

COLÉGIO PEDRO II

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica

Cíntia Daniele da Silveira Picalho

**A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA COMO
PROPOSTA CONTRA-HEGEMÔNICA PARA ABORDAR A
SUB-REPRESENTAÇÃO FEMININA NA FÍSICA**

Produto Educacional: Caderno de práticas contra-
hegemônica para o Ensino de Física e justiça social

Rio de Janeiro
2022



Cíntia Daniele da Silveira Picalho

**A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA COMO PROPOSTA CONTRA-
HEGEMÔNICA PARA ABORDAR A SUB-REPRESENTAÇÃO FEMININA NA
FÍSICA**

Produto Educacional: Caderno de práticas contra-hegemônica para o Ensino de Física e justiça social

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Práticas de Educação Básica.

Orientador Dr./Eduardo Folco Capossoli

Rio de Janeiro
2022

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

P586 Picalho, Cíntia Daniele da Silveira

A física moderna e contemporânea como proposta contra-hegemônica para abordar a sub-representação feminina na física / Cíntia Daniele da Silveira Picalho. - Rio de Janeiro, 2022.

104 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Eduardo Folco Capossoli.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Física moderna (Ensino médio). 3. Hegemonia. 4. Justiça social. 5. Representatividade. 5. Relações de gênero. I. Capossoli, Eduardo Folco. II. Título.

CDD 530

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Cíntia Daniele da Silveira Picalho

**A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA COMO
PROPOSTA CONTRA-HEGEMÔNICA PARA ABORDAR A
SUB-REPRESENTAÇÃO FEMININA NA FÍSICA**

Produto Educacional: Caderno de práticas contra-hegemônica
para o Ensino de Física e justiça social

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Mestrado Profissional em
Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-
Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa,
Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Práticas de Educação Básica.

Aprovado em: ____/____/____.

Banca Examinadora:

Dr. Eduardo Folco Capossoli - CII/MPPEB (Orientador)

Prof Dr. Antônio Carlos Fontes dos Santos - UFRJ (Membro externo)

Profª. Drª. Aline Viégas Vianna – CII (Membro interno)

Profª Drª. Deise Miranda Vianna – UFRJ (Suplente externo)

Prof. Dr. Marco Antônio Santoro Salvador – CII (Suplente interno)

Rio de Janeiro
2022

Dedico este trabalho a mulher que me ensinou a ser forte, nunca desistindo dos meus planos e que me enxerga como uma mulher potente, minha avó Maria de Lourdes. A ela, dedico uma vida inteira.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de mais uma vez me especializar, agora através do mestrado no CPII e dessa forma qualificar minha formação acadêmica e cidadã.

À minha avó que sempre me deu força e inspiração para que eu tivesse uma formação de qualidade, me encorajando e incentivando em todos os momentos.

Ao companheiro de vida e grande amigo pela parceria e motivação durante todo o processo acadêmico, além do apoio emocional.

À minha família que contribuiu para a formação da pessoa que sou hoje.

Ao Dr. Eduardo Capossoli pela orientação acadêmica dedicada, pelo compartilhamento de conhecimento e destreza nos assuntos desenvolvidos no trabalho.

Aos professores do curso de mestrado do CPII pelas aulas, onde pude trocar experiências inspiradoras.

Aos meus antes colegas, agora amigos de turma e para a vida, que se mantiveram solícitos e alegres, em nossos encontros virtuais.

E aos meus estudantes queridos que ainda me fazem acreditar em uma formação social e questionadora.

RESUMO

PICALHO, Cíntia Daniele da Silveira. **A Física Moderna E Contemporânea como proposta contra-hegemônica para abordar a sub-representação feminina na Física.** 2022. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, Rio de Janeiro, 2022.

O presente trabalho visa propor um ensino contra-hegemônico para refletir as práticas docentes da Educação Básica. Esta pesquisa visa evidenciar e discutir a sub-representatividade feminina na área da ciência da natureza, especificamente na disciplina física e contribuir com uma escola protagonista na formação social e acadêmica dos indivíduos. A pesquisa é caracterizada por uma pesquisa-ação e foi desenvolvida através de um curso ministrado em formato de ensino à distância (EAD) pelo Colégio Pedro II, na plataforma *Moodle*. O curso teve a duração de 30 (trinta) horas e foi dividido em cinco módulos remotos e assíncronos de 6 (seis) horas cada. O público alvo considerado foi de docentes de física, bem como, docentes da área de ciências da natureza, que atuam ou já atuaram na educação básica. Os instrumentos de coleta de dados realizados junto aos participantes do curso foram feitos através de uma caderneta de campo (anotações feitas pela pesquisadora ao longo do curso) e de questionários investigativos ao final de cada módulo. Os dados coletados durante a pesquisa foram analisados sob a perspectiva da análise de conteúdo de Lawrence Bardin. A pesquisa permitiu a construção do Produto Educacional intitulado “Caderno de práticas contra-hegemônica para o ensino de física e justiça social”. Esse Produto Educacional é composto por propostas pedagógicas que foram apresentadas no curso, como práticas de sala de aula, contribuindo para o ensino de física da educação básica e por representações de cientistas mulheres. Essas propostas pedagógicas foram estruturadas em sequências didáticas e possuem viés contra-hegemônico, que além da utilização de conteúdo específico da disciplina, propõem discussões acerca da sub-representação feminina, na física. Assim, o Produto Educacional que se desenvolveu busca possibilidades para a promoção de justiça social, refletindo sobre a ideia de que a ciência não se deve distinguir por gênero. Os participantes da pesquisa foram considerados especialistas da área e contribuíram para o aperfeiçoamento das práticas pedagógicas, opinando sobre alguns aspectos que as atividades propõem, como a duração prevista e ferramentas escolhidas para cada etapa. As sequências didáticas que foram apresentadas nos módulos do curso foram elaboradas para aplicação com a 1ª e 2ª série do ensino médio, através dos temas buraco negro e matéria escura. Os resultados desta pesquisa apontam para o papel protagonista da escola na formação cidadã, através da reflexão das práticas docentes, na busca da justiça e igualdade social.

Palavras-chave: Contra-Hegemonia; Física Moderna e Contemporânea; Sub-representação feminina

ABSTRACT

PICALHO, Cíntia Daniele da Silveira. **A Física Moderna E Contemporânea como proposta contra-hegemônica para abordar a sub-representação feminina na Física.** 2021. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, Rio de Janeiro, 2022.

This abstract aims to propose a counter-hegemonic teaching to reflect the teaching practices of Basic Education. This research aims to highlight and discuss female underrepresentation in the area of natural science, specifically in the physical discipline, and to contribute to a school that plays a leading role in the social and academic formation of individuals. The research is characterized by an action research and was developed through a course taught in a distance learning format (EAD) by Colégio Pedro II, on the Moodle platform. The course lasted 30 (thirty) hours and was divided into five remote and asynchronous modules of 6 (six) hours each. The target audience considered was physics teachers, as well as teachers in the area of natural sciences, who work or have worked in basic education. The data collection instruments carried out with the course participants were made through a field notebook (notes made by the researcher throughout the course) and investigative questionnaires at the end of each module. The data collected during the research were analyzed from the perspective of Lawrence Bardin's content analysis. The research allowed the construction of the Educational Product entitled “Notebook of counter-hegemonic practices for the teaching of physics and social justice”. This Educational Product is composed of pedagogical proposals that were presented in the course, such as classroom practices, contributing to the teaching of physics in basic education and representations of women scientists. These pedagogical proposals were structured in didactic sequences and have a counter-hegemonic bias, which in addition to the use of specific content of the discipline, propose discussions about female underrepresentation in physics. Thus, the Educational Product that was developed seeks possibilities for the promotion of social justice, reflecting on the idea that science should not be distinguished by gender. The research participants were considered experts in the area and contributed to the improvement of pedagogical practices, giving their opinion on some aspects that the activities propose, such as the expected duration and tools chosen for each stage. The didactic sequences that were presented in the course modules were designed for application with the 1st and 2nd grades of high school, through the themes black hole and dark matter. The results of this research point to the protagonist role of the school in the formation of citizens, through the reflection of teaching practices, in the search for justice and social equality.

Keywords: Counter-Hegemony; Modern and Contemporary Physics; female under-representation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Concepções da hegemonia e da contra-hegemonia	23
Figura 2: Gráfico de análises de artigos publicados	30
Figura 3: Percentual feminino de carreiras científicas	37
Figura 4: Quantitativo de mestres e mestrados formados	39
Figura 5: Quantitativo de doutores e doutoras formados	39
Figura 6: Percentual de premiações OBF	40
Figura 7: Percentual de bolsistas CNPq	41
Figura 8: Número de bolsistas PQ	42
Figura 9: Número de bolsistas PQ de física e astronomia, distribuídos por níveis classificatórios em dezembro de 2016	43
Figura 10: Etapas de análise de conteúdo	51
Figura 11: Faixa etária dos especialistas	52
Figura 12: Pós-graduação como formação continuada dos especialistas	53
Figura 13: Tópicos da FMC	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Curso EAD dividido por módulos e seus objetivos	47
Quadro 2: Análise de dados - Categoria incumbências domésticas	54
Quadro 3: Análise de dados – Categoria gênero	55
Quadro 4: Análise de dados - Subcategoria espelho	56
Quadro 5: Característica do professor tecnicista	57
Quadro 6: Análise de dados – Categoria personalidade 1	57
Quadro 7: Análise de dados – Categoria personalidade 2	58
Quadro 8: Análise de conteúdo – Categoria indumentária 1	58
Quadro 9: Análise de conteúdo – Categoria indumentária 2	59
Quadro 10: Análise de conteúdo – Categoria desigualdade de poder	60
Quadro 11: Análise de conteúdo – Subcategoria pedagogia crítica	61
Quadro 12: Análise de conteúdo – Categoria colaboração discente – docente	62
Quadro 13: Análise de conteúdo – Categoria diversidade de saberes	63
Quadro 14: Análise de conteúdo – Categoria interdisciplinaridade	64
Quadro 15: Análise de conteúdo – Categoria papel feminino na ciência 1	65
Quadro 16: Análise de conteúdo – Categoria relevância da FMC na EB	65
Quadro 17: Análise de conteúdo – Subcategoria relevância acadêmica e cotidiana	66
Quadro 18: Análise de conteúdo – Categoria dificuldade	67
Quadro 19: Análise de conteúdo – Categoria tratamento diferenciado por gênero	69
Quadro 20: Análise de conteúdo – Categoria sub-representação da mulher	70
Quadro 21: Análise de conteúdo – Categoria colaboração discente – docente e Subcategoria investimento na educação de meninas	71
Quadro 22: Análise de conteúdo – Categoria papel feminino na ciência 2	72
Quadro 23: Modulo 4 - Modelo de sequência didática com o tema matéria escura	76
Quadro 24: Modulo 5 - Modelo de sequência didática com o tema buracos negros	77
Quadro 25: Tabela com dados para criação de buracos negros	78
Quadro 26: Análise de conteúdo: subcategoria hostilidade de gênero	79
Quadro 27: Análise de conteúdo: categoria replicabilidade	80
Quadro 28: Análise de conteúdo: categoria inovação	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FMC – Física Moderna e Contemporânea
SD – Sequência Didática
PE – Produto Educacional
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
EAD – Educação à Distância
PCN – Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
HFC – História e Filosofia da Ciência
PID – Propostas de Intervenção Didática
EC – Estudo de Caso
HQ – História em Quadrinhos
TCLE - Termo de Consentimento Livre Esclarecido
EM – Ensino Médio
OBF - Olimpíada Brasileira de Física
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
ICj - Iniciação científica júnior
IC - Iniciação científica
M – Mestrado
D – Doutorado
PQ - Produtividade em pesquisa
SBF - Sociedade Brasileira de Física

