a superação das imposições feitas por uma sociedade ainda com comportamentos sexistas.

2.1 Cientistas mulheres invisíveis na Física: contribuições e desafios

2.1.1 Émilie du Châtelet (1706-1749)

Francesa, Émile foi uma figura notável e influente na ciência do século XVII. Possuía facilidade em aprender e logo passou a dominar várias línguas, inclusive o latim, possuía grande habilidade na matemática e na filosofia. Casou-se em 1725 com o Marquês Florente-Claude Du Châtelet-Lomont, coronel do exército do rei Louis XV; o que proporcionou uma posição de privilégio e prestígio na sociedade de corte. Dessa união foram gerados três filhos, no entanto, o matrimônio logo se desfez e passaram a viver vidas independentes, mas mantiveram amizade e cumplicidade nos assuntos familiares e de Estado (Zinsser, 2006 *apud* Silva, 2018). Émile foi uma figura importante no período do Iluminismo, mas foi vítima da exclusão na história, visto que toda menção feita sobre os intelectuais do iluminismo se limitam ao universo masculino, excluindo a presença e atuação da mulher como participante ativa do movimento intelectual da época (Porter, 2001 *apud* Silva, 2018). Desta associação com Voltaire, a Marquesa veio a conhecer a ciência Newtoniana. Sua obra, principalmente nas áreas da Física e Matemática, foi crucial para o avanço do conhecimento científico, especialmente na disseminação e interpretação das ideias de Isaac Newton. Émilie escreveu um tratado de Física dedicado ao seu filho, o *Institutions de Physique*, em 1740, onde discutiu sobre princípios básicos do conhecimento, sobre a natureza do espaço e do tempo, além de fenômenos associados à gravidade. Quando foi divulgado que o trabalho foi produzido por uma mulher, ela começou a ser difamada pela sociedade, que rejeitava a presença de mulheres na ciência (Zinsser, 2007 *apud* Schmitz, 2023). Em 1744, Du Châtelet traduziu para o francês a obra de Newton *Principia Mathematica*, originalmente em latim. Na tradução foram adicionados comentários expondo sua interpretação da obra, além de fazer a conversão da geometria do trabalho original em um cálculo mais contemporâneo (Schmitz, 2023).

2.1.2 Marie Sklodowska-Curie (1867-1934)

Nasceu em Varsóvia, na Polônia, esta cientista, desenvolveu a teoria da radioatividade, descobriu os elementos polônio e rádio, e fez avanços significativos na Física Nuclear. Curie foi a primeira pessoa a ganhar dois Prêmios Nobel em diferentes campos científicos (Física e Química). Seu trabalho estabeleceu as bases para a pesquisa em física nuclear e medicina radiológica. Marie teve dificuldades para iniciar sua vida acadêmica, visto que era polonesa e na Polônia mulheres não eram aceitas na educação superior, portanto, mudou-se para a França, onde graduou-se como primeira aluna de sua turma. Após a formatura, tentou retornar e trabalhar em sua nação, mas foi recusada sob a alegação de que ela era mulher. Assim, retornou para Paris onde casou-se com Pierre Curie. Casada e com uma filha, Marie continuou produzindo em suas pesquisas e tornou-se a primeira mulher na Europa a ter um doutorado. Em 1904 nasceu a sua segunda filha e em 1906 tornou-se viúva.

Marie apresentou-se como candidata à Academia de Ciências Francesa, no entanto, foi vítima de uma derrota promovida pela discriminação por ser mulher e pela xenofobia. Embora muitos críticos afirmassem que a sua produtividade havia diminuído após a morte do marido, isso não a impediu que continuasse a produzir na ciência de vanguarda. Em uma época marcada por grande discriminação, Marie enfrentou constantes tentativas de creditarem a Pierre a maior parte de seu sucesso, inclusive a proposta de conceder o Nobel apenas a ele. No entanto, ela resistiu firmemente, lutando pelo reconhecimento de sua própria contribuição para a ciência, uma batalha que culminou em sua consagração como a primeira pessoa a receber dois Prêmio Nobel científicos distintos (Química e Física).

Marie Curie precisou lutar constantemente contra o machismo e a xenofobia presentes no meio científico de sua época. Seu trabalho em Paris foi permeado por tentativas de minar sua credibilidade, subestimando suas descobertas por ser mulher. Apesar disso, Marie Curie manteve-se resiliente, defendendo seus direitos autorais sobre suas pesquisas e solidificando seu nome na história da ciência. O impacto de sua trajetória continua a ser referência na pesquisa em Física nuclear e Medicina radiológica (Saitovitch, 2015).

2.1.3 Lise Meitner (1878-1968)

Austríaca, de família judaica, sempre demonstrou talento excepcional para as ciências, mas enfrentou barreiras significativas devido ao seu gênero, pois naquela época as universidades da Áustria não aceitavam mulheres, o que levou Meitner a estudar de forma privada antes de ser admitida na Universidade de Viena em 1901. Lá, estudou física sob a orientação de Ludwig Boltzmann e obteve seu doutorado em 1905. Após o doutoramento, Meitner mudou-se para Berlim, onde trabalhou com o químico Otto Hahn no Instituto Kaiser Wilhelm. Inicialmente, ela foi barrada pelos porteiros cumpridores do preconceito contra mulheres na universidade, tendo que usar a porta dos fundos para ter acesso ao laboratório, do trabalho em parceria com Otto, resultou a descoberta do elemento químico protactínio. Em 1922 Lise fez uma descoberta notável sobre a emissão de elétrons de um átomo conhecida como "Efeito Auger" (elétron Auger), no entanto o nome dado foi dado em homenagem a Pierre Auger, que recebeu o mérito. Apesar dessas restrições, Meitner e Hahn formaram uma parceria científica que duraria décadas, juntos investigaram a radioatividade, contribuindo para o campo da Física Nuclear. Lise foi a primeira mulher em Berlim a ter destaque.

A compreensão da fissão nuclear foi essencial para o desenvolvimento da energia nuclear e armas nucleares. Meitner foi uma das pioneiras na física nuclear, apesar de ter sido injustamente excluída do Prêmio Nobel concedido a Hahn em 1944. Otto publicou as descobertas feitas omitindo o nome de Lise (Canal Universidade da Química, 2023), além disso, por ser judia e Adolf Hitler estar no controle do país. Após a Segunda Guerra Mundial, Meitner continuou sua carreira na Suécia, recebendo inúmeros prêmios e honrarias, incluindo a Medalha Max Planck, em 1949, e a nomeação como membro da Academia de Ciências Leopoldina (Saitovitch, 2015).

2.1.4 Emmy Noether (1882-1935)

Cresceu em um ambiente intelectualmente estimulante, de origem judia. Filha de um matemático Max Noether, enfrentou inúmeras barreiras para ingressar e se afirmar no meio acadêmico, não pôde se matricular nem mesmo na Universidade Erlangen (Alemanha) onde seu pai lecionava, devido às restrições de gênero. Kimberling (1981, apud Saitovitch, 2015) afirma "que vários membros do conselho da citada universidade declaravam que a admissão de estudantes do sexo feminino

destruiria a ordem acadêmica". Noether foi forçada a participar das aulas como "ouvinte" antes de finalmente conseguir se matricular em 1904, sendo uma das duas mulheres entre os 986 estudantes daquele ano (Areas, Barbosa, Santana, 2019). Após obter seu doutorado, sua carreira acadêmica continuou a ser dificultada pelo fato de ser mulher.

Durante muitos anos, ela trabalhou sem salário na Universidade de Göttingen, onde contribuiu para o desenvolvimento da álgebra moderna e da física teórica. O reconhecimento por parte dos seus pares só veio lentamente. Desenvolveu o teorema de Noether, que relaciona simetrias em física com leis de conservação, este teorema é fundamental para a física teórica e matemática, influenciando a teoria dos campos e a física de partículas. Suas ideias são centrais em várias áreas da física moderna (Saitovitch, 2015).

2.1.5 Mary Lucy Cartwright (1900-1998)

Inglesa, descendente de uma aristocracia em formação universitária, foi uma das matemáticas mais influentes do século XX e uma das primeiras mulheres a alcançar reconhecimento internacional em um campo dominado por homens, apesar de ter enfrentado preconceitos significativos, de ser subestimada e não ter tido as mesmas oportunidades que seus colegas masculinos. Cartwright é conhecida por suas contribuições à teoria do caos e sistemas dinâmicos, áreas que têm aplicações diretas na Física. Sua colaboração com J. E. Littlewood resultou no Teorema de Cartwright-Littlewood, que forneceu base matemática para o estudo de equações diferenciais não lineares, esses trabalhos colaboraram para o entendimento de fenômenos físicos envolvendo radares (Saitovitch, 2015).

2.1.6 Maria Goeppert Mayer (1906-1972)

Nasceu em 1906 em Katowice, cidade que fazia parte da Alemanha na época, mas hoje pertence à Polônia. Foi uma figura importante na Física do século XX, seu trabalho na teoria do modelo nuclear em camadas a levou ao recebimento do Prêmio Nobel de Física em 1963, tornando-se a segunda mulher a receber este prêmio. Nascida em Kattowitz, na Alemanha (hoje pertence à Polônia). Goeppert mudou-se para os Estados Unidos em 1930, onde desenvolveu a maior parte de sua carreira científica, ela

foi estimulada pelos pais a estudar. O pai era professor de pediatria na Universidade de Göttinge, na Alemanha, e a mãe professora de música antiga, aos 18 anos (1930) Maria ingressou na Universidade de Göttingen nos cursos de Física e Matemática e aos 24 obteve seu doutorado pela mesma universidade (orientada pelo físico Max Born). No mesmo ano casou-se com o físico americano Joseph Edward Mayer; o casal mudou-se para os Estados Unidos em seguida.

Mesmo sendo uma cientista altamente qualificada e produtiva, ela passou grande parte de sua carreira sem um cargo remunerado, dependendo de posições auxiliares, temporárias e não-oficiais. Segundo Silva (2023), a presença dela só era aceita porque o marido trabalhava nos mesmos laboratórios em que ela fazia as pesquisas. Apesar de todas as dificuldades que enfrentou, ela insistiu na carreira acadêmica, deixando uma contribuição fundamental para o modelo nuclear em camadas, que foi inicialmente recebida com ceticismo, em parte porque vinha de uma mulher que não ocupava uma posição acadêmica formal.

Maria juntou-se ao Projeto Manhattan (1942), em plena Segunda Guerra Mundial, e por meio desta oportunidade ela conseguiu ser reconhecida como cientista e se sustentar sem o auxílio de seu marido (Pais, 2021), pois seus conhecimentos de Física e Química auxiliaram no desenvolvimento da bomba atômica. Nesse projeto, ela trabalhou na separação de Urânio-25 a partir do urânio natural. Maria foi conhecida como a mulher que explicou números mágicos pois, devido às suas pesquisas, ela percebeu que certos núcleos atômicos de alguns elementos com números específicos de prótons e nêutrons eram mais estáveis do que outros elementos, o que denominou *números mágicos*. Por esta pesquisa recebeu o prêmio Nobel de Física em 1963 junto com Hans Jensen (Pires, Santos, Damasio, 2021).

2.1.7 Rosalind Esie Franklin (1920-1958)

Nascida em uma influente família judaica, na cidade de Londres, desde a infância Rosalind já apresentava paixão pela ciência, no entanto, enfrentou a desaprovação do próprio pai contra o desejo de seguir carreira acadêmica devido às dificuldades que encontraria por ser mulher. Insatisfeita, persistiu e matriculou-se em Cambridge, na Newnham College, onde graduou-se em Química e Ciências Naturais.

Em 1950, o professor John Randall - físico britânico; diretor do Departamento de Biofísica King's Colleg em Londres, convidou Rosalind para desenvolver um

laboratório de difração de raios X, a fim de pesquisar a estrutura do DNA. Araújo e Sampson (2023), relatam que Rosalind foi tratada como uma mera assistente técnica pelo colega de trabalho professor Wilkins, ele evitava comunicar-se com a mesma. Raymond Gosling assessorou Rosalind na pesquisa e priorizaram o aprimoramento de um dispositivo para ampliar a nitidez das imagens de DNA, produzindo então a "fotografia 51" (imagem da estrutura dupla hélice do DNA). James Watson e Francis Crick obtiveram acesso à fotografia 51, que utilizaram para complementar a pesquisa sobre DNA que estavam fazendo, em seguida publicaram um artigo na revista Nature e receberam o prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina, pela descoberta da estrutura de dupla-hélice do DNA. Rosalind não recebeu mérito por sua pesquisa (Aidar, 2024).