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 JUSTIFICATIVA	18
3 OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo Geral.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
4 REFERENCIAIS TEÓRICOS	21
4.1 Contra-Hegemonia.....	21
4.2 O Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Brasil.....	25
4.3 Sub-representação feminina nas ciências da natureza.....	32
4.3.1 Mulheres na Física.....	36
5 METODOLOGIA	45
5.1 Tipo de pesquisa.....	45
5.2 Percurso Metodológico.....	46
5.2.1 Desenvolvimento do curso e contexto da proposta.....	46
5.3 Caracterização do campo de estudo e forma de ingresso em campo.....	48
5.4 População e amostra.....	48
5.5 Instrumentos de coleta de dados.....	49
5.6 Análise e interpretação de dados.....	50
6 PRODUTO EDUCACIONAL	73
6.1 Atividades que foram propostas no curso.....	75
7 CONSIDERAÇÃO FINAL	82
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICE A – INDAGAÇÕES INICIAIS	90
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO I - MÓDULO 1: CONTRA-HEGEMONIA	92

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO II - MÓDULO 2: FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA.....	93
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO III - MÓDULO 3: SUB-REPRESENTAÇÃO FEMININA	94
APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO IV - MÓDULO 4: PROPOSTA DE PRÁTICA PEDAGÓGICA SOBRE FMC I.....	95
APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO V - MÓDULO 5: PROPOSTA DE PRÁTICA PEDAGÓGICA SOBRE FMC II.....	96
APÊNDICE G – AUTORIZAÇÃO PARA USO DOS DADOS COLETADOS NO CURSO.....	97
APÊNDICE H - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAIORES DE IDADE.....	100
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIOS INVESTIGATIVOS.....	103

1 INTRODUÇÃO

Acredita-se que a educação básica exerce uma função fundamental na formação cidadã. Nesse sentido, a escola exerce papel protagonista na ação de práticas mais compromissadas em relação à sociedade e em relação as questões que a envolvem, a fim de promover justiça social privilegiando os ideais de igualdade e de equidade social. Encontrou-se em Azevedo (2013) definições para esses ideais, sendo o conceito de igualdade vinculado ao respeito da diversidade entre os indivíduos que devem ser tratados igualmente perante a sociedade. E para o conceito de equidade, cria-se uma relação com a ausência da desigualdade e com às necessidades que todos os indivíduos possuem. A busca por justiça social fomenta reflexões acerca da construção de uma sociedade igualitária. Assim, surge a importância de um trabalho que discuta as dificuldades vivenciadas pelos indivíduos e dê visibilidade para minorias sub-representadas na sociedade.

Esta pesquisa se justifica pelo pressuposto da existência de uma sub-representação feminina na área de ciência da natureza, especificamente no campo da física e pela idealização de que a escola tem um papel fundamental na formação cidadã dos estudantes. A pesquisa assume a ideia de que a utilização de práticas pedagógicas com viés da contra-hegemonia tem potencial para promover justiça social. A justificativa para esta pesquisa será apresentada de forma mais detalhada na seção 2.

O questionamento apresentado representa o problema desta pesquisa que se propõem a discutir sobre a contribuição e a importância da escola na formação social e cidadã dos estudantes da educação básica: A utilização de práticas contra-hegemônicas que utilizam conteúdo da física moderna e contemporânea (FMC) pode evidenciar a sub-representatividade feminina na área de ciências da natureza, na escola? Espera-se responder a essa pergunta, através do desenrolar desta pesquisa e da confecção de um produto educacional produzido a partir da mesma.

Espera-se que a resposta para a pergunta apresentada proporcione caminhos possíveis para mitigar as desigualdades de gênero¹ para além dos muros da escola, numa esfera social, através do uso de práticas contra-hegemônicas na educação básica, com os sujeitos em processo de formação cidadã. Acredita-se, que para responder a essa pergunta, é preciso remodelar a prática pedagógica, utilizando os conteúdos específicos de uma disciplina curricular como veículo para abordar assuntos contra-hegemônicos.

¹ Neste trabalho o entendimento sobre gênero é baseado em gênero masculino e gênero feminino.

Como objetivos desta pesquisa, pretende-se discutir e evidenciar a sub-representação de mulheres no campo da física através de práticas docentes com um viés contra-hegemônico, utilizando a FMC como meio para abordar a desigualdade de gênero na ciência da natureza. A seção 3 trará tais objetivos de forma complementar.

A condução da pesquisa se baseou em três referências teóricas: a contra-hegemonia, o ensino de física moderna e contemporânea (FMC) no Brasil e a sub-representatividade feminina nas ciências da natureza.

O referencial da contra-hegemonia foi escolhido pela busca por garantia de direitos iguais para todos os indivíduos que pertencem e constituem uma sociedade, com o objetivo de incluir minorias sub-representadas. O entendimento do conceito da contra-hegemonia foi alcançado na antropologia através da óptica de autores como Gramsci (1975), Williams (1979) e Laclau (1998). No campo da educação, foram encontradas considerações de outros autores, como Giroux (1997), Freire (2002) e Pereira (2012), que refletem sobre uma prática contra-hegemônica como ação pedagógica revolucionária e transformadora.

Ao se pensar em educação, o conceito da contra-hegemonia pode ser considerado como uma lógica que dá espaço para a produção e aplicação de propostas de aprendizagem que tenham relação com a realidade vivenciada pela comunidade escolar, a fim de contribuir com a formação de indivíduos comprometidos por ações coletivas e que visem contribuir para a diminuição das desigualdades sociais. O novo modo de se pensar a prática educacional pode ser inserido em todas as disciplinas oferecidas pelo currículo da educação básica. Nesta pesquisa será considerado a disciplina de física, presente no ensino de ciências da natureza.

A resignificação do papel do professor sendo considerado sujeito ativo na escola, está atrelada a uma prática pedagógica engajada e que reflete sobre aspectos que buscam contribuir para possíveis soluções de problemas que geram desigualdades sociais. Nesse sentido, o ensino de ciências deve ser utilizado como caminho para o levantamento e discussão de aspectos culturais e sociais que contribuem para a representação de minorias invisibilizadas. O envolvimento da disciplina de física com as concepções da contra-hegemonia pode abrir espaço para questionamentos sobre o modo de se fazer e entender a ciência.

Almeida Júnior (1980) compreende que a disciplina de física ganhou evidência no ensino de ciências da natureza pela necessidade de uma mão de obra mais especializada. A contemporaneidade trouxe para o Brasil novas descobertas para a disciplina. Estas descobertas foram utilizadas para atender a demanda da sociedade na prática, através da utilização de recursos tecnológicos sofisticados. Auler; Bazzo (2001) dão à disciplina a importância no caráter formativo do cidadão a partir da década de 1970, com o movimento de Ciência

Tecnologia e Sociedade (CTS) que levou para a academia discussões com caráter mais democrático, através de autores que refletiam sobre a vida em sociedade e uma ciência menos tecnocrática.

A FMC, um ramo da física que contempla um conjunto de teorias surgidas no começo do século XX, ganha força no Brasil com o surgimento de artigos científicos com autores como Terrazan (1994), Ostermann; Moreira (1998), Mota (2000) e Greca; Moreira (2001). Esses autores discutem em seus artigos, as motivações e razões impeditivas para a inserção desse assunto específico da física na educação básica. Tal assunto garantiu avanços tecnológicos para a vida em sociedade e trouxe relevantes contribuições para a manutenção da saúde e para descobertas sobre a origem e evolução do universo conhecido. O referencial da FMC no Brasil também aponta a utilização de práticas educacionais que contribuem para a sua inclusão no ensino de física na educação básica.

A concepção ingênua sobre a neutralidade na ciência da natureza em relação à raça e gênero conduz à ideia de igualdade de poder no ramo científico. Entretanto, a sub-representação feminina é percebida no campo da física e pode ser apontada pelos aspectos quantitativos e qualitativos. Esses aspectos representam a diferença existente entre a participação de homens e de mulheres no campo intelectual e na importância profissional. Assim, a escolha do referencial teórico da sub-representatividade feminina na ciência da natureza, especificamente na física é justificada através de autoras como Leta (2003), Rodrigues da Silva (2008), Lombardi (2017), Negri (2019), Ropera (2019), entre outras. A disputa de poder atrelada ao gênero pode ser refletida diretamente nas discussões da contra-hegemonia. A cultura do estereótipo masculino para representar a física ainda é aparente e perpetuada, não somente pelo ambiente sexista acadêmico, mas também pela sociedade intitulada machista. A escolha desse referencial teórico se dá pela possibilidade de apontar e tratar a realidade do baixo número de mulheres que se envolvem com as pesquisas físicas. Dessa maneira, o referencial teórico da sub-representatividade feminina nas ciências da natureza se apresenta pela relação numérica de representantes do gênero feminino nas carreiras científicas, se comparadas com o gênero masculino, e pela invisibilidade de suas pesquisas e produções científicas e acadêmicas.

O preconceito de gênero se faz presente nas disciplinas de ciências da natureza sendo necessário iniciativas acadêmicas e profissionais que busquem mitigar essa relação numérica entre o corpo docente e discente nas instituições. Essas iniciativas contribuem para o aumento da feminização numérica, termo utilizado por Lombardi (2017) para o percentual numérico de mulheres envolvidas no meio acadêmico e profissional. Será apresentado o panorama histórico que diz respeito ao envolvimento de mulheres na ciência da natureza.

Em relação a ao campo da física, é possível perceber através dos dados de Blue; Traxler; Cid (2018), que essa relação numérica é bastante evidente, nas últimas 2 décadas. Segundo as autoras citadas, em uma análise internacional, dos 60% das diplomadas em bacharelados nos Estados Unidos da América (EUA), apenas 20% são graduadas na disciplina de física. No cenário brasileiro, a participação de mulheres na física também chama a atenção para o baixo índice percentual. A análise dos gráficos de Fernandes (2020) para o recorte temporal de 2000 a 2009, em relação aos mestres formados em física, apenas 27% são mulheres. Se tratando do doutorado, apenas 17% se formaram doutoras. É dessa forma que mulheres físicas se veem sub-representadas no ramo acadêmico, e conseqüentemente, na esfera profissional.

Além da diferença numérica entre gêneros, a herança histórica em relação a desigualdade social que se apresenta de forma preconceituosa em relação as mulheres é presente e inviabiliza suas ações. A sub-representação de gênero na ciência da natureza está vinculado às políticas e recursos que inferiorizam o corpo docente feminino. Blue; Traxler; Cid (2018) afirmam que a confiabilidade e os investimentos destinados aos homens demonstram as diferenças nos planejamentos das instituições e evidenciam a diferença na relevância da participação de mulheres, que ficam majoritariamente silenciadas em suas produções.

A seção 4 se destina aos referenciais teóricos, onde essas questões serão aprofundadas ao longo do texto.

A metodologia de pesquisa será abordada na seção 5. A pesquisa foi realizada com docentes da área de ciências da natureza, através de um curso com duração de 30 (trinta) horas. O mesmo se desenvolveu pela plataforma *Moodle*, oferecida pelo Colégio Pedro II e apresentou a aplicação de práticas educacionais que foram analisadas pelos especialistas dessa pesquisa. Os participantes da pesquisa responderam, ao final de cada módulo do curso, questionários investigativos em relação aos referenciais teóricos dessa pesquisa e em relação às práticas educacionais. Os especialistas realizaram considerações acerca de aspectos das práticas como o tempo, divisão de etapas, ferramentas que se pretende utilizar, dentre outros. A mesma seção abordará o tipo de pesquisa e a forma de coleta de dados, assim como os benefícios e riscos da pesquisa.

A seção 6 se destina às informações sobre o produto educacional (PE) construído como derivação da pesquisa. O PE, que servirá de apoio educacional, é composto por propostas pedagógicas estruturadas em sequências didáticas e representações mulheres cientistas. As sequências didáticas abordam a sub-representação de mulheres cientistas na física, baseadas em suas trajetórias acadêmicas e profissionais.

A compreensão da importância da FMC para o meio científico e para a comunidade, tornou possível a escolha dos assuntos que envolvem a matéria escura e do buraco negro para tratar de temas considerados contemporâneos e que fazem parte das descobertas físicas mais atuais. A escolha por esses assuntos com abordagem voltada para o protagonismo feminino, através de mulheres que desenvolveram observações e descobertas nesse ramo, foi pensada como fator atenuante para as desigualdades de gênero através de uma formação cidadã que seja menos machista e misógina. Espera-se ser possível incentivar meninas para o meio científico através de exemplos de mulheres cientistas e pela sua representatividade na área de formação.

A utilização dos conteúdos específicos da FMC como meios para uma abordagem social que trata a desigualdade de gênero na física pode ser baseada na habilidade EM13CNT305 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que considera importante

Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade. (BRASIL, 2017, p. 545)

Para além do compromisso com o conteúdo curricular, a sociedade contemporânea faz necessário refletir e adequar um ensino cuidadoso na elaboração de práticas educacionais que visam contribuir com a justiça social.

Os trabalhos utilizados como base para a escrita desta pesquisa podem ser vistos na seção de referências. Os apêndices apresentam os questionários que foram utilizados no decorrer do curso, o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) que consiste na documentação necessária para o início da aplicação do curso e as práticas pedagógicas contra-hegemônicas.

2 JUSTIFICATIVA

A percepção de que existe uma sub-representação de mulheres envolvidas no âmbito científico, em particular, na disciplina de física, justifica essa pesquisa. Autoras como Leta (2003) e Rodrigues da Silva (2008) afirmam que a história da ciência aponta essa sub-representação concretizada ao longo dos anos, onde as mulheres foram invisibilizadas e negadas pelos centros científicos. A sub-representação feminina também é trazida por algumas pesquisas que evoluem a atuação de mulheres no meio científico e acadêmico mostrando que existe um tratamento desigual entre homens e mulheres cientistas, se forem comparados aspectos como salários, investimentos, cargos ocupados, etc.

As diretrizes pessoal, profissional e acadêmica da pesquisadora também se configuram como justificativas para essa pesquisa.

Na diretriz pessoal, diante do que foi apresentado no primeiro parágrafo, a pesquisadora se insere nessa temática da sub-representação feminina na área de ciências da natureza, e em particular na física, por ser mulher e também por ter ingressado na graduação no curso de licenciatura noturna. O ambiente estudantil, vivenciado pela pesquisadora, no curso de licenciatura em física noturno, era majoritariamente masculino. Por ela também foi observado que essa relação numérica entre gênero também era visível no grupo de docentes, onde se percebia um baixo quantitativo de professoras, se comparadas ao quantitativo de professores homens. Ainda que pesasse o ambiente estudantil masculino, a ponderação sobre esse assunto não passava de ser apenas um “estranhamento”. Depois de certo tempo, após o término da graduação e levando-se em conta reflexões amadurecidas sobre aquelas observações, foi percebido que o baixo quantitativo feminino docente e discente, indica que a área da física é considerada masculina. Saboya (2013) indica que a lógica presente nesse campo é sexista e androcêntrica, enfatizando o masculino e contribuindo para a sub-representação da mulher nesse meio.

Atualmente, ao lecionar como professora da educação básica, a pesquisadora compreende ser necessário articular os saberes específicos às demandas sociais para garantir uma formação cidadã de qualidade e que preze pela igualdade dos indivíduos que convivem em um mundo inegavelmente plural.

Como justificativa profissional, a pesquisadora buscou por práticas pedagógicas, mais humanizadas para o ensino de física e que promovem diálogos no campo da justiça social ou da representatividade de gênero.

A justificativa acadêmica para esta pesquisa se dá através de uma busca no catálogo de periódicos da CAPES por trabalhos que abordam essa temática, utilizando as palavras-chaves:

“**Mulheres na Ciências**” e “**Ensino de Física**” e “**Contra-Hegemonia**”, no recorte temporal entre os anos 2013 e 2021. Note que as três palavras utilizadas para a busca compõem o referencial teórico desta pesquisa. De acordo com a busca mencionada, foram obtidos os seguintes resultados: 95 trabalhos para **Mulheres na Ciência**; 388 trabalhos para **Mulheres na Ciência e Ensino de Física** e 388 trabalhos para **Mulheres na Ciência e Ensino de Física e Contra-Hegemonia**. É importante relatar que os resultados foram obtidos através do refino na busca da plataforma em algumas categorias, que são o tipo: Mestrado profissional; a área de conhecimento: Educação e Ensino; a área de avaliação: Educação e Ensino e a área de concentração: Educação e Ensino. A busca foi realizada em agosto de 2021 e o endereço da plataforma se encontra nas referências.

3 OBJETIVOS

Esta seção apresenta os objetivos desta pesquisa, estruturados entre o objetivo geral e os objetivos específicos.

3.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral, esta pesquisa visa propor um ensino contra-hegemônico para refletir as práticas docentes da Educação Básica-

3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, esta pesquisa visa evidenciar e discutir a sub-representatividade feminina na área da ciência da natureza, especificamente na disciplina física e contribuir para uma escola protagonista na formação social e acadêmica dos indivíduos e construir um Produto Educacional baseado na coleta de dados provenientes de um curso de extensão, pela plataforma Moodle do Colégio Pedro II em formato EAD, para docentes de ciências da natureza da Educação Básica.

4 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Nessa seção serão apresentados os estudos e considerações sobre os referenciais teóricos utilizados nesta pesquisa.

4.1 Contra-Hegemonia

Posto que na introdução já foi definida a razão da utilização do referencial teórico da contra-hegemonia, esta seção se dedica à apresentá-lo e discuti-lo de forma mais aprofundada. Esta seção pretende estabelecer o entendimento do conceito da contra-hegemonia, então utilizado nesse trabalho, voltado para a prática de sala de aula.

Para melhor compreensão dos leitores, primeiramente serão apresentadas as ideias sobre o modelo hegemônico dentro de uma perspectiva antropológica. Esta escolha tem por objetivo considerar definições bem delimitadas sobre o estabelecimento dos conceitos da hegemonia, muitas vezes chamado de lógica hegemônica, para em seguida alcançar um entendimento da lógica contra-hegemônica como uma concepção que se contrapõem à primeira. Na busca pela compreensão da categoria hegemonia, encontrou-se em Dore; Souza (2018) a interpretação sobre o filósofo Antonio Gramsci que desenvolveu este conceito para definir e construir análises sobre as relações de poder que envolvem o Estado e a sociedade.

Segundo os autores citados, para Gramsci, o fundamento da hegemonia não se dá somente pela sociedade política, como detentora da força, mas também da sociedade civil, que dá consentimento aos governantes, concebendo assim mediações entre a economia e o Estado. Pela óptica gramsciana, o conceito de hegemonia civil se relaciona com o Estado que, mesmo detendo a força como sociedade política, busca alcançar o consentimento de quem governa. Pela definição de Gramsci, a hegemonia está vinculada com a tentativa dos grupos sociais dominantes de obterem o consentimento dos grupos sociais subalternizados, “[...] no sentido, em que se poderia dizer, que Estado = sociedade política + sociedade civil, isto é, hegemonia encorajada de coerção.” (GRAMSCI, 1975 apud DORE; SOUZA, 2018).

Na perspectiva de Sobral; Ribeiro (2020), Gramsci em sua procura por justiça social, desenvolve seu próprio conceito de hegemonia e prega a construção de uma nova hegemonia capaz de englobar as necessidades dos oprimidos, elaborando uma nova cultura que contemple a realidade e necessidade das minorias sub-representadas.

Raymond Williams (1979) compreende o significado da hegemonia de Gramsci como o domínio político que tende a explicar as relações entre as classes sociais. A categoria hegemonia está então, inserida no cotidiano da vida em sociedade formando um sistema repleto de significados e valores formando um “senso de realidade para a maioria das pessoas na sociedade, um senso de realidade absoluta, porque experimentada e além da qual é muito difícil

para a maioria dos membros da sociedade movimentar-se, na maioria das áreas de sua vida. ” (WILLIAMS, 1979, p. 113 apud DORE; SOUZA, 2018). Para garantir a diversidade das estruturas sociais e para assegurar que a hegemonia não se estabelecesse como forma única, Willians (1979, apud DORE; SOUZA, 2018) defende um outro conceito que se calça em processos de mudança e que se contrapõem ao entendimento da lógica hegemônica, o conceito da contra-hegemonia, também compreendido como hegemonia alternativa. Para ele, o conceito de hegemonia conteria, em seu interior, dois sentidos: um prático e um abstrato. A distinção entre eles demanda referir-se ao “hegemônico” (sentido prático) e não à “hegemonia” (sentido abstrato); ao “dominante” (sentido prático) e não à “dominação” (sentido abstrato). A utilização do termo hegemonia, no sentido abstrato, poderia ignorar ou isolar as muitas formas importantes de oposição e luta que, na prática, o processo hegemônico procurou controlar. (DORE; SOUZA, 2018, p.252)

Ainda na busca pela compreensão do conceito de hegemonia, encontrou-se no autor Laclau (1998) a definição de uma intervenção discursiva que busca a padronização de um discurso que se origina das ausências no campo social. Dessa forma, é possível relacionar o conceito de hegemonia à uma educação voltada para uma uniformização na qual apenas existe uma forma de se praticar o ensino, desconsiderando os problemas sociais que fazem parte de uma comunidade.