2.1.8 Rosalyn Yalow (1921-2011)

Física americana que se destacou pela sua contribuição inovadora no campo da medicina nuclear, sendo co-inventora da técnica de radioimunoensaio (RIA), fundamentada na capacidade dos anticorpos de ligar-se a moléculas marcadas com isótopos radioativos. Um método que revolucionou o diagnóstico de diversas doenças, incluindo diabetes e condições hormonais, segundo Percilia (2023 apud Menezes, 2023) a RIA tem várias aplicações nos campos da medicina, biologia e pesquisa científica.

Nascida em uma família judia em Nova Iorque, demonstrou paixão precoce pelas ciências, especialmente pela Física, apesar que sua família preferia que ela fosse uma professora primária. Casou-se com Aaron Yalow, físico, com quem teve dois filhos. Graduou-se em Química e Física no Hunter College em 1941 e concluiu o doutorado em Física Nuclear pela Universidade de Illinois em 1945, sendo uma das poucas mulheres a cursar essa área.

Foram muitas barreiras enfrentadas como mulher numa época em que a ciência era dominada por homens. Rosalyn afirmou que mulheres, frequentemente, não sobem aos postos de liderança devido à discriminação social e profissional, tendo que trabalhar mais do que homens para se estabelecer profissionalmente (Rosalyn, 1977 apud Minella, 2017). Foi a primeira mulher a presidir a Sociedade Americana de Física, em 1975 e 1977 recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina pela técnica RIA. Por sua produtividade e competência foi convidada a participar do Projeto Manhattan, o programa secreto que resultou no desenvolvimento da bomba atômica durante a segunda Guerra Mundial (Nobel Prize, 2014 apud Menezes, 2023).

2.1.9 Mildred Spiewak Dresselhaus (1930-2017)

Oriunda de uma família de imigrantes poloneses, nasceu em Nova York, enfrentou dificuldades econômicas, mas sua inteligência excepcional foi notada por seus professores. Desenvolveu um interesse profundo por ciência e matemática na escola preparatória de Hunter College High School, onde posteriormente também fez a sua graduação como bacharel em Física em 1951. O sobrenome Dresselhaus veio de seu marido Gene Deresselhaus, um jovem físico teórico que se tornou seu colaborador científico.

Saitovitch (2015) comenta que Mildred recebeu vinte e cinco doutorados honorários de várias instituições por seu destaque em várias pesquisas, além de ter recebido prêmios de grande prestígio. Um feito significativo numa época em que poucas mulheres seguiam carreiras científicas. Como muitas outras, Mildred precisava conciliar o tempo dedicado à pesquisa no laboratório, ao ensino em sala de aula e sua condição de mãe de quatro filhos, pois segundo Dresselhaus (2004); às vezes era punida por se atrasar devido às tarefas maternas. Dentre os estudos que desenvolveu, destaca-se a investigação das propriedades termoelétricas dos nanotubos de carbono, essa pesquisa mostrou como esses materiais poderiam ser utilizados para melhorar a eficiência energética em dispositivos eletrônicos (Saitovitch 2015).

2.1.10 Elisa Frota Pessoa (1921-2018)

Brasileira, pernambucana; ainda na escola, encantou-se por física e matemática, o que a levou a desejar ser engenheira. Esse projeto foi vetado pela família, principalmente pelo pai, visto que era considerada uma carreira masculina. A visão do pai de Elisa era um reflexo da sociedade, que via a ciência como uma atividade destinada a homens (Cortes, 2017). Durante o período em que estudou na escola Paulo de Frotin, foi fortemente influenciada pelos professores oriundos da Universidade do Distrito Federal (UFD) no Rio de Janeiro. Estes professores levaram os alunos para o local de trabalho deles, quer dizer, algumas das aulas eram dadas no Museu Nacional, em Manguinhos, no Instituto de Tecnologia, onde eles tinham aparelhagem. Esse contato com pesquisadores fez muita diferença na formação dos estudantes da época.

Antes de entrar para a faculdade, casou-se com Oswaldo Frota-Pessôa e enquanto cursava a graduação na Faculdade Nacional de Filosofia, em 1940.

Elisa teve dois filhos, às vezes levando-os para o laboratório onde fazia pesquisas, colocava-os no berço e amamentava quando necessário (Frota-Pessôa, 2012). Naquele período, algumas mulheres enfrentaram dificuldades para ingressar ou seguir uma carreira científica, desistindo durante a graduação ou indo para áreas consideradas menos prestigiadas pelos seus colegas homens (Santos, 2023). Graduou-se em 1942, sendo juntamente com Sonja Ashauer, que se graduou no mesmo ano na USP, a segunda mulher a graduar-se em Física no Brasil (Saitovitch, 2015). Sua trajetória acadêmica foi marcada por um compromisso profundo com a pesquisa e pela superação de barreiras impostas pela sua condição de mulher no meio científico, além de ter vivido o efeito do período de intensa repressão e cassação de professores promovida pelo governo no período da ditadura militar.

A contribuição de Elisa foi fundamental para o desenvolvimento da Física nuclear no Brasil, foi responsável por difundir métodos de física experimental e técnicas de radioatividade em laboratórios brasileiros (Frota-Pessôa, 2012). Outro aspecto importante de sua trajetória foi sua dedicação ao ensino e à formação de novas gerações de físicos, impulsionou-os à criatividade, à curiosidade e à descoberta científica (Santos, 2023).

2.1.11 Sonja Ashauer (1923-1948)

Destacou-se por ser a primeira mulher brasileira a obter o título de doutora em Física, em uma época em que poucas mulheres tinham acesso à educação científica avançada. Soja foi muito incentivada por seu pai, que, na época de seus estudos secundários montou em casa um pequeno laboratório onde realizavam experiências de Física, Química e Biologia. Ashauer cursou a graduação em Física na Universidade de São Paulo em 1942, onde já demonstrava um grande talento para a pesquisa científica. Após sua graduação, ela foi para a Inglaterra, onde obteve seu doutorado no prestigiado Imperial College London, sob a orientação de professores renomados, tornando-se a primeira brasileira a concluir o Doutorado em Física (1948). A tese que ela defendeu foi um estudo inovador sobre a mecânica estatística, particularmente na aplicação à Física dos sólidos, um campo que estava em expansão na época. Seu trabalho foi fundamental para a compreensão das

propriedades e comportamentos de partículas subatômicas, os neutrinos; elucidando sua natureza e suas interações.

No Brasil dos anos 1940, o ambiente acadêmico era dominado por homens, e as mulheres que decidiam seguir carreira científica eram frequentemente desencorajadas e subestimadas. Sonja enfrentou muitos desafios, apesar de sua competência e talento, em um mundo ainda extremamente hostil ao desempenho profissional feminino (Melo, Rodrigues, 2006). Durante sua estadia em Cambridge, ela trabalhou sob a orientação de Paul Dirac, e enfrentou dificuldades, pois até então as mulheres não tinham direito de cursar o bacharelado (apenas licenciaturas) e as pós-graduações eram reservadas ao público masculino. Sonja teve uma morte prematura e repentina em 1948, aos 25 anos de idade (Saitovitch, 2015).

2.1.12 Neusa Amato (1926-2015)

Neusa é uma das brasileiras pioneiras na área de Física, contribuiu significativamente para o desenvolvimento da pesquisa científica do país, especialmente em Física Nuclear e de Partículas. De origem Libanesa, quando tinha um mês de nascida, a família mudou-se para o Rio de Janeiro. Completou o curso secundário em 1942, interessava-se principalmente por ciências. Ao terminar o segundo grau, demonstrou interesse em cursar uma faculdade de ciências; ideia combatida veementemente por seus familiares por não entenderem sobre vocação científica, propuseram que ela fosse procurar um emprego devido à frágil situação financeira da família. No entanto, quando o professor de Física do colégio, Plínio Sussekind da Rocha tomou conhecimento das dificuldades da aluna e a incentivou a ingressar na faculdade, ministrando-lhe aulas particulares gratuitas. Neusa foi aprovada em 1945, entrou para a faculdade e concluiu o curso em 1947, trabalhou como professora por um tempo, mas o que desejava era ser pesquisadora. Pelo destaque como aluna do curso Física, o Professor César Lattes convidou-a para trabalhar como pesquisadora voluntária com a professora Elisa Frota-Pessoa enquanto continuava a dar aulas nas escolas secundárias.

Elisa e Neusa foram as pioneiras na pesquisa em Física no Brasil, vencendo fortes barreiras preconceituosas da participação feminina (Saitovitch, 2015). Em 1951 foi contratada pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), dedicou-se a estudar os raios cósmicos de altas energias, foi responsável pelo Laboratório de Emulsões Nucleares do CBPF e pela colaboração Brasil-Japão, no Rio de Janeiro durante várias

décadas (Margem, 2022). Casou-se em 1962 com Gaetano (ganhando nacionalidade brasileira), dessa união nasceram dois filhos, foi desafiador conciliar o trabalho de pesquisa no CBPF com os afazeres domésticos, numa época em que ainda não era comum mulheres trabalharem fora, no entanto, nunca relaxou na educação dos filhos e não levava para casa problemas do desenvolvimento de suas pesquisas (Saitovitch, 2015).

2.1.13 Susana de Souza Barros (1929-2011)

A vida de Susana se iniciou sob as marcas da Segunda Guerra Mundial. Ela nasceu de duas famílias judias que migraram da Europa para a América do Sul, quando começou a perseguição aos judeus, com a instauração do nazismo, em 1930. Nasceu em Santa Fé, na Argentina, onde estudou os estudos primários e secundários, fez a graduação em Física e Matemática na Universidade de Buenos Aires, concluindo em 1952. Durante a faculdade, interessou-se por Raios Cósmicos, sua professora especialista nessa matéria, sugeriu-lhe fazer um estágio no Brasil, no Departamento de Física da Universidade de São Paulo (USP), onde foi bem recebida no Departamento de Física chefiado por Mário Schenber e passou a participar de um grupo especializado em Raios Cósmicos dirigido por Kurt Sitte. Como membro do grupo de pesquisa, viajou para a Bolívia, para trabalhar no Laboratório de raios Cósmicos, no Monte Chacaltaya. Lá conheceu o físico, brasileiro Fernando de Souza Barros, casaram-se e tiveram um filho - tornou-se brasileira.

O casal mudou-se para a Inglaterra em 1950, para fazer pós-graduação, nesse período, Susana trabalhou no acelerador de partículas em Liverpool (Saitovitch, 2015). Em 1962 mudaram-se para os Estados Unidos, nessa nova jornada ela lecionou em uma escola de um bairro de Pittsburgh, a partir daí interessou-se pela questão da influência das diferenças culturais e sociais no processo de aprendizagem. Em 1973 Susana recebeu seu título de Doutora em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), destacou-se por suas pesquisas em propriedades ferroelétricas, um campo fundamental para o entendimento de materiais com aplicações tecnológicas. Susana destacou-se no trabalho voltado para alfabetização científica, na Física valorizou o aluno e a sua formação científica voltada para a sociedade, para que viesse a ser um cidadão completo, um cientista ou professor de ciências que soubesse discernir seu lugar social (Saitovitch, 2015).

2.1.14 Yvonne Mascarenhas (1931)

Nascida na cidade de Pederneira, em São Paulo, mudou-se para o Rio de Janeiro aos dez anos, onde cursou o segundo grau no Colégio Mello e Souza. Yvonne graduou-se em Química e em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1954. Chegou à cidade de São Carlos em fevereiro de 1956, com o marido Sérgio Mascarenhas, o primeiro filho e grávida da segunda filha. A família veio para São Paulo porque Yvonne e o marido haviam sido contratados como professores do campus da Universidade de São Paulo (Lopes, 2017). O doutorado em Físico-Química foi recebido pela Universidade de São Paulo em 1963 e pós-doutorado pela Harvard University em 1973. Atuou na determinação de estruturas cristalinas e moleculares por difração de raios-X. A técnica permite conhecer, de forma completa, como estão dispostos no espaço os átomos e moléculas que compõem a organizada estrutura dos materiais cristalinos (SBPMat, 2019). A cristalografia, sua principal área de atuação, é o campo da Física Experimental dedicado ao estudo da disposição dos átomos em materiais sólidos, pelo seu destaque nesse campo de pesquisa, ganhou o título de “Senhora dos Cristais”.

Yvonne dedicou-se à Difusão Científica voltada para apoio ao Ensino Fundamental e Médio, trabalhando no polo da USP de São Carlos. Foi homenageada com o título de pesquisadora emérita do CNPq (Sintra, 2023), possui um grande legado de ocupação feminina nas universidades e de produção científica inovadora de alto nível (Telles, 2022). As pesquisas de Yvonne Mascarenhas possibilitaram o desenvolvimento de novos fármacos, na melhoria de materiais usados em indústrias de alta tecnologia e na produção de dispositivos eletrônicos. Além disso, seus estudos contribuíram para o avanço na compreensão da estrutura de proteínas e enzimas, com grande impacto na medicina e na biotecnologia (Alisson, 2014). Como professora emérita (aposentou-se em 2001) do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP), Yvonne continua ativa em suas atividades acadêmicas e de pesquisa (Lima, 2024).

2.1.15 Amélia Império Hamburger (1932-2011)

Reconhecida por suas contribuições científicas quanto por seu papel na educação e divulgação da ciência, Amélia é uma física brasileira de grande importância. O físico Ernst Wolfgang Hamburger era o seu marido, ele a conheceu na Universidade de São Paulo (USP) e formaram uma família com cinco filhos. Formou-se em Física pela Universidade de São Paulo (USP) em 1954, seu interesse pela Física derivou de suas habilidades em matemática, mas ela não quis fazer matemática porque achava uma coisa muito abstrata, por isso dirigiu-se à Física. Ainda na graduação, começou seu treino na pesquisa em Física Experimental durante o estágio que construía o Gerador de Van der Graaf (Saitovitch, 2015).

Entre 1965 e 1967, em razão da situação política do golpe militar a família foi para Pittsburgh onde fez mestrado após ser coautora de um trabalho de Física Nuclear Experimental, publicado na prestigiosa revista *Physical Review Letters* (Marcolin, 2011). Amélia fez pós-doutorado na Universidade Carnegie Mellon nos Estados Unidos trabalhando com Física do Estado Sólido (Agência FAPESP, 2011). Em 1970 Amélia e o esposo voltaram ao Brasil e terminaram presos pelos órgãos de repressão em dezembro de 1970, sendo torturados nesse período (Marcolin, 2011). O trauma psicológico relacionado à prisão deixou sequelas, como a diminuição da capacidade de concentração em trabalhos de Física mais teóricos, Amélia não conseguia dar andamento nos seus estudos de Física Matemática (Saitovitch, 2015). Depois do episódio da prisão, os dois conseguiram retornar à carreira no Instituto de Física da USP, onde ela dedicou-se à pesquisa na nova área de pós-graduação em Ensino de Ciências, tornando-se orientadora de muitos estudantes (Baptista, 2021).

Amélia reinventou-se na intersecção da Física com as diversas áreas das ciências humanas (Saitovitch, 2015,) obtendo mais destaque ao publicar estudos e livros sobre a preservação da memória científica, abordou também sobre a epistemologia e política da ciência e tecnologia (Marcolin, 2011) abrindo caminhos para uma ciência mais inclusiva e consciente.

Como professora da USP por mais de quatro décadas, Amélia expandiu suas áreas de interesse: ela passou a pesquisar e lecionar História da Ciência, Ensino de Ciências e Filosofia da Ciência. Ela foi responsável por organizar todo o arquivo do Instituto de Física da USP, produziu diversos livros sobre História da Física e da Ciência em geral, por conseguinte recebeu um Prêmio Jabuti de Literatura por uma de

suas obras (Câmara dos Deputados, 2022a). Em 2022 a Câmara dos Deputados instituiu o Prêmio Mulheres na Ciência Amélia Império Hamburger, para homenagear cientistas brasileiras (Câmara dos Deputados, 2022b).

2.1.16 Maria Carolina Nemes (1953-2013)

Nasceu em São Paulo, obteve bacharelado, mestrado e doutorado, pela USP, entre 1970 e 1977. Esteve na Alemanha, França, Portugal e Estados Unidos como pesquisadora visitante (Saitovitch, 2015). Publicou cerca de 200 artigos durante sua carreira como cientista, nas melhores revistas especializadas nas áreas de mecânica quântica, física de partículas elementares, teoria de campos e física nuclear relativística (Cardoso, 2023). Carolina destacou-se por sua forte interação com os estudantes, foi disputada entre eles como orientadora de trabalho de iniciação científica. Carolina estabeleceu sua carreira na área de Física teórica no Brasil, com ênfase em pesquisas sobre fenômenos quânticos, um campo fundamental para o avanço de tecnologias emergentes, como a computação quântica, além da criptografia quântica, aplicada para assegurar proteção de dados (Saitovitch, 2015) Em reconhecimento às suas contribuições significativas para a Física, a Sociedade Brasileira de Física criou o prêmio “Carolina Neme” destinado a premiar físicas em início de carreira cujo trabalho de pesquisa tenha contribuído de forma significativa para o avanço da Física.

2.2 Princípios de Game Design para Jogos Educativos

A ludicidade é um artifício promissor no processo educativo por promover o aprendizado de forma natural e envolvente. Franco (2018) afirma que ao aluno é permitido aprender de maneira prazerosa através da natureza lúdica do jogo, e que através deste é possível integrar o conhecimento ao cotidiano de forma dinâmica e participativa. Além disso, os jogos didáticos podem auxiliar na fixação do conhecimento e preenchimento de algumas lacunas deixadas pelos promotores do processo de transmissão e recepção do mesmo (Vasques, 2008) (Campos, Bortoloto, Felício, 2002).

Os jogos educativos devem ser vistos como ferramentas que incentivam o desenvolvimento de competências como pensamento crítico e o trabalho em equipe, oferecendo uma nova forma de interação com o conteúdo escolar e as bases que o fundamentaram. O uso de jogos na educação torna o aprendizado mais dinâmico, prazeroso e desafiador.

Vigotski (1994 *apud* Barcellos, Bodevan e Coelho, 2021) aborda que o jogo produz resultados promissores nos processos de aprendizagem e desenvolvimento da criança, influenciando o infante a compreender e viver relações sociais e regras necessárias para a sua integração no contexto do seu cotidiano.

O processo de criação e desenvolvimento de jogos, englobando desde a concepção da ideia até a implementação das mecânicas e dinâmicas que compõem o jogo é chamada de Game Design. O Game Design envolve decisões sobre as regras, as narrativas, a jogabilidade e a experiência que os jogadores terão ao interagir com o jogo. Outro ponto importante é a flexibilidade dos jogos, que devem ser adaptados à realidade do jogador (aluno), considerando suas idades e níveis de conhecimento.

A proposta dos jogos é desenvolver desafios, aumentando as dificuldades com o passar do tempo, estimulando a curiosidade, a perspicácia e criação de estratégias pelo jogador. Neste sentido, o jogador sente-se motivado a completar o jogo e chegar ao final (vitorioso ou não). Toda esta sequência deve promover uma sensação de prazer e controle, destacando as habilidades do indivíduo e assim motivando-o a repetir a prática do jogo e viver uma nova experiência a cada jogada.

Schell (2011) afirma que não podemos criar experiências diretamente, mas podemos criar artefatos que provavelmente resultarão em certos tipos de experiências quando um jogador interage com eles, logo ficamos torcendo para que a experiência que ocorre durante essa interação seja algo de que ele irá gostar.

Ao elaborar um jogo e ter como objetivo contribuir para a formação cultural ou social do jogador, além de outras habilidades, precisamos descobrir os elementos essenciais que irão impactar diretamente nas experiências que estamos tentando promover. Em seu comentário, Schell (2011) afirma que precisamos fazer algumas reflexões sobre qual experiência desejamos que o jogador tenha, o que é necessário para que essa experiência aconteça e como o jogo pode captar essa essência.

Outro ponto importante comentado por Schell (2011) é que o tema escolhido para o jogo será determinante para dar seguimento à sua elaboração. Cada elemento que será produzido e aplicado na téttrade do design de games promoverá um fortalecimento

da experiência que se deseja que os jogadores tenham e da mensagem a ser transmitida pelo jogo.

Por isto, ao criar um jogo educativo é necessário que haja uma definição do tema e de seus objetivos. Precisa-se também de estratégias de como manter os jogadores engajados através da mecânica do jogo e ainda, de como equilibrar elementos de entretenimento e conteúdo educativo.

Sobre os objetivos do jogo, é necessário que a definição seja clara, pois é fundamental para garantir que os jogadores possam alinhar suas ações às metas pedagógicas estabelecidas. Fullerton (2008 *apud* Mastrochirico, 2023) comenta que os objetivos do jogo motivam o jogador e o fazem se sentir satisfeito ao completá-lo. Para isso, Schell (2011) aborda ainda sobre o cuidado que o designer de jogos deve ter ao definir um objetivo para o jogo, considerando que é necessário resolver um problema com limites bem definidos e métodos que possam ser utilizados na sua resolução. A partir daí serão determinadas as regras do jogo.

Quando os jogadores têm ciência de que o jogo é educativo, então sabem que há algo a aprender durante o jogo. Espera-se que através da aplicação sob a orientação do docente, façam a ligação de como essas aprendizagens estão relacionadas aos conteúdos curriculares. Para que o vínculo entre o jogo e o conteúdo curricular aconteça, o aprendizado deve ser de forma fluida e intuitiva, dentro do dinamismo lúdico do jogo.

Manter os jogadores engajados e motivados ao longo da experiência é um dos maiores desafios do design de jogos educacionais. Raguze e Silva (2016) afirmam que o nível de engajamento é um fator primordial para o sucesso de qualquer processo de gamificação e que as mecânicas encontradas nos jogos atuam como mecanismos motivacionais para os indivíduos. Portanto, é necessário considerar o equilíbrio entre a estratégia educacional e o entretenimento para que o sucesso e eficácia do jogo sejam alcançados. Educação e diversão precisam complementar-se.

Schell (2011) define quatro elementos básicos para o sucesso de um jogo (sucesso é referido aqui como eficácia): a Mecânica, na qual se refere a todos os procedimentos e regras necessários para que o jogador chegue ao seu objetivo final (a vitória), e viva a experiência que o designer propôs ao usuário. A mecânica é que define qual tecnologia poderá ser utilizada. Os fatos e eventos organizados de forma sequencial são condizentes ao segundo elemento básico, a Narrativa, ou seja, trata-se da história que será contada por meio do jogo. A Narrativa é reforçada pela Mecânica escolhida.

O terceiro elemento básico segundo Schell (2011) é a Estética, que condiz à aparência do jogo. Elemento crucial para a criação de uma experiência visual e emocional memorável, pois os jogadores ficarão envolvidos de tal forma que sentirão como se estivessem no mundo apresentado pela Estética do jogo. A téttrade de Shell completa-se com a Tecnologia, que diz respeito a qualquer material utilizado para que a Mecânica e Estética do jogo seja viabilizada. A téttrade de Schell é aplicável a qualquer tipo de jogo a ser construído, independente do formato (analógico ou digital).

Há uma grande variedade de jogos, digitais e analógicos. Dentre esses temos o RPG (Role-Playing Game) que segundo Gonçalves Junior e Galeazi (2022) se configura como um jogo narrativo, coletivo e expressivo, em que a partir de um mundo imaginário, os jogadores atuam de forma livre para explorar, investigar, reconhecer e interagir. O RPG pode ser encontrado no formato digital e analógico. Dentro do jogo, os jogadores e jogadoras são divididos em grupos que irão representar os personagens da história narrada pelo Mestre do jogo. Além de narrar, o Mestre será o mediador e aplicador das regras do jogo. Portanto, um jogo RPG é um jogo de interpretação de papéis por parte dos jogadores; ao usar uma carta, o jogador coloca-se no lugar do personagem que segue regras específicas mediadas e orientadas por um Mestre.

De acordo com o autor Silva *et al.* (2022), os jogos do tipo RPG podem ser usados para diversos fins pedagógicos visto que dentre as suas características estão o estímulo à interação social e a criatividade. Oliveira Neto e Ribeiro (2012) afirmam que quando o RPG é aplicado num ambiente escolar, ele possui um caráter socializador, cooperativo e interdisciplinar, ou seja, não há disputa real entre adversários, mas colaboração para a vivência de aventuras em um mundo imaginário.