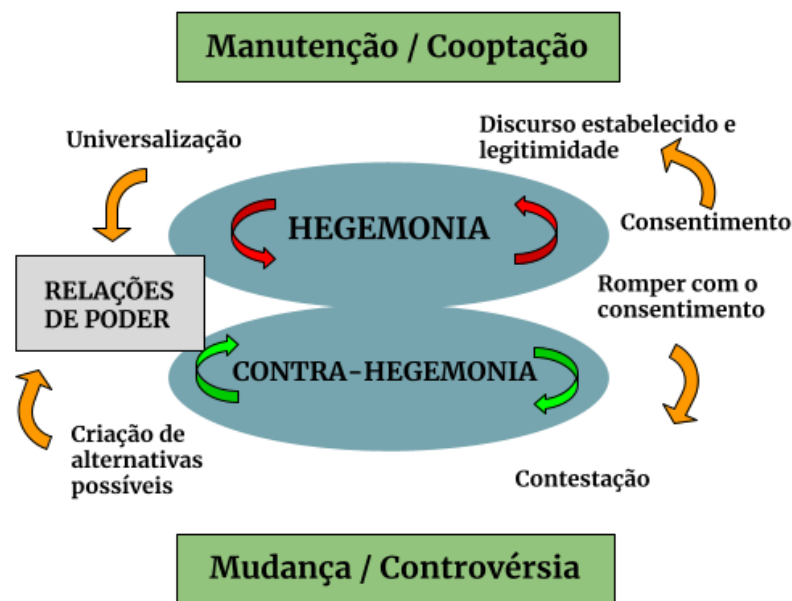
Segundo Laclau (1998), na concepção hegemonia, um discurso consegue articular diferentes necessidades para criar a sensação de representatividade. A autora Pereira (2012) define a lógica hegemônica pelas seguintes dimensões:

- 1) Suposição de igualdade de poder - vários discursos distintos estabelecendo disputas na tentativa de se tornarem hegemônicos na utopia de que são capazes de representarem os demais;
- 2) Supressão da dicotomia entre particular e universal - o discurso hegemônico incorporando diferentes sentidos na tentativa de todos se sentirem representados; dessa forma a segunda dimensão complementa a primeira, tendo como base as relações desiguais de poder nas quais um eu poderoso declara algo como universal. (PEREIRA, 2012, p.38-43)
- 3) Produção de significantes vazios - significantes sem sentido determinado, podendo ser preenchidos com significados diferentes, flutuando entre muitos, conciliando significados que pareciam em princípio inconciliáveis.
- 4) A generalização das relações de representação - como condição de constituição da ordem social; um discurso só será capaz de articular diferentes necessidades se constituindo hegemônico se exercer uma função de representação, levando o indivíduo a se sentir representado. (PEREIRA, 2012, p.38-43)

Uma vez estabelecida a compreensão de hegemonia pautada nos autores apresentados anteriormente Gramsci (1975), Williams (1979), Laclau (1998) e Pereira (2012), é interessante para a construção desta pesquisa um pensamento que representa a antítese do pensamento hegemônico, que será chamado de pensamento contra-hegemônico. A contra-hegemonia busca a garantia dos direitos civis de minorias que também representam e fazem parte da sociedade.

A figura 1 representa de maneira pictórica as lógicas hegemônica e contra-hegemônica.

Figura 1 - Concepções da hegemonia e da contra-hegemonia



Fonte: A autora, 2021

A hegemonia é tratada como a manutenção de um poder detido pelas bases mais fortes da sociedade, estabelecido por um discurso universal. Tal discurso tem a função de garantir o consentimento das camadas formadoras da sociedade. No que diz respeito à contra-hegemonia, a imagem traz a ideia da possibilidade de mudança e de contestação. Nesse sentido, a prática contra-hegemônica tende a romper com esse consentimento, criando alternativas possíveis e que contemplam a particularidade das camadas da sociedade.

Conta-se ainda com a interpretação de outros autores que, voltando-se para o campo da educação, refletem sobre uma prática da contra-hegemonia como ação pedagógica contestadora do *status quo*. O conceito da contra-hegemonia na educação, pode ser pensado como uma lógica que possibilita outras propostas de aprendizagem que contribuam para a construção e formação

de indivíduos preocupados com a vida coletiva, visando contribuir para a diminuição das desigualdades sociais.

A proposta de um fazer que vai contra a lógica hegemônica inserida na educação também está presente no ensino de ciências se for relacionado à diversidade cultural e social que contempla uma comunidade escolar. A ressignificação do papel do professor está atrelada a sua prática pedagógica que reflete e age com engajamento buscando contribuir para a diminuição dos aspectos que geram desigualdades sociais. Nesse sentido, o ensino de ciências deve ser utilizado como caminho para o levantamento e discussão de aspectos culturais e sociais fazendo representar as minorias pouco evidenciadas.

A concepção da contra-hegemonia, será utilizada no recorte da educação visando práticas docentes que promovam a desconstrução do modelo hegemônico predominante no ensino de ciências da natureza. Essa predominância se caracteriza como única possibilidade de prática pedagógica e evidencia um padrão descompromissado com as demandas sociais.

As ideias e convicções de Paulo Freire (2002) que ecoam o sentido da contra-hegemonia na educação compreendem a escola como um ambiente de humanização. Por consequência, é na escola que se deve aprender a conviver com a pluralidade dos indivíduos, combatendo a ideia de negação do outro. Nesse sentido, o princípio de contra-hegemonia se preocupa em dar visibilidade às minorias sub-representadas na sociedade contemporânea e conseqüentemente, nas práticas educacionais que não devem ser desvinculadas do cotidiano humano que deve denunciar toda forma de discriminação:

Faz parte igualmente do pensar certo a rejeição mais decidida a qualquer forma de discriminação. A prática preconceituosa de raça, de classe, de gênero ofende a substantividade do ser humano e nega radicalmente a democracia. Quão longe dela nos achamos quando vivemos a impunidade dos que matam meninos nas ruas, dos que assassinam camponeses que lutam por seus direitos, os que discriminam os negros, dos que inferiorizam as mulheres. (FREIRE, 2002, p.17)

Acredita-se que a realidade enfrentada pela sociedade seja significativa para as abordagens de sala de aula, gerando reflexão na busca por possíveis entendimentos e soluções. A escola desempenha o papel na formação social de cidadãos ativos que atuarão em atividades da sociedade, logo cabe a mesma fornecer um ensino crítico e de qualidade a fim de promover justiça social. O processo evolutivo de uma prática pedagógica comprometida com essa qualidade educacional, se define pelas reflexões das práticas pedagógicas que culminam com a transformação docente que passa a atuar de forma mais crítica utilizando o conteúdo teórico

como meio para uma reflexão sobre uma questão real sociocultural. A representação da transformação docente é defendida pelo autor Giroux (1997) com o docente atuante como um intelectual transformador. Para o autor, ao encarar os professores como intelectuais, podemos elucidar a importante ideia de que toda a atividade humana envolve alguma forma de pensamento. Indissociando a organização do planejamento educacional do currículo, o autor ainda afirma que:

... os professores podem ser vistos não simplesmente como "operadores profissionalmente preparados para efetivamente atingirem quaisquer metas a eles apresentadas. Em vez disso, eles deveriam ser vistos como homens e mulheres livres, com uma dedicação especial aos valores do intelecto e ao fomento da capacidade crítica dos jovens. (GIROUX, 1997, p. 4)

No campo da educação, pode-se estabelecer a ideia de que a mesma deve partir da sensibilidade de que a escola está além de seus muros limitantes e que deve estar aberta para o exercício de se aprender a conviver com a diversidade da vida, contemplando em seus ensinamentos os diferentes campos de representatividade conhecidas até então.

Essa pesquisa faz uso da contra-hegemonia como principal aspecto que torna o professor de ciências naturais a refletir sobre sua prática e sobre possibilidades que possam atenuar as desigualdades no âmbito social e cultural dos estudantes, assim como possam promover da pluralidade científica.

4.2 O Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Brasil

Desde seu surgimento histórico, a partir de Galileu Galilei (1564-1642), a física se desenvolveu ao longo dos séculos trazendo novas descobertas, e como consequência, a renovação dos paradigmas científicos. Ostermann e Ricci (2002, p.177) descrevem a disciplina de física em três períodos e afirmam que é “possível, sem muito rigor, dividir a disciplina em: Clássica (até o final do século XIX), Moderna (final do século XIX até a década de 40 do século XX) e Contemporânea (aproximadamente, da década de 40 em diante) ”.

A física passou a contemplar as necessidades mais complexas da vida em sociedade sofrendo influências do movimento positivista. Já no final da década de 1970, o caráter plenamente teórico manteve a hegemonia de seu formato expositivo, entretanto o modo de se fazer Ciência tendeu a ser refletido e reformulado (ALMEIDA JÚNIOR, 1980).

A nomenclatura usualmente atribuída para se representar as descobertas que vão além da física clássica é conhecida como física moderna e contemporânea (FMC). Esta “nova física” é muito explorada pela cultura pop, através de filmes, séries e revistas, como apontado por

Oliveira; Vianna; Gerbassi (2007). De um ponto de vista mais técnico, segundo a autora Picalho (2020) pode-se associar à FMC a um ramo específico da disciplina de física que “agrega o conjunto de teorias que lidam com fenômenos que vão desde as escalas atômicas e subatômicas (da magnitude da constante de Planck, $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$), até fenômenos que envolvem altas magnitudes de velocidades (nas proximidades da velocidade da luz, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$).” Nesse sentido, a FMC contempla o conteúdo o estudo da mecânica quântica, descrevendo o comportamento da matéria em uma escala subatômica e o conteúdo da teoria da relatividade (especial e geral) que desvendam o espaço-tempo por uma nova óptica, física de altas energias e etc.

Em particular no Brasil, a discussão sobre a necessidade de inclusão da FMC como conteúdo da educação básica, ganha relevância nos trabalhos pioneiros dos autores Terrazan (1994), Ostermann; Moreira (1998, 2000), Mota (2000) e Greca; Moreira (2001).