Os jogos de representação auxiliam no desenvolvimento da socialização e conseqüentemente da autonomia, ao compreender que o jogo favorece e estimula a expressão verbal e a capacidade de os jogadores trabalharem em grupo (Gonçalves Junior e Galeazi, 2022). Vasques (2008) compreende que a prática do RPG em escolas, como estratégia didática pode contribuir com a formação cultural, o desenvolvimento de habilidades intelectuais, a assimilação de conteúdos por parte dos alunos. A representação de papéis no RPG pode colaborar também para modelagem da percepção social e para construção de sentimentos de empatia através da vivência de realidades distintas através dos personagens e suas histórias.

2.3 O Jogo de RPG de Cartas em turnos

O jogo RPG (Role-Playing Games) de mesa é uma das modalidades de RPG derivada dos jogos de tabuleiro (Silva *et al.*, 2022). Dos jogos de tabuleiros podemos citar: Dama, Banco Imobiliário, Jogo da vida e os jogos de cartas. O jogo de mesa promove a interação direta entre os jogadores, não há telas. O tabuleiro é dividido em dois decks, que são os espaços onde serão colocadas as cartas de cada jogador. Jogos de mesa (tabuleiro) tornam-se uma escolha eficaz pela facilidade de adaptação e personalização do conteúdo, podendo haver o engajamento dos alunos e a promoção de competências cognitivas e sociais. A mecânica flexível do jogo de cartas oferece a possibilidade de adaptação às necessidades educacionais e promove experiências interpessoais.

Os jogos RPG têm suas origens nos jogos de tabuleiro nos anos 70. No início, os jogadores assumiam papéis de soldados e líderes em cenários de combate a partir de jogos criados por Gary Gygax e Dave Arneson, ambos designers. Os criadores decidiram usar personagens individualmente ao invés de tropas, então a partir desta ideia criaram *The Fantasy Game*, que mais tarde seria conhecido como *Dungeons e Dragons* (D&D) (Silva; Amaral Filho, 2022). O jogo chegou ao Brasil apenas nos anos 80 e desde então tem sido intensamente produzido e explorado.

Oliveira e Rocha (2020), descrevem que o objetivo principal do RPG é proporcionar momentos de prazer por meio da imaginação, mas também pode ser utilizado como ferramenta a ser usada em sala de aula pelo professor.

O uso do RPG como ferramenta educacional é de suma relevância para o desenvolvimento cognitivo, facilitando diferentes formas de construção de conhecimento e ajudando a superar defasagem de aprendizagem. Oliveira e Rocha (2020) destacam a necessidade de uma ferramenta que promova a criticidade e o ensino, sem restringir as abordagens tradicionais e escritas. A aplicação de um jogo educativo fará um vínculo entre conhecimentos construídos ao longo da história (temas que devem ser abordados em sala de aula) e o lúdico contemporâneo.

Toledo (2015) destaca que o RPG pode contribuir significativamente para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, pois, em um mundo que está em constante mudança, é essencial que as pessoas aprendam a lidar com incertezas, desafios e imprevistos. Para o desenvolvimento dessa autonomia é necessário haver ambientes e métodos de aprendizagem que colaborem para esse resultado, utilizando

formas inovadoras de ensino para o incentivo a um raciocínio crítico, à adaptação e à flexibilidade.

O jogo RPG pode ser jogado em turnos, o que lhe imprime uma jogabilidade estratégica, onde os jogadores tomam decisões em turnos alternados, assim cada jogador tem a oportunidade de realizar ações durante o seu turno (ataque/defesa). É indispensável que o jogador monte estratégias para cada jogada, assim, ele é estimulado a gerenciar recursos e tomar decisões de forma equilibrada a cada resolução dos problemas e desafios do jogo.

No contexto dos jogos de interpretação de papéis, existe a figura do mediador, também conhecido como Mestre, que desempenha papel crucial na dinâmica do jogo. Este indivíduo é responsável por arbitrar as regras, conduzir as narrativas e guiar os jogadores por meio das aventuras. O Mestre utiliza as fichas de personagens e roteiros como ferramentas que orientam o andamento do jogo, proporcionando condições que asseguram a aplicação correta das regras e facilitando o aprendizado dos participantes. A atuação do Mestre desempenha um papel significativo na aplicação de elementos pedagógicos quando um jogo tipo RPG educacional é desenvolvido e aplicado. O Mestre contribui para a promoção de habilidades cognitivas e sociais dos participantes.

Os jogadores interpretam os personagens dentro do contexto da aventura, tomando decisões que se fundamentam a partir da narrativa apresentada pelo Mestre e pelas características de seus personagens que estão registradas em cartas ou fichas. Essas características desempenham um papel determinante na dinâmica do jogo, influenciando a pontuação e a resistência dos personagens.

Ao considerar a aplicação de jogos no contexto educacional, é fundamental que a seleção do tema seja realizada com cuidado, levando em conta necessidades específicas das turmas e abordagem pedagógica a ser adotada. Segundo Toledo (2015) a escolha do tema não deve ser feita de forma aleatória, mas deve refletir tanto os interesses e necessidades dos alunos quanto os objetivos de aprendizagem propostos. Dessa forma haverá um engajamento mais efetivo dos estudantes, uma vez que um tema relevante pode aumentar a motivação e facilitar a compreensão dos conteúdos abordados.

3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada tem caráter qualitativo, com tipologia bibliográfica e exploratória. É qualitativa por dar enfoque à análise interpretativa e descritiva de fenômenos sociais, como a contribuição das mulheres na Física, além de ser exploratória por buscar desenvolver um jogo de cartas educacional. De acordo com Silva e Menezes (2005), a abordagem qualitativa permite uma compreensão mais profunda das situações, pessoas e acontecimentos sem a necessidade de fórmulas matemáticas, sendo rica em descrições e reflexões. Conforme Oliveira (2011), esse tipo de pesquisa também visa captar as essências dos fenômenos dentro de seu contexto, analisando suas origens e implicações.

No que diz respeito aos procedimentos técnicos, a pesquisa se enquadra como bibliográfica, uma vez que seu desenvolvimento se baseou na análise de material publicado, incluindo livros, artigos, periódicos, documentos históricos, artigos científicos e fontes online (Fontenelles *et al.*, 2009) (Gil, 2002). O processo de verificação da veracidade das informações foi essencial para a construção da fundamentação teórica, garantindo que os dados utilizados fossem confiáveis. Além da pesquisa bibliográfica, a análise documental também foi incorporada, com o objetivo de examinar registros biográficos e históricos sobre as mulheres cientistas que contribuíram para a Física.

A elaboração do trabalho seguiu algumas etapas, organizadas em categorias para melhor sistematização do processo. Primeiramente, realizamos um levantamento bibliográfico e documental para identificar as mulheres que tiveram destaque na Física, tanto no cenário internacional quanto no brasileiro. A seleção destas cientistas envolveu uma revisão de literatura que contemplou suas vidas pessoais, com foco em suas formações, como se deu o envolvimento com a ciência e as barreiras que enfrentaram por serem mulheres em um campo majoritariamente masculino.

Posteriormente, foi realizada uma investigação sobre o uso de jogos educacionais, especificamente jogos de cartas do tipo RPG, como ferramentas de apoio no ensino. Essa revisão bibliográfica permitiu compreender de que maneira esses jogos podem ser integrados ao contexto educativo, promovendo um aprendizado lúdico e eficaz.

Com base nessas informações, a etapa final consistiu na concepção do jogo de cartas, para ser jogado em tabuleiro. A escolha do formato de jogo em tabuleiro deve-se

à praticidade para ser aplicado, podendo ser facilmente adaptado quanto ao ambiente e espaço. O jogo de mesa ou tabuleiro possibilita experiências que colaboram para o desenvolvimento de competências sociais.

O jogo desenvolvido tem como objetivo primordial não apenas destacar as contribuições significativas de mulheres na Física, mas também enfatizar o papel essencial das mulheres na construção do conhecimento científico. Ao criar um ambiente de aprendizado envolvente e acessível, buscamos aumentar o interesse dos jogadores pela história da ciência e papel das mulheres no campo da Física.

Schell (2011) recomenda um que durante a criação do jogo seja determinada a faixa demográfica a que será direcionado o jogo, diante disto, o direcionamento será feito para adolescentes preferencialmente que estejam inseridos no ensino médio visto que nesta etapa os alunos têm a Física como parte do currículo, portanto terão maior afinidade com os temas citados durante o jogo, além disso por se tratarem de alunos de nível médio, espera-se promover o estímulo para o invistam em suas vidas acadêmicas e em carreiras científicas. A criação do jogo seguiu os princípios de design de games educacionais, com o intuito de proporcionar uma experiência divertida e instrutiva para os jogadores. Desta forma, foi pensado a criação de um jogo de cartas estilo RPG de turnos, intitulado “*FeminoFísicas*”, o nome do jogo foi criado utilizando as palavras “feminino” e “Física”, fizemos a fusão das duas, o nome ressalta a presença do sexo feminino no jogo.

A elaboração do jogo tomou por base a téttrade de Schell (2011), ou seja, mecânica, narrativa, estética e tecnologia. A *Mecânica* utilizada para o jogo é baseada em turnos, em um tabuleiro com personagens representados em cartas. Cada jogador tem a chance de usar habilidade de ataque e de defesa, o jogo possui ainda ferramentas que podem ser utilizadas para o suporte dos personagens, aumentando as chances de melhores resultados a cada batalha. O jogo em turnos intercala jogadas entre os participantes, dando a cada jogador tempo para montar estratégias e tomar decisões que são ponderadas enquanto o adversário está jogando. A escolha do jogo em turnos deve-se ao fato de que a cada alternância de jogadas, o jogador exercita capacidade de planejamento, colaboração, gerenciamento de recursos e competição saudável contribuindo para o exercício de habilidades mentais e sociais (Schell, 2011). As cartas correspondem a dezesseis guerreiras (cada guerreira possui três cartas, com características de ataque e defesa distintas), ferramentas especiais, cenários e cartas com informações adicionais sobre cada cientista. Há dez cartas de ferramentas e seis cartas

de espaço, todas elaboradas com características ligadas aos campos de atuação das cientistas guerreiras. O jogo é realizado em um tabuleiro dividido em dois decks, um para cada jogador.

A proposta do jogo em desenvolvimento consiste numa mecânica que atribui uma pontuação inicial de vida para cada jogador. A dinâmica do jogo permite que os participantes do jogo realizem ações de ataque e defesa em cada turno, utilizando cartas que registram habilidades específicas. Para promover experiência diversificada, o jogo conta com um total de quarenta e oito cartas distintas, sendo que cada uma das dezesseis personagens guerreiras possui três cartas distintas, garantindo uma variedade de estratégias a serem empregadas.

As cartas das personagens foram elaboradas em categorias de ataque e defesa, apenas defesa ou apenas ataque, com valores específicos atribuídos para cada ação. As personagens possuem três cartas por se tratarem de apenas dezesseis mulheres, o que torna a quantidade de guerreiras relativamente restrita. O número de cientistas é significativamente maior do que as dezesseis selecionadas para esse projeto, no entanto optamos por essa limitação para facilitar o início da produção do jogo. A criação de três cartas distintas para cada personagem contribui para a diversidade das jogadas, permitindo aos jogadores explorarem uma variedade maior de estratégias durante o jogo. Dessa forma os jogadores são incentivados a adaptarem suas estratégias com base nas cartas disponíveis e ações dos oponentes.

Durante a jogada, a carta a ser utilizada será colocada no espaço do tabuleiro destinada para a batalha, assim, ela com a face para cima, visível para o oponente na posição vertical se estratégia for de ataque e na horizontal para defesa. O ataque e defesa das cientistas estão relacionados às produções e colaborações científicas de cada uma delas. O jogo inclui um conjunto de cartas-guia, com dezesseis para cada jogador que contém informações sobre as cientistas selecionadas. O objetivo dessas cartas é fornecer uma breve biografia de cada uma dessas mulheres, destacando suas contribuições para a construção da Física ao longo dos anos. Essas descrições concisas visam não apenas informar, mas também educar os jogadores sobre o impacto significativo que essas cientistas tiveram no desenvolvimento dessa ciência, enriquecendo a experiência do jogo.

O intuito do jogo é promover o conhecimento a respeito destas mulheres, bem como estimular a curiosidade e busca por mais informações em momentos pós-jogo. Durante as partidas o nome das cientistas vai sendo reforçado a cada vez que são

mencionadas, que suas habilidades são relacionadas aos campos de pesquisas a que elas se dedicaram e quando as cartas-guia são lidas. Desta forma o papel delas na ciência vai sendo fortalecido, além de inspirar jogadores quanto à persistência em suas carreiras acadêmicas e investimento em carreiras científicas, principalmente se os jogadores forem do sexo feminino.

Os cenários do jogo estão representados em cartas específicas, elaborados a partir dos instrumentos ou ambientes de trabalho, ou ainda relacionado ao campo de pesquisa que elas estiveram envolvidas, um deles será escolhido no início do jogo, as cartas serão misturadas e então é retirada uma carta aleatória para ser utilizada. Os cenários afetam o comportamento do jogo, favorecendo ou prejudicando a guerreira que está no deck no momento da luta, de forma que se o cenário e o atributo da guerreira forem de mesmas origens, os pontos de ataque dela aumentam, se não forem de mesmas origens, os pontos de defesa são reduzidos em uma certa quantidade de pontos.

A Narrativa foi pensada para agregar o papel da cientista na Física e também trazer um pouco do lúdico correspondente ao estilo RPG. Sendo assim, buscamos retratar um roteiro com características das personagens ligadas à ciência, bem como seus campos de trabalho, para estimular o jogador a entender e aprender sobre as cientistas estudadas e sobre suas produções científicas e colaborações para a ciência. Acrescentamos descrições sobre magia e ficção, itens essenciais para a promoção do entretenimento durante o jogo, além de colaborar para o aspecto estético do jogo, tornando-o mais atraente. A narrativa de um jogo é determinante para a criação de experiências marcantes, portanto a narrativa utilizada é interativa, estimulando o jogador a permanecer envolvido durante o jogo, tomando decisões e participando ativamente do processo (Schell, 2011). Além disto a narrativa do jogo possui um objetivo, que para ser alcançado os jogadores utilizarão as personagens com suas habilidades, elas lutarão entre si, definindo assim quem tem maior habilidade e é merecedor do grande prêmio. O cenário utilizado na narração é um universo paralelo, fictício e futurista, onde superpoderes podem ser utilizados e não há influência do mundo real e as leis naturais não são determinantes no espaço, tempo e na vida das guerreiras. Conforme Schell (2011) cita, utilizamos a simplicidade para um mundo sem o rigor das leis naturais e a transcendência, na qual as cientistas possuem poderes extraordinários. Durante a narrativa do jogo, os jogadores utilizarão as habilidades das guerreiras cientistas e ao mesmo tempo farão a conexão dentro do jogo com as

produções científicas dessas mulheres notáveis. Essa abordagem estimula o interesse pela ciência e fortalece a compreensão do da mulher na história da pesquisa científica.

Quanto à Estética, o jogo está distribuído em quatro tipos de cartas. Quarenta e oito cartas apresentam ilustrações estilizadas das cientistas com informações específicas sobre suas habilidades e atributos, em algumas destas cartas há um símbolo específico para representar o reconhecimento recebido por seus pares quanto produtividade acadêmica.

As dezesseis cientistas foram organizadas em categorias com base nos prêmios que receberam. Contudo, é importante ressaltar que, independentemente do número de prêmios recebidos ou da produção científica de cada uma, todas merecem reconhecimento por sua dedicação, perseverança e resiliência. A categorização por premiação foi aplicada apenas como um recurso durante o jogo, com o intuito de informar os jogadores sobre o reconhecimento obtido por essas cientistas. Essa abordagem enriquece a experiência, destacando o valor e a contribuição de cada mulher no campo da ciência, promovendo maior conscientização sobre suas realizações.

Na parte inferior destas cartas há também o valor referente ao poder de ataque e de defesa de cada combatente. No conjunto, também há dezesseis cartas-guia para cada jogador, uma carta para cada mulher. A carta apresenta uma imagem da cientista (guerreira), uma breve biografia e algumas contribuições para a Física nos campos de pesquisa nas quais foram destaques. Os cenários estão retratados em cartas, estes cenários estão relacionados aos ambientes de atuação de cada pesquisadora (guerreira) e há também dez cartas para ferramentas (habilidades) extras. As cartas da mesma cientista foram desenvolvidas em três cores diferentes para destacar habilidades diferentes: uma carta possui pontos para ataque e defesa, uma carta possui pontos apenas para defesa e outra possui pontos apenas para atacar. Triplicamos as cartas em virtude de termos feito o levantamento de apenas 16 cientistas e precisamos aumentar o número de cartas para a fluidez do jogo. Produzimos imagens estilizadas das cientistas (a partir de fotografias disponibilizadas na web) com auxílio da IA Leonardo e em seguida essas imagens foram inseridas nas cartas utilizando a plataforma Canva.

Para a implementação do jogo “*FeminoFísicas*”, a Tecnologia escolhida foi a de um tabuleiro e um jogo de cartas devido à facilidade de adaptação desses elementos em ambientes de sala de aula ou outro contexto educacional. O jogo proposto teve como inspiração o game Yu-Gi-Oh! de cartas. Verificamos que aplicar o “*FeminoFísicas*”

com um tabuleiro daria resultados promissores uma que combina interação social e aprendizado ativo, promovendo um ensino dinâmico.

Cada elemento da tétrade foi idealizado para promover a curiosidade, afinidade e contato com algumas cientistas que colaboraram com o desenvolvimento da Física ao longo da história. Nesse sentido, outro objetivo do jogo é fortalecer a figura de cada uma destas mulheres e estimular as jovens estudantes que tiverem contato com o jogo a persistir em suas carreiras estudantis sem se deixar levar pelo clima sexista que ainda existe em alguns meios científicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A proposta do jogo “*FeminoFísicas*” tem como objetivo principal promover o conhecimento histórico-científico sobre mulheres cientistas e suas contribuições para a Física. A proposta nasceu a partir da percepção de que mulheres são frequentemente invisibilizadas durante suas carreiras científicas, fato que pode ser verificado através da biografia destas mulheres. Essas mulheres não costumam ser retratadas em livros didáticos também, evidenciando que o estereótipo do cientista é geralmente masculino. Ao longo da história mulheres sempre precisaram realizar esforço extra para crescer em suas carreiras acadêmicas, pois o clima sexista delimita os espaços femininos na ciência (Carvalho; Giacomelli; Locatelli (2024).

Das dezesseis cientistas, nove são estrangeiras e sete são brasileiras. A escolha de cientistas estrangeiras deu-se por se tratarem de pesquisadoras de relevância internacional tanto quanto as cientistas brasileiras, mas que possivelmente poderiam ser anexadas e reconhecidas em artigos e livros de Ensino Médio para que os alunos tivessem contato com estas informações. A pesquisa direcionou a elaboração de uma breve biografia de cada uma delas com uma pequena exposição de seus campos de pesquisa e colaborações para a Física. Durante o processo de pesquisa é perceptível a carência de informações sobre as cientistas, embora seja mais fácil encontrar dados sobre as que já faleceram. As biografias foram organizadas em ordem cronológica de nascimento.

.O conjunto de cartas foi produzido para ser impresso no tamanho: 8,5cm de altura e 6,0cm de comprimento. Abaixo temos a Figura 1 que apresenta a carta com o nome do jogo e as imagens fazem referências às cientistas apresentadas no trabalho.

Figura 1. Carta FeminoFísica



Fonte: Os autores (2024)

4.1 Cartas das cientistas

As cientistas retratadas são tratadas como guerreiras, as cartas possuem algumas especificações sobre elas e como podem ser ativas dentro dos confrontos desenvolvidos no jogo. Algumas das informações encontradas nas cartas estão relacionadas abaixo:

- Atributo: símbolo relacionados com o campo de atuação das cientistas
- Nome da cientista
- Símbolo do Átomo: a quantidade varia de acordo com as premiações científicas recebidas, faz referência ao nível de poder de cada guerreira
- Imagem estilizada da cientista
- Nome da habilidade: está relacionada à linha de pesquisa e produções científicas elaboradas
- Descrição da habilidade: como funciona a habilidade durante a batalha
- Pontuação: descrição sobre pontuação de ataque ou de defesa em cada jogada

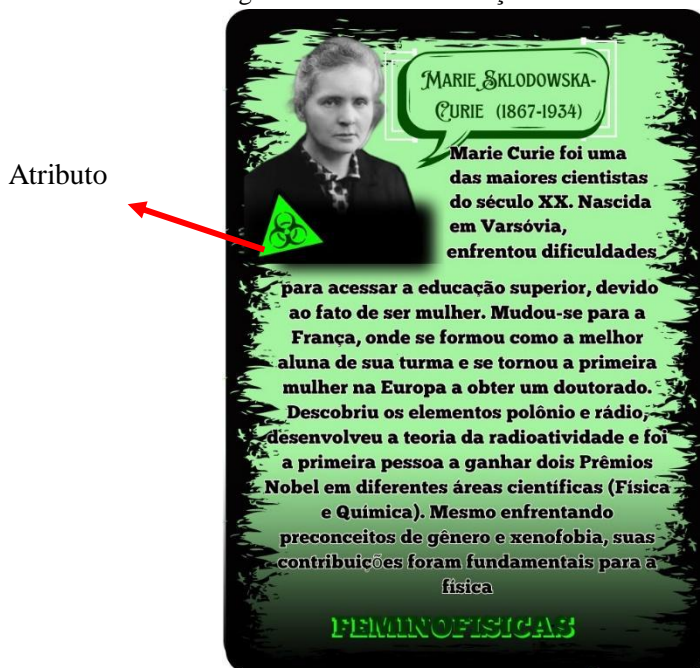
Figura 2. Carta da guerreira (cientista)



Fonte: Os autores (2024)

Além de cartas usadas para batalha, conforme ilustrado na Figura 2, o jogo também dispõe de dois conjuntos de dezesseis cartas-guia.

Figura 3. Carta de informações sobre a cientista



Fonte: Os autores (2024)

Cada uma dessas cartas contém uma breve biografia sobre as cientistas guerreiras representadas (Figura 3). Quando os jogadores receberem as cartas de combate, eles deverão consultar as cartas-guia para conhecer melhor suas personagens. As informações biográficas fornecidas ajudam o jogador a compreender as habilidades e ferramentas que cada cientista pode utilizar durante o jogo. Na carta há o símbolo do campo da Física na qual a cientista trabalhou (atributo).

O conjunto de cartas das cientistas que serão utilizadas na batalha é composto por 48 cartas, cada cientista possui três tipos de cartas conforme a ilustração (Figura 4) abaixo.

Figura 4. Conjunto de cartas cientista Lise Meitner



Fonte: Os autores (2024)

A criação de três cartas para cada cientista foi pensada considerando que o jogo a princípio incluirá apenas dezesseis personagens. Essa abordagem visa garantir maior diversidade nas jogadas e enriquecer as estratégias durante o jogo, proporcionando uma experiência mais dinâmica para os jogadores.

As cartas produzidas seguem o mesmo padrão de cores em todas as guerreiras, sendo amarelas para cartas com pontuações apenas para defesa, as cartas de cor lilás para cartas com pontuações apenas para ataque e as de cor verde para cartas que possuem pontos para ataque e defesa. Em cada carta há habilidades apresentadas pelas guerreiras que foram elaboradas a partir do campo de estudo que elas estiveram envolvidas.

4.1.1 Atributos

As dezesseis cientistas presentes nesse projeto contribuíram para diversos campos da Física ao longo de suas carreiras. Para a característica “atributo”, como ilustrado na Figura 5, organizamos essas cientistas em seis grupos, cada um relacionado a um campo de atuação específico. Com essa organização, o jogador (alunos) será capaz de associar cada cientista à sua respectiva área, facilitando a conexão entre a personagem e seu campo de contribuição científica.