Ainda na década de 1990, atribui-se ao professor João Zanetic a fala que deveria ser fundamental que "ensinamos a física do século XX antes que ele acabe", o século em questão já passou e ainda assim o conteúdo da FMC é pouco desenvolvido nas aulas da Educação Básica (TERRAZZAN, 1992, p. 211).

A análise de Terrazan (1994) aponta a descontinuidade do currículo escolar em comparação ao avanço científico da Física, ressaltando a necessidade de sua atualização. A revisão bibliográfica de Ostermann; Moreira (2000) já mencionava as tentativas de inserção de conteúdos da FMC em todos os níveis de escolarização, se mostrando mais evidente no Ensino Médio. Dentre suas justificativas motivadoras, temos:

... os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não veem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente; É do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física; É mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino; A Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la. (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 24).

A FMC está associada às pesquisas físicas mais atuais, devendo ser contemplada na escola básica por fazer parte do conhecimento dos estudantes que estão inseridos na cultura pop

que busca referenciais contemporâneos para a uso em ficção científica nos quadrinhos e no cinema. Ostermann; Moreira (2000) afirmam que é importante

...despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles; Os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não veem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente. (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 24).

A necessidade de renovação curricular proposta pela Lei de Diretrizes e Bases, 1996 (LDB), mostra a relevância e a possibilidade da inserção da FMC no ensino médio do Brasil, como visto em Siqueira et al (2006). Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs) recomendam a inserção da FMC na Educação Básica.

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma a que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. (BRASIL, 1999, não paginado)

Majoritariamente, no início dos debates, na década de 1990, os artigos também indicavam os impeditivos no ensino dos tópicos da FMC na educação básica, baseados em algumas justificativas, como: a carência na qualidade de ensino, mesmo que com investimento do governo, apresenta um desempenho insatisfatório por parte dos estudantes, sendo necessária uma atualização do conteúdo de FMC, de forma complementar ao currículo acadêmico e qualificando as aulas ministradas, como visto em Vianna; Araújo (2008), questões relacionadas ao material e livros didáticos, como apontado por Ostermann e Moreira (2000) em sua revisão bibliográfica sobre Física e a carência na formação dos licenciados em Física, que têm poucas experiências vivenciadas em sua formação acadêmica, como apontado em Reis; Reis (2016);

Silva; Arengi; Lino (2013, p 73-77) indicam quatro categorias de análises de trabalhos lidos sobre a temática como justificativas para a inserção da FMC na Educação Básica, são elas: “a necessidade de atualização curricular”, “a inserção da FMC no EM é importante para a compreensão das tecnologias da atualidade”, “a FMC representou uma mudança de paradigma da física e essa noção de desenvolvimento das ciências se faz necessário no EM”, e o uso da “FMC como subsídio à compreensão e crítica das questões atuais que envolvem ciências, tecnologia, sociedade e ambiente”.

Ainda que estabelecida no ensino de física e exigidos nos documentos oficiais, como no PCN e na LDB, por conta de sua baixa utilização na educação básica, a FMC ainda não tem relevância na aplicação de seus conteúdos inseridas nas práticas educacionais pelos professores da disciplina.

Rocha; Ricardo (2014), apontam que

... o estabelecimento de conteúdos e práticas voltadas ao ensino da Física Moderna e Contemporânea (FMC) nas escolas, ainda que previstos nos documentos oficiais (PCN e PCN+), devido a sua relevância para contemplação dos objetivos da educação básica, podem ser considerados uma prática inovadora, pois a sua realização é um tanto quanto modesta no cotidiano escolar. (ROCHA; RICARDO, p. 334, 2014)

O currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro também aponta o uso da FMC no EM. Um trecho do documento normativo afirma que

...será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. Assim, universo, Terra e Vida passa a constituir mais um tema estruturador. (RIO DE JANEIRO, 2017, não paginado).

O ensino da disciplina de física apresenta um currículo ainda pautado majoritariamente na mecânica clássica para a interpretação dos sistemas que rodeiam a vida cotidiana. Dessa forma, professores de física se veem mais confortáveis na aplicação desses conceitos, seja pelo cumprimento da maioria dos conteúdos curriculares, seja pela falta de práticas educacionais que contemplem tópicos pertencentes à FMC.

Ainda que esta pouca presença da FMC seja corriqueira nas práticas docentes ou até mesmo nos livros didáticos (que apresentam a Física Moderna como mera “curiosidade” nos tópicos finais ou nos anexos de seu escopo), não se pode negar a importância que a mesma possui na formação dos alunos. Nesse sentido, o professor é peça fundamental, ainda que não seja a única, para que essa mudança de cenário ocorra. (ROCHA; RICARDO, p. 335, 2014)

Os autores apontam a escassez de conteúdos relacionados à temática nos livros didáticos, muito embora seja evidente sua importância na vida contemporânea. No mesmo trecho, os autores ressaltam a importância da participação ativa do professor de física para que haja

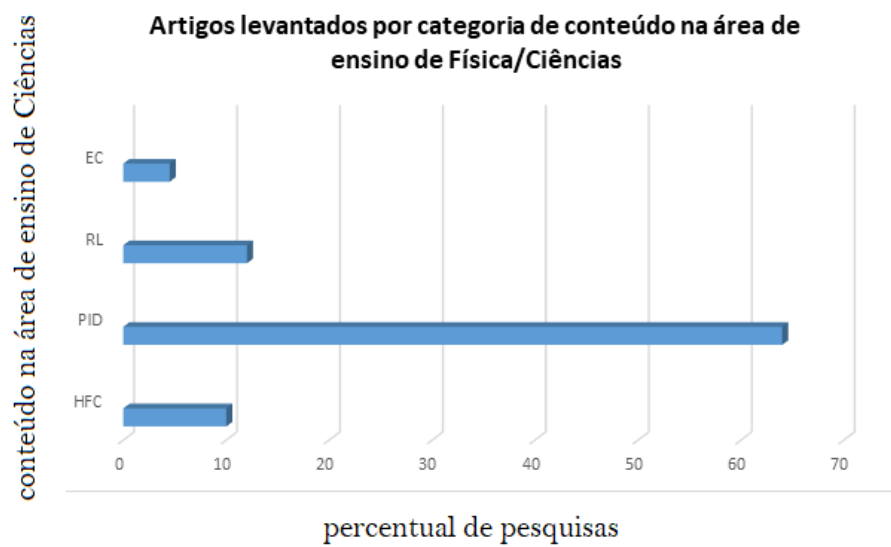
alguma mudança significativa nesse cenário, implementando à sua prática de sala de aula a abordagem da FMC, com qualidade de ensino. Nesse sentido, os artigos mais atuais relacionados ao uso da FMC na educação básica deixam de evidenciar suas possíveis justificativas para utilização e dão espaço para a amostragem de práticas que auxiliem professores de física em seus encontros escolares.

É possível perceber no currículo o processo de humanização da disciplina para que também possa contribuir com as incertezas e reflexões sobre a vida. Além de serem componentes exigidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2019 para o EM. Segundo a competência específica 2 da BNCC para as ciências da natureza, devem ser contemplados os conteúdos de “espectro eletromagnético; modelos cosmológicos; astronomia; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo” (BRASIL, 2017, p. 542) entre outros no curso de Física.

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que os permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade. (BRASIL, 2017, p. 544)

Oliveira; Vianna; Gerbassi (2007), consideram as discussões acerca da necessidade de inserção curricular da FMC um assunto esgotado. Os autores apontam a necessidade de trabalhos que indiquem propostas educacionais para a utilização dos tópicos da FMC de forma inclusiva ao currículo de física da educação básica. Segundo eles: “O caráter formativo desses tópicos deve ser priorizado e faz-se necessário buscar propostas que fujam da mera informalidade do assunto, a fim de que não sejam inseridos como pontos isolados em um currículo que já é bastante extenso”. (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, p. 449, 2007)

Marques et al (2019) em seu levantamento por artigos científicos sobre o ensino de física/ciências encontram como prioridade atual, trabalhos que propõem intervenções didáticas, o que os autores nomeiam como a categoria “Propostas de Intervenção Didática”, como material auxiliar pedagógico para o EM. O resultado desta análise pode ser observado através da figura 2, que mostra a relação percentual de pesquisas associadas à História e Filosofia da Ciência (HFC), Propostas de Intervenção Didática (PID), Estudos de Caso (EC) e Revisão de Literatura

Figura 2 - Gráfico de análise de artigos publicados.

Fonte: A autora - adaptado de Marques et al (2019)

Os apontamentos do gráfico demonstram que mais 60% das pesquisas atuais se concentram nas PID que auxiliam na utilização do ensino da FMC, com materiais de apoio destinado para professores do Ensino Médio.

Essa análise mais atual parece apontar que as pesquisas sobre FMC devem extrapolar o debate sobre a sua inclusão, ou não, na educação básica. Essas novas pesquisas propõem práticas pedagógicas que incluem a FMC na escola e apontam certo encantamento por parte dos estudantes, pela sua relação com a ficção científica abordada em filmes, séries e jogos.

Os tópicos da FMC também podem ser abordados segundo suas aplicações na medicina, como em diagnósticos médicos e possíveis formas de tratamento radiológico, como visto no artigo de Souza; Araújo (2010). Os autores buscaram investigar a inserção de tópicos da física moderna no EM, através dos assuntos radiação eletromagnética e da produção de raio x, por meio de uma abordagem interdisciplinar com a matemática e a biologia. Como resultado, a pesquisa dos autores indica a promoção da aprendizagem baseada na concepção cidadã na educação, contextualizando os conceitos da Física com fenômenos naturais que apresentam implicações relevantes para a vida. Além de contribuir para a autonomia dos estudantes em relação a um possível posicionamento perante questões tecnológicas e científicas.

A pesquisa de Souza; Araújo (2010), conduz para a relação complementar entre a física clássica e a FMC, pois fez uso de concepções prévias já tratados em anos anteriores, na física clássica, que são considerados mais próximos do mundo real dos estudantes, e de assuntos da FMC para abordar fenômenos relacionados ao mundo microscópico como, por exemplo, os

raios X, a dualidade onda-partícula, as partículas elementares que compõem a matéria e suas interações, entre outros.

Em seu artigo, Higa; Groch (2015) demonstram preocupação com a inserção da FMC na educação básica pelas orientações curriculares nacionais ou estaduais. Sua pesquisa aponta o ensino de FMC no EM através dos temas “raios X, efeito fotoelétrico, *big bang*, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear e radioatividade. Além dos recursos utilizados nas práticas como o uso de simulador, kit de robótica, fibra óptica, dentre outros.

Os mesmos autores afirmam que o resultado da pesquisa indica que os conteúdos da FMC estão sendo ensinados em todas as séries do ensino médio e que os materiais didáticos utilizados são essenciais para a incorporação da FMC ao currículo e aos planejamentos de Física. Ainda, os autores apontam que é necessária uma transposição didática adequada ao nível de ensino e que apesar das dificuldades enfrentadas pelos docentes, os mesmos fizeram uso de materiais autorais ou de materiais adaptados à sua realidade.