Figura 5. Atribuo da cientista



Fonte: Os autores (2024)

Os “atributos” relacionados aos campos de atuação das cientistas foram organizados a partir de informações obtidas sobre as principais linhas de pesquisa de cada cientistas conforme apresentamos a seguir:

- ✓ Física Nuclear e Radioatividade representado pela imagem da Figura 6.
 - Marie Skłodowska-Curie – Radioatividade (descoberta de elementos radioativos)
 - Amélia Império Hamburger – Física nuclear, desenvolvimento de aceleradores de partículas
 - Lise Meitner – Fissão Nuclear, Radioatividade
 - Maria Goeppert Mayer - Modelos de camadas nucleares
 - Elisa Frota Pessoa – Física nuclear, reações nucleares

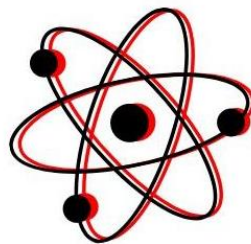
Figura 6. Atributo Física Nuclear e Radioatividade



Fonte: Os autores (2024)

- ✓ Física da Matéria Condensada e Materiais representada pela imagem da Figura 7.
 - Mildred Spiewak Dresselhaus – Nanotecnologia, Física da Matéria Condensada
 - Yvonne Mascarenhas – Cristalografia de raios X, estrutura de materiais
 - Alice Maciel – Óptica e fotônica, interação luz-matéria

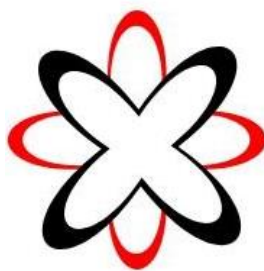
Figura 7. Atributo da Matéria Condensada e Materiais



Fonte: Os autores (2024)

- ✓ Física Teórica representada pela imagem da Figura 8.
 - Émilie du Châtelet – Física newtoniana, conservação da energia
 - Emmy Noether – Álgebra abstrata, Teorema de Noether
 - Mary Lucy Cartwright – Teoria do caos, equações diferenciais
 - Maria Carolina Nemes – Óptica quântica

Figura 8. Atributo Física Teórica



Fonte: Os autores (2024)

- ✓ Física Médica e Biofísica representada pela imagem da Figura 9.
 - Rosalind Franklin – Estrutura do DNA, biologia molecular e difração de raios X
 - Neusa Amato – Radioatividade para diagnósticos médicos
 - Rosalyn Yalow – Radioimunologia, desenvolvimento do radioimunoensaio (RIA)

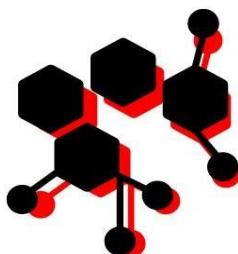
Figura 9. Atributo Médica e Biofísica



Fonte: Os autores (2024)

- ✓ Educação em Ciências e Ensino de Física representada pela imagem da Figura 10.
 - Susana de Souza Barros – Ensino de Física, formação de professores
 - Amélia Império Hamburger – Ensino de ciências, Física aplicada

Figura 10. Atributo Ensino de Ciências e Ensino de Física

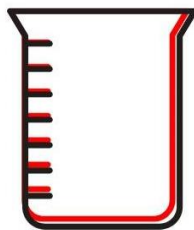


Fonte: Os autores (2024)

- ✓ Física Experimental representada pela imagem da Figura 11.
 - Sonja Ashauer – Física experimental, teoria quântica de campos

- Maria Carolina Nemes – Óptica quântica, fenômenos quânticos

Figura 11. Atributo Física Experimental e Quântica



Fonte: Os autores (2024)

Quanto à organização por atributo no jogo, estabelecemos a conexão entre as cientistas e as cartas de ferramentas e cenários. Assim, a personagem associada ao atributo radioatividade obterá vantagens ao estar em um campo radioativo ou a carta de ferramenta no deck do jogador exibir o mesmo símbolo.

4.1.2 Símbolo do átomo

Optamos por esta simbologia conforme ilustrado na Figura 12, para representar a intensidade de poder das guerreiras cientistas baseado em premiações que receberam ao longo de suas vidas. O número de átomos foi escolhido para destacar o reconhecimento obtido por cada cientista durante sua produção científica.

- **Cinco átomos** – Marie Curie que recebeu dois prêmios Nobel (Química e Física)
- **Quatro átomos** – Maria Goeppert Mayer que recebeu um prêmio Nobel (Física)
- **Três átomos** – Rosalind Esie Franklin e Lise Meitner que foram excluídas injustamente por seus pares de receberem o prêmio Nobel.
- **Dois átomos** – Mildred Spiewak Dresselhaus que recebeu vinte e cinco doutorados honorários.
- **Um átomo** – todas as outras cientistas, todas receberam prêmios de reconhecimento por instituições ligadas à ciência.

Figura 12. Átomos: representação de poder



Fonte: Os autores (2024)

A estratégia de pontuação foi elaborada para que os alunos possam estabelecer uma conexão com a biografia das personagens, facilitando a memorização e incentivando uma reflexão crítica sobre a falta de reconhecimento enfrentada por essas cientistas.

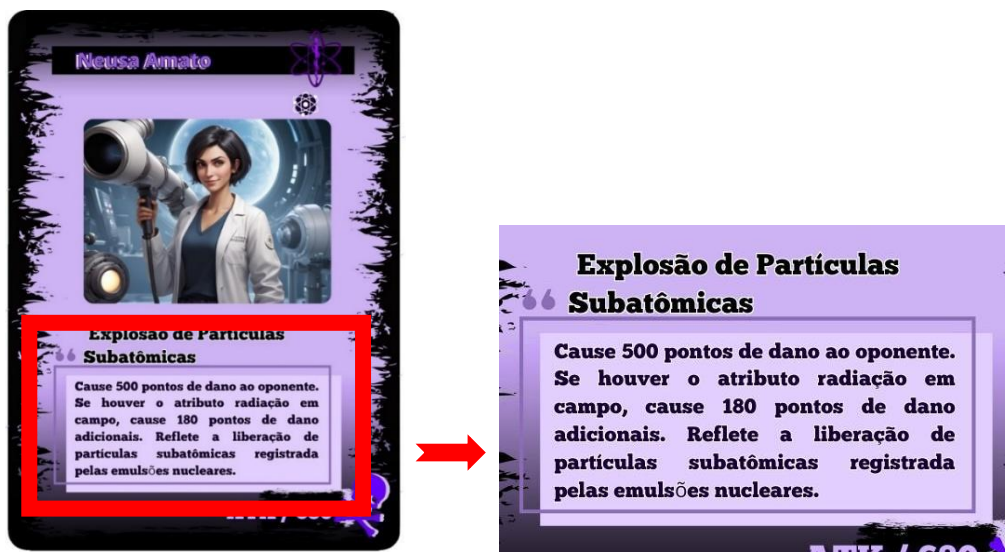
Nesse contexto o Mestre, atuando como mediador do jogo, orientará os jogadores na interpretação dos elementos das cartas e na aplicação das regras enriquecendo a experiência de aprendizado e promovendo discussões sobre as contribuições das cientistas ao longo da história e os desafios que elas enfrentaram sendo resilientes em uma sociedade sexista.

4.1.3 Nome e descrição da habilidade

Cada carta possui especificações sobre uma habilidade especial da cientista e descreve no canto inferior direito a quantidade de pontos referentes ao ataque e a defesa no momento da batalha. Cada habilidade foi pensada em manter vínculo com as pesquisas desenvolvidas pelas cientistas ao longo de suas carreiras.

Como apresenta a Figura 13, o nome foi estilizado para promover a ludicidade e o estímulo às experiências desencadeadas pelo jogo. Exemplificamos abaixo as habilidades de Marie Curie.

Figura 13. Habilidade



Fonte: Os autores (2024)

4.1.4 Pontuação das cartas

O sistema de pontos foi estruturado em dois tipos: em pontos de ataque (ATK) e pontos de defesa (DEF) conforme ilustra a Figura 4. As cartas apresentam pontuações distintas, sendo que a pontuação é proporcional ao número de símbolos do átomo que possuem; quanto maior a quantidade de átomos, maior pontuação para ataque e defesa.

Cada cientista possui três cartas diferentes, uma carta que possui pontos para ataque e defesa, uma com pontos somente para ataque (sem defesa) e a terceira que carta com pontos apenas para defesa (sem ataque).

Figura 14. Pontuações



Fonte: Os autores (2024)

4.2 Cartas dos espaços

Os espaços são os campos/lugares onde as batalhas acontecem. Para dar vida a estas batalhas, usufruir da ludicidade, mas não perder o vínculo com a ciência, cada espaço faz referência aos campos da Física na qual as cientistas trabalharam, para as cientistas abordadas aqui, organizamos seis espaços.

Nas cartas ilustradas na Figura 15, há um símbolo igual ao utilizado nos atributos das cientistas, fazendo um vínculo entre elas e o espaço, de forma que quando os símbolos são iguais, a cientista é favorecida, se os símbolos forem divergentes, a cientista sofre dano, pois o cenário afeta seus poderes e vidas.

Das cartas apresentadas abaixo, a carta à esquerda cujo cenário é “Campeonato do Caos” apresenta o símbolo da Física da Matéria Condensada, enquanto a carta à direita “Usina Radioativa” apresenta Física Nuclear, logo, significa que as cientistas do campo da Física Nuclear e Radioatividade são beneficiadas quando estiverem no campo de batalha da “Usina Radioativa” e sofrerão prejuízo quando estiverem no campo “Campeonato do Caos”.

Figura 15. Cartas de cenário



Fonte: Os autores (2024)

4.3 Cartas de ferramentas

Cada guerreira no jogo possui habilidades únicas, porém, para maximizar seu desempenho, é fundamental contar com armas extra de ataque e defesa. Essas armas são chamadas de ferramentas, foram elaboradas para proporcionar um reforço às personagens durante as batalhas. A criação de ferramentas está alinhada ao conhecimento e áreas de atuação das cientistas representadas, mantendo a coerência entre a ludicidade e o conteúdo científico apresentado.

As imagens dessas ferramentas foram geradas por inteligência artificial, orientadas pelo autor a partir de informações sobre as pesquisas realizadas pelas cientistas representadas no jogo. Esse processo garantiu uma estética visual adequada com o contexto das personagens e suas contribuições científicas. Dessa forma, o jogador se envolve não apenas com o aspecto lúdico, mas também com os conceitos científicos representados.

Durante o jogo, o jogador pode combinar uma guerreira com uma ferramenta específica, desde que ambas compartilhem os mesmos símbolos de atributos. Essa fusão permite o aumento do poder de ataque ou a melhoria da capacidade de defesa, oferecendo mais possibilidades estratégicas e mantendo o equilíbrio entre ciência e diversão no processo de aprendizagem.

Figura 16. Carta de ferramenta



Fonte: Os autores (2024)

A Figura 17 (abaixo) apresenta carta de ferramenta “Análise de Espectro R-X” apresenta o símbolo (atributo) da Física Médica e Biofísica, logo as cientistas deste campo podem utilizar essa ferramenta recebendo vantagens. A carta de ferramentas será utilizada para fazer fusão com a guerreira do seu campo de afinidade, potencializando a capacidade da guerreira atacar ou se defender durante a batalha.

Figura 17. Carta de ferramenta - atributo



Fonte: Os autores (2024)

A fusão só ocorrerá se guerreira e ferramenta pertencerem ao mesmo campo de estudo representado pelo símbolo do atributo. Tomemos como exemplo a fusão entre Lise Meitner (Figura 4) e a Ferramenta Análise de Espectro R-X (Figura 17). As duas cartas possuem o mesmo atributo, logo Lise Meitner pode usar a ferramenta citada para potencializar seu ataque e defesa.

Figura 18. Carta que fazem fusão

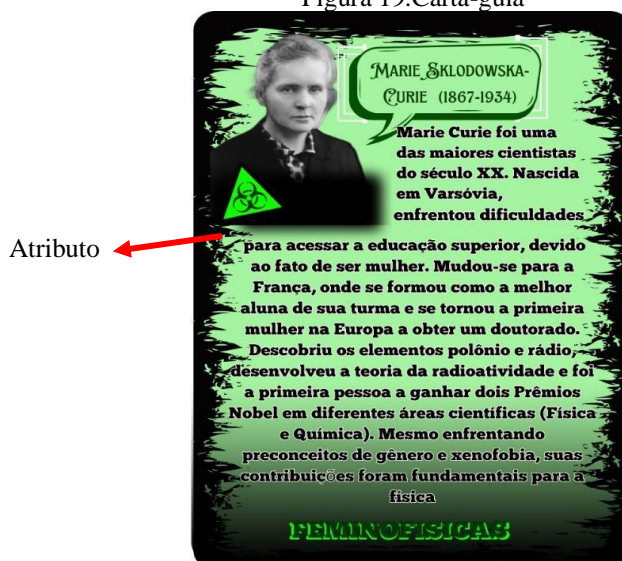


Fonte: Os autores (2024)

4.4 Cartas-guia

No jogo *FeminoFísicas*, desenvolvemos um conjunto de dezesseis cartas-guia para cada deck, que introduz cada personagem ao jogador, apresentando um breve relato da história das cientistas e de sua produção acadêmica, como ilustrado na Figura 17. O Mestre incentiva os jogadores a lerem as cartas-guia relacionadas às guerreiras cientistas em seu deck antes do início da partida. Com esse conhecimento, o jogador poderá entender melhor as características atribuídas aos cenários, às ferramentas e às habilidades. As cartas-guia, conforme o exemplo apresentado na Figura 18, serão entregues ao jogador antes das cartas dos personagens.