O laser de rubi foi utilizado como tema da FMC no artigo de Schittler; Moreira (2016). Os conceitos sobre a física formam propostos de forma ordenada e sistemática, através de filmes, slides, material disponível na internet, texto de apoio do Grupo de Ensino da Física da Universidade Federal de Santa Maria e aulas expositivas e dialogadas.

Schittler; Moreira (2016) além de contribuírem com o uso de uma prática educacional que insere a FMC na escola, apontam, o que chamam de problemas principais para a sua complementação no ensino de Física. São eles:

(1) a maioria dos professores de Física do Ensino Médio não está preparada para discutir os conceitos básicos de FMC; (2) os programas a serem cumpridos são extensos e passam a ser não compatíveis com a carga horária oferecida nas escolas públicas de Ensino Médio; e (3) a maioria dos livros didáticos quando apresenta o tema FMC, o faz de forma superficial. (SCHITTLER; MOREIRA, p. 2, 2016)

A pesar desses apontamentos sobre os problemas na inserção da FMC no currículo de física do EM, os autores também destacam as pesquisas de estudantes de pós-graduação, que incorporam novas metodologias e abordagens para o ensino. Essas pesquisas fornecem textos de apoio aos docentes, contribuem para a formação continuada através de cursos de extensão para licenciandos em Física e para professores atuantes na área que desejam aplicar a FMC no Ensino Médio.

Em Feitosa et al (2020), é apresentada uma prática educacional auxiliar para professores do Ensino Médio, estruturada em uma sequência didática que utiliza elementos de expressão artística, através da literatura de cordel e de histórias em quadrinhos, que abordam tópicos da Mecânica Quântica. Segundo os autores,

... a abordagem de temas de natureza científica em versos de cordel e HQs, tratando o conteúdo de forma temática, diferente do que é apresentado nos livros didáticos, pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Os versos de cordel e ilustrações típicas das HQs podem possibilitar a contextualização dos conceitos e fenômenos a serem ensinados, dessa forma, facilitando a compreensão dos estudantes. (FEITOSA et al, p. 3, 2020)

Os autores destacam a necessidade do rigor conceitual descrito nas poesias e nas ilustrações para que o ensino de ciências possa ser desenvolvido com um viés pedagógico através de diferentes metodologias de ensino e com precisão conceitual. A prática elaborada possibilita a proximidade da ciência com a cultura local e com a interdisciplinaridade.

Após análise dos artigos, é inegável a importância de trabalhos acadêmicos que colaborem com o ensino da FMC, na produção de material que possa ser utilizado como base para professores de física da educação básica. Sendo assim, esta pesquisa se apropria da ideia da realização de práticas concretas para a inclusão da FMC, para além da discussão se deve inclui-la, ou não, na educação básica. A leitura e entendimento desses artigos que discutem a utilização de práticas de sala de aula da Educação Básica envolvendo a FMC, fornece embasamento teórico para a construção de uma prática docente que também pretende incluir a FMC em aulas de física do EM

4.3 Sub-representação feminina nas ciências da natureza

O referencial da sub-representação feminina nas ciências da natureza apresenta um panorama histórico sobre o envolvimento de mulheres e a ciência. Na subseção sobre mulheres na física, será apresentado no cenário atual a invisibilidade de mulheres no âmbito científico apontado pelo baixo número de mulheres que se envolvem com as pesquisas na área da física, com apresentação de gráficos que indicam essa invisibilidade feminina nesta área específica.

Acredita-se que a representatividade de mulheres no campo acadêmico e profissional tem relação com as relações sociais e com as relações de poder que envolvem o homem e a ciência, que notoriamente percebe com baixa relevância a participação feminina no processo científico.

Leta (2003) afirma que a história mostra que desde o século XV o desenvolvimento da ciência foi considerado masculino, em seu estudo avançado contendo uma análise histórica sobre a ciência disseminada no mundo e refletida no Brasil.

Durante os séculos XV, XVI e XVII, séculos marcados por diversos eventos e mudanças na sociedade que possibilitaram o surgimento da ciência que conhecemos hoje, algumas poucas mulheres aristocráticas exerciam importantes papéis de interlocutores e tutores de renomados filósofos naturais e dos primeiros experimentalistas. Não obstante suas qualidades e competências, não lhes era permitido o acesso às intensas e calorosas discussões que aconteciam nas sociedades e academias científicas, que se multiplicaram no século XVII por toda a Europa e tornaram-se as principais instituições de referência da ainda reduzida comunidade científica mundial. (LETA, 2003, p. 271)

Ainda segundo a mesma autora, nos séculos seguintes, a condição feminina não se demonstrou muito diferente e sua participação se manteve periférica com a possibilidade de realização de trabalhos de suporte, como cuidar de coleções, ilustrar e traduzir experimentos e textos científicos, dependendo de sua posição familiar.

Nessa dinâmica, ao longo dos anos mulheres foram excluídas e negadas, com seus feitos científicos diminuídos através de discursos e métodos nada neutros. Rodrigues da Silva (2008) ressalta que a neutralidade é um dos mais importantes princípios que oferece status e poder a esta mesma ciência, a ciência moderna. (RODIGUES DA SILVA, 2008, p.134)

É uma ciência masculina, androcêntrica, branca, ocidental e localizada nas classes mais abastadas da sociedade moderna, que se auto-instituiu com supremacia sobre todos os outros saberes, passando a se expressar, imediatamente, na linguagem e nas abordagens teórico-metodológicas, decidindo o que conhecer, para que conhecer e quem pode conhecer. Estabelece-se assim, a exclusão das mulheres no processo de construção do conhecimento científico. (RODIGUES DA SILVA, 2008, p.135)

Leta (2003) afirma que o século XX trouxe mudanças expressivas que envolveram a sociedade e a igualdade de gênero, através do movimento que representou a luta feminina na busca pela igualdade de direitos através de reivindicações pelo espaço público, acesso à educação científica e às carreiras ocupadas apenas por homens. Ao longo da história, a presença feminina na ciência existiu sempre com enfrentamentos e desafios marcados pela dominação masculina. A visibilidade de seus trabalhos é uma conquista recente trazida pelo movimento feminista contemporâneo.

A ciência construiu assim, seus pilares enaltecendo a atuação masculina, dando destaque aos seus feitos que de alguma forma modificam os paradigmas científicos sem relação com a neutralidade, seja ideológica ou de gênero. Nesse sentido, de acordo com a afirmação de Rodrigues da Silva (2008), sobre o entendimento da ciência moderna, pode-se compreender a importância da realização de práticas que tendam a amenizar a desigualdade de gênero promovida pela ciência que “está situada historicamente num tempo e num espaço, influenciada diretamente por interesses políticos, econômicos e sociais que refletem nas questões de gênero e raça”. (RODRIGUES DA SILVA (2008, p. 134). Como já descrito, o uso da palavra gênero foi interpretado como referência aos termos masculino e feminino, tornando especificações para homens e mulheres. A ciência que se intitula neutra, após essa análise, evidencia uma questão no que tange a sua atuação e a sua representação por gênero.

A análise sobre a trajetória de mulheres que se dedicam no fazer científico está diretamente relacionada a um questionamento sobre a forma como a ciência foi e ainda é estabelecida demonstrando uma cultura dentro de um padrão hegemônico. A ciência que deveria ser considerada neutra e livre de padrão de gênero é centrada em valores masculinos que limitam e desqualificam a participação feminina. A desigualdade na atuação feminina na ciência, nos tempos atuais, é “percebida pelo pequeno número de pesquisadoras em posições de destaque na carreira científica e pelo quanto seus saberes e práticas são invisibilizados pela história”. (LIMA, p.19, 2008)

Tratando-se do contexto atual e ocidental, mulheres têm optado por carreiras outrora exclusivamente masculinas e que se destacam pelo seu prestígio profissional, indicando possíveis avanços sociais em relação a luta pela igualdade de gênero. Destacando o termo utilizado por Lombardi (2017) para o percentual numérico de mulheres, a feminização numérica, pode ser evidenciada na análise para a década de 2010 das carreiras mais estimadas, com “54% dos empregos para jornalistas, 44% dos empregos para médicos, 51% dos empregos para profissões jurídicas, mas somente 18% dos postos de trabalho para engenheiros, eram ocupados por mulheres” (LOMBARDI, 2017, p.10). O percentual para esta última carreira, indica que a engenharia, continua sendo um nicho masculino. A busca pela feminização numérica para carreiras contempladas pela área da ciência, indica uma possível desigualdade de gênero indicada pelo percentual numérico masculino superior ou pela baixa relevância dos feitos femininos pelas instituições. Ropera (2019, p. 1, tradução da autora), em um cenário internacional, denuncia que em “2015, mulheres constituíam metade da força de trabalho com formação universitária em ciências e engenharia, mas apenas 28% trabalharam nessas ocupações. ” A autora ainda afirma que no cenário internacional, mulheres possuem mais

doutorados em licenciaturas em ciências da vida (biológica, biomédica, agrícola, recursos naturais e ciências da saúde) do que homens, porém progredem menos com a qualificação acadêmica, desde 2005. No Reino Unido, apenas 23% da força de trabalho científico é feminina.

Nos dias atuais, é evidente que a participação da mulher na ciência se faz de forma mais expressiva. Segundo dados de Fernanda de Negri (2019), as mulheres na área de ciência da vida e da saúde ocupam um percentual superior, equivalente a 60%, em relação aos homens do Brasil. Entretanto seu reconhecimento científico não é valorizado e elas não tem representatividade em relação aos níveis mais altos das carreiras científicas.

Um estudo recente mostrou que as mulheres representam apenas 24% dos beneficiários de um subsídio do governo brasileiro concedido aos cientistas mais produtivos do país (a bolsa produtividade). A sub-representação em posições de liderança ainda persiste: as mulheres cientistas são apenas 14% da Academia Brasileira de Ciências. (NEGRI, 2019, p.18)

É possível compreender que a relação percentual da participação feminina na ciência tende a se equilibrar sendo comparada ao número percentual da participação masculina. Contudo, a relevância da mulher cientista ainda se faz carente para atender às suas demandas de reconhecimento perante suas contribuições significativas.

Faria (2018) aponta que situações destinadas às mulheres como, a maternidade, manutenção da família e afazeres domésticos, apontam possíveis causas no processo de socialização para o distanciamento de mulheres em relação à ciência que pode ser compreendido como uma consequência da construção histórica e social do processo de aprendizagem, no qual meninos são estimulados a dominar e meninas a integrar. Nesse viés, homens estão associados ao objetivo e mulheres ao sentimental e emocional. A mesma autora conclui que as maneiras de socialização destinadas a meninos e meninas também terão impactos no campo da ciência.

A diferenciação na participação feminina no campo científico e acadêmico na sociedade brasileira pode ser entendida ainda segundo Faria (2018) com base no conceito da divisão sexual do trabalho, o qual é definido pelas condições sociais que mulheres e homens ocupam na sociedade. Dentro desse conceito, a autora afirma que existe um modelo de delegação que polariza o emprego de mulheres e o crescimento da categoria de profissões a nível superior e de profissões executivas, responsável por reforçar as desigualdades entre mulheres negras e brancas e de diferentes classes sociais, sustentando um sistema de submissão de mulheres negras e pobres em relação às mulheres que possuem poder econômico, em sua maioria mulheres brancas e de classe média. A sociedade composta por mulheres contemporâneas

possibilitou que mulheres com maior poder aquisitivo adquirissem a possibilidade de libertação da dependência econômica de seus maridos no sistema capitalista. Como consequência da independência social, cultural e econômica dessas mulheres, cresceu o aumento da pobreza de outras.

A garantia de equidade é dependente das relações sociais de gênero construídas, assim as regras de superioridade e poder dentro do ambiente de trabalho não sofreram alteração significativa no que diz respeito a desigualdade existente entre homens e mulheres. No ramo científico, mulheres continuam sofrendo discriminação e reproduzindo a desigualdade do trabalho doméstico.

A divisão sexual do trabalho e suas características não fogem ao mundo da ciência e tecnologia, sendo a dominação masculina quase como uma regra do jogo de quem se torna cientista. A posição das mulheres e dos homens na hierarquia da ciência se dá pelo valor dos projetos e pela posição de prestígio e poder, geralmente ocupada pela figura masculina. (FARIA, p.5, 2018)

À trajetória profissional de mulheres cientistas é vinculada à sua produção acadêmica comprobatória, à participação no trabalho doméstico e à maternidade, que não deve interferir em sua produtividade.

A imagem que se carrega da mulher ao fazer ciência gira em torno de uma questão que define toda a trajetória da cientista: para produzir conhecimento devem-se seguir as regras sem chance de margem de erro, seguindo desde o trabalho doméstico, passando pela maternidade e chegando finalmente na produção científica que não pode ter a sua produtividade afetada. Entretanto, mesmo quando a mulher ultrapassa todos esses percalços, se vê diante da realidade: o afastamento da mulher do mundo da ciência parece ser um projeto que vem sendo mantido desde o início da institucionalização a ciência. (FARIA, p. 6, 2018)

A relação numérica e essa baixa relevância podem ser notoriamente percebidas especificamente no campo da disciplina da física, como será visto a seguir.

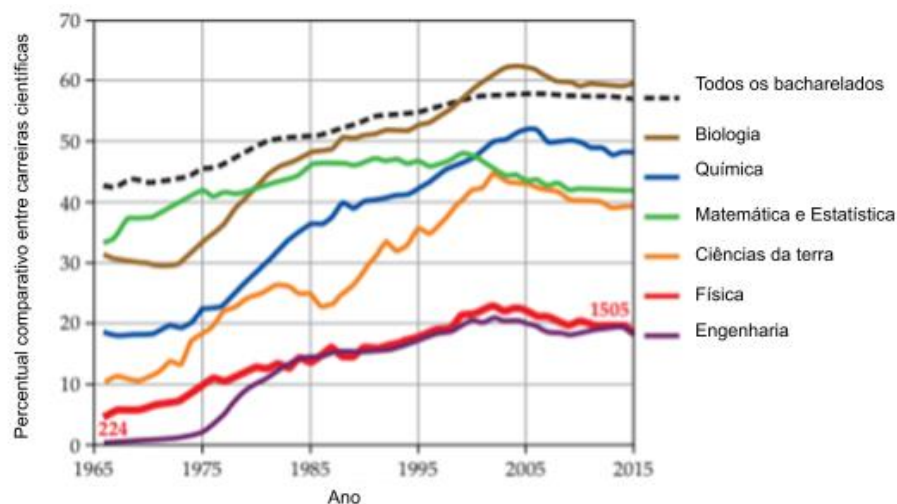
4.3.1 Mulheres na Física

Considerando que existe um problema que reflete as relações socioculturais que desencadeiam a desigualdade de gênero nas escolhas de carreiras associadas à disciplina de física, em uma realidade internacional, as autoras Blue; Traxler; Cid (2018) apontam que atualmente as mulheres ganham quase 60% de todos os diplomas de bacharelado nos EUA, mas representam apenas 20% de graduados em física, e esse número permaneceu estático nos

últimos 20 anos. Schienbinger (2001), defende que a física está relacionada com a segunda guerra mundial, conectando o brilhantismo da disciplina aos militares e ausentando a participação feminina. Em concordância, a autora Fernandes (2020) acusa que no século XX as mulheres não eram culturalmente classificadas para se envolverem com assuntos militares. Sua invisibilidade se vinculou não com a questão intelectual, pelo auto nível associado, mas sim por uma questão cultural. A sub-representação das mulheres na física não se deve por ela ser “conceitualmente mais difícil, mas sim por causa da sua imagem, cultura, associações e organização” (SCHIENBINGER, 2001, p. 310)

A figura 3, demonstra o percentual feminino comparativo entre carreiras científicas, com apenas 20% representando as mulheres graduadas em física para o ano de 2015, para uma realidade internacional.

Figura 3 - Percentual feminino de carreiras científicas



Fonte: A autora, 2022 – Adaptação de (BLUE; TRAXLER; CID, 2018)

De acordo com a análise de Blue, Traxler e Cid (2018) sobre essas questões que envolvem gênero, sociedade e cultura na ciência, a representação de mulheres está vinculada às políticas e recursos que inferiorizam o corpo docente feminino, além da cultura do estereótipo masculino como representante da física. Ivie; Tesfaye (2012) denunciam que os recursos financeiros destinados aos homens, além da confiabilidade em seus trabalhos demonstram as diferenças nos planejamentos de instituições que evidenciam os preconceitos contra a participação feminina. Esses preconceitos interferem em suas perspectivas de empregos e salários.

Uma pesquisa internacional descobriu que as mulheres físicas relatam menos acesso aos recursos de que precisam para realizar formar pesquisas e participar de conferências. Por exemplo, mesmo em países altamente desenvolvidos, 46% das mulheres tinham espaço de laboratório comparado com 52% dos homens, 52% das mulheres tinham financiamento para pesquisa enquanto 60% dos homens, e 57% das mulheres tinham dinheiro para viagens em comparação com 64% dos homens. (IVIE; TESHAYE, 2012, p. 47)

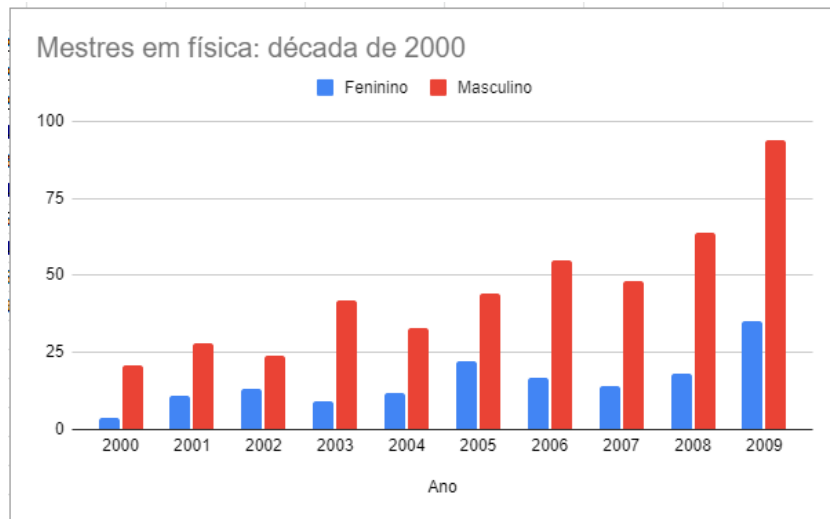
Mesmo ocupando espaços de docência e pesquisa, as mulheres não recebem o mesmo *status* que os homens, o que contribui para o silenciamento feminino na área específica da física.

Em relação as experiências vividas nas graduações em física por mulheres, Blue; Traxler; Cid (2018) afirmam que nesse meio considerado misógino, é presente interações que representam a cultura do preconceito de gênero com agressões como comentários machistas, que de inofensivos nada têm. Essas interações podem ser consideradas desestimulantes para a continuidade acadêmica.

As trajetórias acadêmicas e profissionais vivenciadas por mulheres emergem fenômenos e conceitos destinados as suas dificuldades enfrentadas durante esse processo. O conceito denominado “teto de vidro” estabelece que mulheres em busca de ascensão profissional encontram obstáculos que comprometem e até mesmo dificultam o alcance de prestígio científico. Dessa maneira, é factível compreender segundo a leitura de Da Silva; Ribeiro (2014) que mesmo sendo superior ou igual o percentual de mulheres em universidades, a hierarquia acadêmica será ocupada, sobretudo, por homens, independentemente da área de conhecimento.

Outras concepções que também são associadas à busca de mulheres por ascensão profissional revelando fenômenos característicos em suas carreiras científicas são o “labirinto de cristal” e o “efeito Matilda”. O fenômeno “labirinto de cristal” caracteriza os obstáculos encontrados por mulheres que se dedicam às suas carreiras científicas. Esses obstáculos geram atrasos e até mesmo desistência de suas escolhas profissionais. O “efeito Matilda” aponta a invisibilidade e o não reconhecimento de produções científica realizadas por mulheres. Dessa forma, produções científicas recebem o nome apenas de pesquisadores homens, mesmo que a colaboração de mulheres tenha sido relevante. Margareth Rossiter (1993) destaca que o termo efeito Matilda foi criado em homenagem à Matilda J. Cage, feminista e participante do movimento sufragista do século XIX, que abriu espaço para discussões acerca dos direitos políticos femininos.

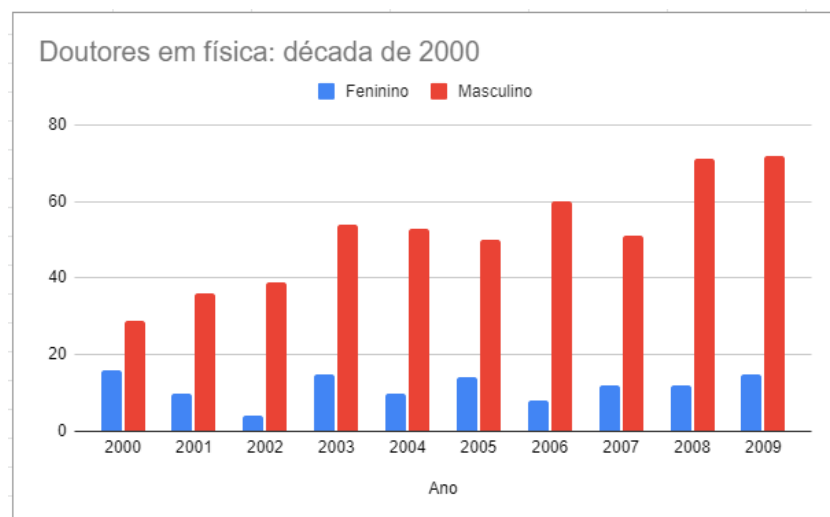
As figuras 4 compara o quantitativo na formação de mestradas e mestres formados em física a partir do ano 2000 até 2009.