Figura 19. Carta-guia



Fonte: Os autores (2024)

4.5 Jogabilidade

O jogo para dois jogadores, inicia dividindo o tabuleiro ao meio, ficando cada jogador com um lado, onde poderá colocar suas cartas do jogo voltadas com a imagem para baixo. Há quatro conjuntos de cartas: seis para os espaços ou territórios de combate, dez cartas para ferramentas, quarenta e oito cartas para as guerreiras (três de cada guerreira) e trinta e duas cartas-guia, compreendendo duas cartas para cada cientista.

As cartas-guia são separadas em conjuntos de dezesseis cartas, uma para cada cientista e entregue aos jogadores para consulta de informações sobre as cientistas. Em seguida, a sorte é lançada para verificar quem iniciará o jogo.

As cartas dos espaços são embaralhadas, colocadas com a face para baixo e, posteriormente, uma delas é selecionada. Esta carta determinará o cenário da batalha, que permanecerá durante o torneio.

O conjunto de quarenta e oito cartas é embaralhado, com a face voltada para baixo, separam-se quinze cartas, perfazendo o deck principal de cada jogador, este conjunto de cartas permanece empilhado e virado de face para baixo. Quando a partida for começar o jogador irá retirar cinco cartas das quinze que ganhou para dar início à batalha (os detalhes serão explicados “Pontos importantes”).

Após retirarmos quinze cartas para cada jogador, ficam dezoito cartas restantes deverão ser colocadas em uma região do tabuleiro, empilhadas e com a face voltada para baixo estas cartas serão um deck auxiliar para os jogadores, elas poderão ser utilizadas para fazer compras com cartas do deck principal. A compra poderá ser realizada usando duas cartas de guerreira para adquirir uma carta nova e só poderá ser realizada após o primeiro duelo. É permitido apenas uma compra por turno. As cartas do deck principal que serão utilizadas na compra irão para uma região do tabuleiro que chamamos de “Cemitério”

Das dez cartas de ferramentas, três serão entregues para cada jogador com a face voltada para baixo e colocada próximo ao deck das guerreiras, quatro cartas são colocadas no tabuleiro, empilhadas e com a face para baixo; estas cartas de ferramentas poderão ser compradas utilizando duas das cartas de ferramentas que foi distribuída. A compra de uma ferramenta só pode ser realizada após o primeiro duelo. As cartas de ferramenta que foram usadas ficarão junto com a pilha de cartas do cemitério.

4.5.1 Pontos importantes

- O jogador começará o duelo à sua disposição quinze cartas de personagens e quatro cartas de ferramentas. Para duelar o jogador coloca apenas cinco cartas de personagem escolhidas no seu deck e as quatro de ferramentas na mão. Ao longo do jogo as personagens enviadas para o cemitério irão sendo substituídas por cartas do deck do jogador, no entanto ele não poderá ter em mãos apenas cinco guerreiras de cada vez.
- Durante o duelo a carta lançada no tabuleiro será colocada com a face voltada para cima, podendo ser colocada em duas posições, dependendo da sua função no duelo. Se for para atacar, a carta deve ser colocada na posição vertical e se for para defender será colocada na posição horizontal.
- A face voltada para cima permite ao oponente visualizar o ataque e preparar sua estratégia para reagir quando for o seu turno.
- A carta colocada no tabuleiro permanecerá lá se não tiver sido destruída pelo oponente e só altera a posição na próxima jogada, caso o jogador queira utilizar uma outra carta como defesa ou ataque.
- Apesar da carta de ferramenta ser entregue no início da partida ela só poderá ser ativada a partir do segundo duelo, para ativá-la o jogador pega a sua guerreira das cinco cartas iniciais que deseja utilizar, em seguida retira uma carta da pilha de ferramentas e verifica se elas duas pertencem ao mesmo atributo para que possam fazer uma fusão, se as duas não forem de mesmo atributo, a carta de ferramenta se junta às cartas utilizada no duelo até que possa fazer uma fusão com outra guerreira, ou o jogador pode fazer a compra de uma nova ferramenta como explicado em item anterior. A compra de ferramentas no deck só é permitida a cada dois turnos.
- O jogo inicia com cada duelista contendo uma quantidade de sete mil pontos de vida.
- No jogo, cada carta apresenta um valor específico que representa seu potencial de dano (ataque) e capacidade de defesa. Quando um jogador utiliza uma guerreira para atacar, o dano infligido é subtraído dos pontos de vida do oponente. O valor de ataque da guerreira que está atacando é então comparado com o valor de defesa ou ataque da guerreira opositora. A diferença entre esses

valores é retirada dos pontos de vida do oponente que possui o valor mais baixo na carta, determinando o impacto do ataque durante a batalha.

- O jogo termina quando um dos duelistas zerar todas as suas vidas, então o oponente será vitorioso.

Após as informações importantes e a distribuição das cartas, o próximo passo é retirar cinco cartas de personagens do topo do seu deck principal e as quatro cartas de ferramentas e colocar na mão, assim, cada jogador inicia a partida com nove cartas na mão. Durante as partidas o jogador só poderá ter cinco guerreiras em mãos.

Cenário montado, guerreiras e armas prontas, vamos à batalha!

Decidido quem faz a primeira jogada, o duelista anuncia: “Eureca!”.

- O duelista seleciona a guerreira das cinco cartas de sua mão que atacará a guerreira do oponente, coloca a carta na posição de ataque, com a face virada para cima e aguarda o turno do oponente. O oponente escolhe a guerreira que usará para reagir defendendo-se ou atacando. A escolha da carta deve sempre levar em consideração a habilidade e capacidade de proteção/reação da guerreira. Para o duelista que reage ao primeiro ataque, restará a decisão de usar uma carta com ataque maior que sua oponente ou um valor de defesa suficiente para evitar um grande dano.
- Nesta etapa os jogadores calcularam o dano que resultou. O cálculo deverá ser feito por uma subtração dos valores utilizados em posição de ataque ou defesa que cada duelista escolheu. Exemplo: valor de ataque menos ataque ou valor de ataque menos defesa. A diferença entre esses valores é então retirada dos pontos de vida do oponente que tiver o valor mais baixo na carta, o que determina o impacto do ataque durante a batalha.
- Se os valores de ataque entre os oponentes forem iguais, haverá empate. As duas guerreiras são destruídas e enviadas para o cemitério.
- Se os valores de ataque e defesa entre os oponentes forem iguais, haverá empate, nenhum dos duelistas recebe dano e nenhuma das guerreiras é destruída, assim, elas permanecem em jogo.
- O lugar da carta destruída será substituído por uma carta retirada da pilha de cartas de guerreiras no deck do jogador. Ressaltando que o jogador pode ter apenas cinco cartas de guerreiras na mão por turno e a substituição dessas cartas só ocorrerá se uma for destruída em campo de batalha ou se for realizada uma compra de carta.

- Se acaso o duelista estiver insatisfeito com seus personagens, ele pode comprar uma carta na pilha de dezoito cartas que ficaram reservadas no deck, para comprar uma nova personagem ele utilizará duas das suas cartas de guerreiras que estão na mão, após esta compra o jogador ficará com apenas quatro cartas em mãos, então ele retira uma carta da sua pilha de cartas para completar as cinco guerreiras necessárias para o jogo.
- Se acaso o duelista comprar uma carta de ferramenta e fizer a fusão, após o uso da ferramenta ela irá para o cemitério.
- Durante o andamento do jogo, pode acontecer do duelista ter utilizado muitas cartas, estar com menos do que cinco cartas em mãos e não haver mais cartas no seu deck. Nesta situação o jogo continua com a quantidade de cartas que sobraram em mãos até que um dos jogadores fique sem cartas ou perca todos os pontos de vida.
- O jogo acaba quando um dos oponentes zerar sua pontuação de vidas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ciências, desde suas origens, foram influenciadas por contextos culturais e históricos, refletindo a separação de gêneros predominante na sociedade, especialmente em áreas como Física (Silva, 2018). Apesar disso, muitas mulheres fizeram contribuições importantes, enfrentando preconceitos, invisibilidade e responsabilidades familiares sem abandonar suas carreiras acadêmicas.

Diante da importância de destacar as contribuições femininas na Física, este trabalho teve como objetivo desenvolver um jogo de cartas do tipo RPG, intitulado “FeminoFísicas”, para promover o conhecimento histórico-científico de maneira lúdica e educativa. A proposta é voltada para estudantes do Ensino Médio, que será aplicada por professores de Física, que assumirão o papel de Mestres, realizando orientações sobre o jogo e a contextualização com os temas da física e cientistas representadas.

O projeto ainda está em fase inicial, com as cartas em produção, mas a mecânica já foi estabelecida. Nossa intenção é expandir o conteúdo com a pesquisa sobre outras cientistas aprimorando a jogabilidade conforme necessário, e implementando o jogo em escolas. Essa iniciativa visa não só enriquecer o aprendizado dos alunos, mas também reconhecer as mulheres que contribuíram para a ciência, inspirando as novas gerações a acreditarem em seu potencial e contribuírem para uma sociedade mais justa e inclusiva.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA FAPESP. Amélia Hamburger morre aos 78 anos. **Agência FAPESP** [online], 04 abr. 2011. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/amelia-hamburger-morre-aos-78-anos/13676>. Acesso em: 01 set. 2024.

AIDAR, Laura. Rosalind Franklin: química Britânica. **EBiografia**. Disponível em: https://www.ebiografia.com/rosalind_franklin/. Acesso em: 22 ago. 2024

ALISSON, Helton. Avanço da cristalografia é destacado por pesquisadores. **Agência FAPESP**. 25 set. 2014. São Paulo. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/avanco-da-cristalografia-e-destacado-por-pesquisadores/19883>. Acesso em: 07 set. 2024

AREAS, Roberta; BARBOSA, Maria C.; SANTANA, Ademir E. Teorema de Emmy Nöther, 100 anos: Alegoria da Misoginia em Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, n.2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0017>. Acesso: 24 ago. 2024

ARAÚJO, Paulo S. R. de.; SAMPSON, Leda. Rosalind Elsie Franklin. **Canal Ciência**. 2023. Disponível em: https://canalciencia.ibict.br/historia-das-ciencias/calçada-da-fama/cientista/?item_id=28140. Acesso em: 10 set. 2024.

BAPTISTA, Ligia P. *Amélia Império Hamburger (1932-2011)*. **Portal Memória CNPq**, 2021. Disponível em: https://memoria.cnpq.br/web/guest/pioneiras-view/-/journal_content/56_INSTANCE_a6MO/10157/1144403. Acesso em: 6 set. 2024.

BARCELLOS, Leandro da S.; BODEVAN, Jéssica A. de S.; COELHO, Geide R. Ação mediada e jogos educativos: um estudo junto a alunos do ensino médio em uma aula de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.38, n. 2, p. 853-882, ago. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/72011/47040>. Acesso em: 30 set. 2024.

BRITES, Bruna da R.; ZAMBON, Luciana B. O Role-playing game no ensino de Ciências/Física: Potencialidades para a educação CTS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática - RBECM**, Passo Fundo, v. 6, n. 1, p. 374-405, 2023. <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/13912/114117658>. Acesso em: 17 ago. 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Amélia Hamburger: cientista de destaque na física brasileira**. Plenarinho, 24 jun. 2022a. Disponível em: [https://plenarinho.leg.br/index.php/2022/06/amelia-hamburger/#:~:text=Am%C3%A9lia%20se%20formou%20em%201954,Paulo%20\(IF%20DUSP\)](https://plenarinho.leg.br/index.php/2022/06/amelia-hamburger/#:~:text=Am%C3%A9lia%20se%20formou%20em%201954,Paulo%20(IF%20DUSP)). Acesso em: 6 set. 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Prêmio Mulheres na Ciência Amélia Império Hamburger**. 2022b. Disponível em: <https://plenarinho.leg.br/index.php/2022/06/amelia->

hamburger/#:~:text=Am%C3%A9lia%20se%20formou%20em%201954,Paulo%20(IF%20DUSP). Acesso em: 01 out. 2024.

CAMPOS, Luciana Maria Lunardi; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. Produções de Jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. Departamento de Educação - Instituto de Biociências da UNESP - Campos de Botucatu - São Paulo. **Caderno dos Núcleos de Ensino**, 2002. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/37808676/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

CARDOSO, Mariana M. P. Coordenadora do NAPI recebe Prêmio Carolina Nemes. **iAraucária**. Fundação Araucária, Curitiba-PR, 2023. Disponível em: https://www.iaraucaria.pr.gov.br/noticia_napi/coordenadora-do-napi-recebe-premio-carolina-nemes/. Acesso em: 11 set. 2024.

CARVALHO, Jéssica G.; GIACOMELLI, Alisson C.; LOCATELLI, Aline. Representatividade feminina nos livros didáticos de Ciências da Natureza do PNL2021. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática - RBECM**, Passo Fundo, v. 7, n. 1, p. 280 - 299, 2024. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/16058/114118013>. Acesso em: 19 ago. 2024.

CORTES, Mariane Rodrigues. **Mulher na Ciência: “Ciência também é coisa de mulher!”**. 2018. (Monografia) Bacharelado em Engenharia de Produção - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/5991/Mariane%20Rodrigues%20Cortes.pdf?sequence=1>. Acesso em: 1 set. 2024.

DRESSELHAUS, Mildred. Entrevista a Maria Fernanda Antunes. **Roda Viva**, São Paulo, 30 ago. 2004. Disponível em: https://rodaviva.fapesp.br/materia/309/entrevistados/mildred_dresselhaus_2004.htm. Acesso em: 26 ago. 2024.

FONTELLES, M. J. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Núcleo de Bioestatística Aplicado à pesquisa da Universidade da Amazônia**. Disponível em: <Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2024.

FRANCO, M. A. O. Jogos como ferramenta para favorecer a aprendizagem. **Plataforma Espaço Digital**, 2018. Disponível em: <<http://editorarealize.com.br>>. Acesso em: 19 set. 2024.

FROTA-PESSÔA, E. Elisa Frota-Pessoa: suas pesquisas com emulsões nucleares e a física no Brasil. Maria Borba. **Cosmos e Contexto: Revista Eletrônica de Cosmologia e Cultura**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 1-14, out 2012. Disponível em: <https://cosmosecontexto.org.br/elisa-frota-pessoa-suas-pesquisas-com-emulsoes-nucleares-e-a-fisica-no-brasil/>. Acesso em: 01 set. 2024

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Bruna de O.; QUIRINO, Raquel. Divisão sexual do trabalho e mulheres nas carreiras de ciência e tecnologia. **Revista Diversidade e Educação**, v.5, n.2, p. 61-67, Jul/Dez 2017. Disponível em:

<https://periodicos.furg.br/divedu/article/view/7830/5116>. Acesso em: 12 ago. 2024.

GONÇALVES JUNIOR, Ernando B.G., GALLEAZI, Izabela da C. RPG e Educação - Uma introdução. **REDERPG**. Disponível em:

<https://www.rederpg.com.br/2022/01/25/rpg-e-educacao-uma-introducao/>. Acesso em: 19 set. 2024.

GONÇALVES, Bruna de O.; QUIRINO, Raquel. Divisão sexual do trabalho e mulheres nas carreiras de ciência e tecnologia. **Revista Diversidade e Educação**, v.5, n.2, p. 61-67, Jul/Dez 2017. Disponível em:

<https://periodicos.furg.br/divedu/article/view/7830/5116>. Acesso em: 12 ago. 2024.

IBARRA, A. C.R., Ramos, N. B., & Oliveira, M. Z. de. (2021). Desafios das mulheres na carreira científica no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v. 22, n. 1. Campinas jan/jun. 2021. Disponível em:

https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-33902021000100002. Acesso em: 27 ago. 2024.

IMPA. Instituto de Matemática Pura e Aplicada. "**Émilie, a matemática revolucionária do século XVIII**". IMPA, 2022. Disponível em: <https://impa.br>. Acesso em: 30 ago. 2024.

LIMA, Laura P. Professoras da USP recebem prêmio que celebra trajetórias femininas na ciência. **Jornal da USP**. 2024. Disponível em:

<https://jornal.usp.br/diversidade/professoras-da-usp-recebem-premio-que-celebra-trajetorias-femininas-na-ciencia/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

LIRA, Iris Dayane G. **Mulheres nas ciências exatas: um olhar sob a perspectiva de gênero, preconceito de gênero, invisibilidade e silenciamento no cotidiano do trabalho docente**. 2021. Dissertação (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1284>. Acesso em: 12 ago. 2024.

LOPES, Reinaldo José. Yvonne Primerano Mascarenhas: a senhora dos cristais. **Revista Pesquisa FAPESP**. São Paulo, n.258, ago. 2017. Disponível em:

<https://revistapesquisa.fapesp.br/yvonne-primerano-mascarenhas-a-senhora-dos-cristais/>. Acesso em: 08 set. 2024.

MARANI, Pamela Franco, *et al.* Desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de ciências: publicações em eventos nacionais. **Rev. Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, 2019.

Rio Branco, ISSN 2596-1640, publicado em: 15/05/2019. Disponível em:

<http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. Acesso em 20 de mar 2024.

MARCOLIN, Neldson. Os caminhos de Amélia. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, edição 183. maio 2011. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-caminhos-de-am%C3%A9lia/>. Acesso em: 6 set. 2024.

MARGEM, Neusa. Neusa Margem. **Academia Líbano Brasil**, 2022. Disponível em: <https://synapsedesign.com.br/academiatestes/portfolio-item/mansour-chalita/>. Acesso em: 5 set. 2024.

MASTROCHIRICO, Rodrigo S. **Game Design e Progresso em Jogos: Uma Revisão Bibliográfica para Descrever um Estudo Teórico Prático do Game Design**. Dissertação Mestrado em Desenvolvimento de Jogos Digitais. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/bitstream/handle/39545/1/Rodrigo%20Senice%20Mastrochirico.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

MELO, Hildete Pereira de; RODRIGUES, Lígia M.C.S. **Pioneiras da Ciência no Brasil**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), 2006. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br>. Acesso em: 3 set. 2024.

MENEZES, Breno H. do N. **A disciplina “Mulheres que inspiram na ciência” como estratégia pedagógica para valorizar as mulheres cientistas na Escola EEMTI Maria Zenóbia Rodrigues Braga**. 2023. (Monografia) Licenciatura em Física. Universidade Federal do Ceará. 2023. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/75247/3/2023_tcc_bhnmenezes.pdf. Acesso em: 23 ago. 2024.

MINELLA, L. S.. No trono da ciência I: mulheres no Nobel da fisiologia ou medicina (1947-1988). **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 163, p. 70-93, jan./mar. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/198053143817>. Acesso em: 20 de ago. 2024.

OLIVEIRA NETO, Antônio A. RIBEIRO, Sandra A. B. Um modelo de Role Playing game (RPG) para o ensino dos processos de digestão. **Revista Eletrônica do curso de Pedagogia do Campus Jataí – UFG**, Vol. 2 – n.13 – 2012. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/rir/article/view/22340/19245>. Acesso em: 18 set. 2024.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Catalão: UFG, 2011. Disponível em: https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/2707/1/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf. Acesso em: 24 set. 2024.

OLIVEIRA, Arthur B.; ROCHA, José D. T. Reflexões acerca do Roleplaying Game (RPG) na educação: potencialidade cognitiva. **Revista Multidebates**. v. 4, n. 2. Palmas/TO, junho de 2020. ISSN: 2594-4568. Disponível em: <https://www.revista.faculdadeitop.edu.br/index.php/revista/article/view/244/195>. Acesso: 28 set. 2024.

PAIS, Ana. Nobel de Física que explicou números mágicos trabalhando sem remuneração. **BBC NEWS/BRASIL**, 2 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-56717029>. Acesso em: 01 ago.2024.

PIRES, Larissa do N.; SANTOS, Israel M.; DAMASIO, Felipe. Maria Goeppert-Mayer e o modelo nuclear de camadas: contribuições de uma mulher cientista e implicações para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v38,n 1, p. 293-324, abr.2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/71993/45650>. Acesso em: 17 ago. 2024.

RAGUZE, Tiago; SILVA, Régio Pierre da. Gamificação aplicada a ambientes de aprendizagem. **GAMEPAD - Seminário de Games e Tecnologia** V.9. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2016. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/7fe3e6be-385f-4e8b-96e4-933a0e63874f/Gamificac%C2%B8a~o%20aplicada%20a%20ambientes%20de%20Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 19 set. 2024.

ROSA, Katemari Diogo. Sonia Guimarães. **Revista da ABPN**. v. 12, n. 33, jun/ago 2020, p.745-749. Disponível em: <https://abpnrevista.org.br/site/article/download/1043/1011/2766>. Acesso em: 18 ago. 2024.

SAITOVITCH, Elisa Maria Baggio *et al.* (Org.). **Mulheres na Física: casos históricos, panorama e perspectivas**. Primeira Edição. 1. ed São Paulo. Editora Livraria da Física, 2015.

SANTOS, Laura Sued Brandão. **Elisa Frota-Pessôa: trajetória e contribuições na física das emulsões nucleares no Brasil**. Dossiês. v.16 n.2 (2023). Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/932/680>. Acesso em: 02 set, 2024.

SBPMAT. Cientista em destaque: Yvonne Primerano Mascarenhas. **Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.sbpmat.org.br/pt/cientista-em-destaque-yvonne-primerano-mascarenhas/>. Acesso em: 06 set. 2024.

SCHELLI, Jesse. **A arte de game design: o livro original**. Tradução Edson Fumankiewicz - Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

SCHMITZ, Paula Rolin. **Aliando gênero e física: um produto didático sobre quantidade de movimento e visibilidade da mulher na ciência**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Sociedade Brasileira de Física. 2023. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/271625/001189098.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 set. 2024.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação** – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgcb/files/2011/03/Metodologia-da-Pesquisa-3a-edicao.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

SILVA, Caio F. E. da, AMARAL FILHO, Otacílio. RPG, o jogo: O Antes e o Depois do Ciberespaço. In: **Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**. 45., Universidade Federal do Pará. Pará. 2022. Disponível em: <https://portalintercom.org.br/anais/nacional2022/resumo/0804202209401962ebbe33a3b25.pdf>. Acesso em: 29 set. 2024.

SILVA, Felipe Q. da *et al.* Um relato de experiência da utilização de RPG Pedagógico no Ensino de Matemática. **Com a Palavra o Professor**. Vitória da Conquista - BA, v. 7, n. 19, setembro-dezembro/ 2022. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/PPP/article/view/897>. Acesso em: 30 set. 2024.

SILVA, Vanessa M. e. **A importância de Émilie du Châtelet para a ciência moderna**. 2018. Monografia (Graduação em História) — Departamento de História, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.his.puc-rio.br/wp-content/uploads/Vanessa-Moura-e-Silva.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SINTRA, Rui. Profa. **Yvonne Mascarenhas (IFSC-USP) conquista Prêmio Carolina Bori – Ciência & Mulher – Mulheres Cientistas, iniciativa da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2023. Disponível em: <https://saocarlos.usp.br/profa-yvonne-mascarenhas-ifsc-usp-conquista-premio-carolina-bori-ciencia-mulher-mulheres-cientistas-iniciativa-da-sociedade-brasileira-para-o-progresso-da-ci/>. Acesso em: 09 set. 2024.

TELLES, Carol. **Aos 91 anos de Yvonne Mascarenhas. Mulheres na Ciência. Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.abc.org.br/2022/09/13/os-91-anos-yvonne-mascarenhas/>. Acesso em 09 set. 2024.

UNIVERSIDADE DA QUÍMICA. Lise Meitner: **A mulher mais injustiçada da História da Ciência**. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AFgwyzTLC-g>. Acesso em: 30 set. 2024.

VASQUES, Rafael Carneiro. **As potencialidades do RPG (Role Playing Game) na educação escolar**. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras Campus de Araraquara - São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/e23db875-9f16-4621-81de-bc61662e1a62/content>. Acesso em: 20 set. 2024.