Figura 4 - Quantitativo de mestres e mestras formados.

Fonte: A autora, 2022 - Adaptação de (FERNANDES, 2020)

O quantitativo masculino se manteve superior em comparação ao quantitativo feminino para a formação no mestrado em física.

A figura 5, aponta a comparação para doutoras e doutores formados em física para o mesmo recorte temporal.

Figura 5 - Quantitativo de doutoras e doutores formados.

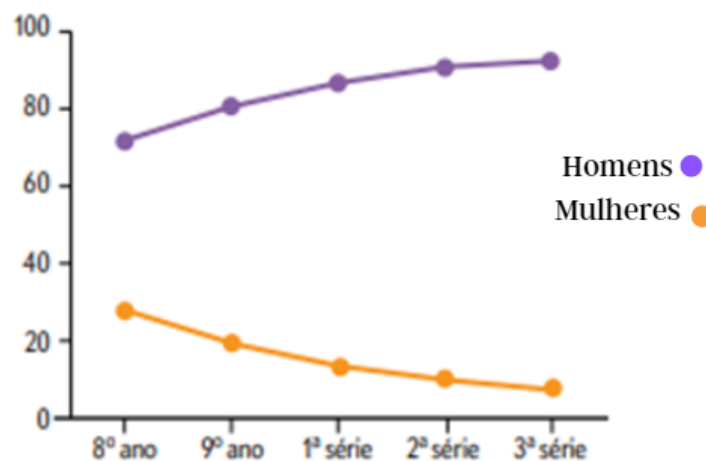
Fonte: A autora, 2022 - Adaptação de (FERNANDES, 2020)

Igualmente, o quantitativo masculino se manteve superior em comparação ao quantitativo feminino para a formação no doutorado em física.

A participação de mulheres nos cursos de graduação vai se reduzindo à medida em que sua carreira progride, até os níveis mais altos, como mostrado nos gráficos que consideram as formações para mestrado e doutorado. A autora Menezes (2017) indica o efeito tesoura como o corte significativo na participação feminina em busca por ascensão profissional, que pode ser entendido como um limitador em suas carreiras.

Um estudo feito pelas autoras Menezes, Brito e Anteneodo (2017) busca compreender em qual faixa etária e com qual intensidade o efeito tesoura se inicia e se apresenta nas diferentes etapas das mulheres, para a área específica da física. Utilizando a participação e premiações de meninas na Olimpíada Brasileira de Física (OBF) como indicador de interesse por enfrentar e desenvolver exercícios de física, além do desempenho de meninas no ensino fundamental e ensino médio. As autoras afirmam que os dados evidenciam “um declínio no percentual de mulheres premiadas desde o 8º ano do EF até a 3ª série no EM, indicando que o efeito tesoura começa antes mesmo da decisão por uma carreira científica” (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, p.78, 2017). Tais evidencias podem ser observadas no gráfico da figura 6 que relaciona estudantes mulheres, representadas em cor laranja e estudantes homens, representados pela cor lilás, em participação das OBF nos anos de 2006 a 2015 (exceto de 2012 a 2015 para o 8º ano)

Figura 6 - Percentual de premiações OBF



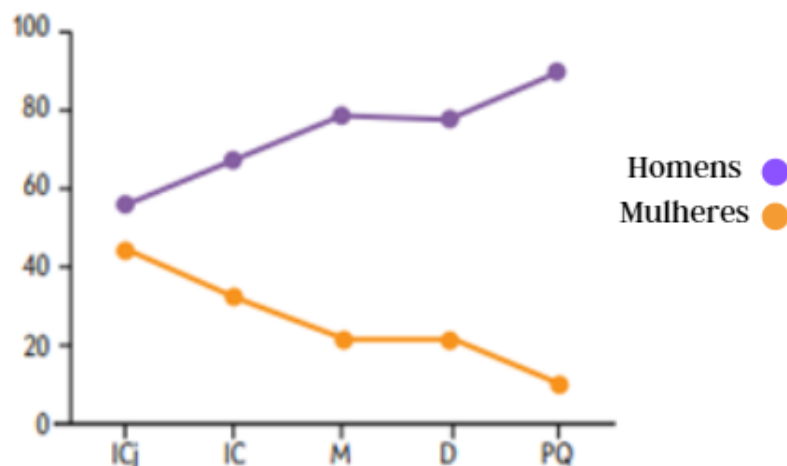
Fonte: A autora, 2022 – Adaptação de (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, 2017)

Como forma de incentivo, bolsas de iniciação científicas júnior são divulgadas para potenciais estudantes nesses níveis de escolarização e os percentuais de meninas e meninos se demonstram bem equilibrados, com 45% de bolsas utilizadas por mulheres. Há, entretanto, uma

redução desse percentual com a relação ao ingresso às universidades, que cai para 33% (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, 2017).

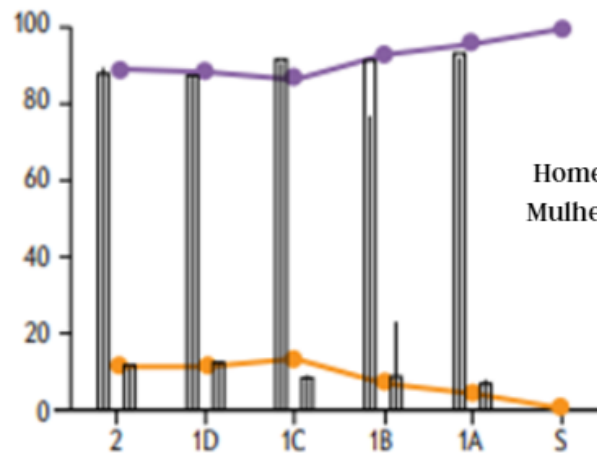
A distribuição de bolsas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, bolsas CNPq, foi analisada pelas mesmas autoras com a finalidade de caracterizar a participação de mulheres em diferentes estágios de formação acadêmica e profissional relacionadas à física. Foram analisados o nível de graduação, com bolsas para iniciação científica, nível de pós-graduação, com bolsas destinadas ao mestrado e doutorado e estímulo à produtividade científica, com bolsas para pesquisadores. Como resultado, as autoras afirmam que o mesmo efeito tesoura “ocorre a partir do momento em que a pessoa decide seguir a carreira de física, através do número de bolsas do CNPq concedidas em diferentes estágios da carreira” (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, p.78, 2017).

Figura 7 - Percentual de bolsistas CNPq



Fonte: A autora, 2022 – Adaptação de (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, 2017)

Na figura 7, é possível observar a distribuição de bolsas do CNPq para iniciação científica júnior (ICj), iniciação científica (IC), mestrado (M), doutorado (D) e produtividade em pesquisa (PQ), onde mulheres estão representadas pela cor laranja e homens pela cor lilás. É possível notar uma redução contínua do percentual de bolsas destinadas às mulheres, que segundo as autoras, cai para 21%. “Segundo dados acessíveis na página do CNPq, os percentuais de bolsas para mulheres na física são sempre mais baixos do que os percentuais médios de bolsas distribuídas para mulheres de todas as áreas, que são de 59% para bolsas de IC, 52% para bolsas de M e 51% para D, sempre maiores do que os percentuais de homens” (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, p.78, 2017).

Figura 8 – Número de bolsistas PQ

Fonte: A autora, 2022 - Adaptação de (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, 2017)

De forma mais analítica, o gráfico da figura 8 se destina a apresentar dados de bolsas de produtividade em pesquisa (PQ) oferecida pelo CNPq, destinada a valorizar a produção científica de pesquisadores que se destacam entre seus pares. Nessa etapa de carreias, as bolsas são organizadas a partir do nível inicial 2 e seguem para os níveis 1D, 1C, 1B, 1A até o nível Sênior (S).

A bolsa Sênior se destina a pesquisadores que permanecem por mais de uma década com bolsas da categoria 1B ou 1A e segundo Menezes et al (2017), não há mulheres nesta categoria.

Segundo o gráfico da figura 8, o percentual de doutoras que conquistam as bolsas PQ na área da física fica em torno de apenas 10%, evidenciando um corte significativamente acentuado na física em relação aos percentuais em estágios anteriores da carreira. Para a área da física esses registros de 2016 não apresentam melhoras desde 2005. (MENEZES; BRITO; ANTENEODO, 2017)

Menezes et al (2017) também analisam o número de pesquisadores homens e pesquisadoras mulheres que usufruíram de bolsas PG nas áreas de física e astronomia, distribuídos nos diferentes níveis classificatórios do CNPq, para o ano de 2016.

Figura 9 - Número de bolsistas PQ de física e astronomia, distribuídos por níveis classificatórios em dezembro de 2016

	PQ-2	PQ-1D	PQ-1C	PQ-1B	PQ-1A	Senior	GC	Total
Homens	435	145	99	94	69	17	48	907
Percentual	88,6 %	87,9 %	86,8 %	92,2%	92,0%	100%	77,4%	88,4%
Mulheres	56	20	15	8	6	0	14	119
Percentual	11,4 %	12,1%	13,2%	7,8%	8%	0%	22,6%	11,6%
Total	491	165	114	102	75	17	62	1026

Fonte: A autora, 2022 – Adaptação de (Menezes et al 2017)

O Brasil apresenta iniciativas notáveis para atenuar a disparidade de gênero em prol da igualdade social. A Sociedade Brasileira de Física (SBF) criou a Comissão das Relações de Gênero - Grupo de Trabalho sobre Questões de Gênero com o objetivo de valorizar e fortalecer a ocupação de mulheres no meio científico e acadêmico. A iniciativa reconhece que mulheres atuantes na física estão sub-representadas e que infelizmente essa baixa presença feminina não é uma questão que se resolva de forma rápida. Por consequência, o grupo se tornou responsável por levantar debates sobre diversidade na ciência no Brasil. O mesmo grupo realizou duas conferências para mulheres da física, proporcionando espaços de reflexões sobre a igualdade de gênero, nos anos de 2013 e 2015.

Não é possível negar que essa disparidade esteja diminuindo ao longo dos anos e que atinge todas as áreas de pesquisa, onde mulheres se destacam como líderes profissionais e em produções científicas, sendo responsáveis por 49% delas. Assim afirmam Menezes et al (2017).

A presente pesquisa tem como foco a área específica da física, na qual o quantitativo de mulheres ainda é menor se comparado às outras ciências. Indicadores de produtividade científica apresentam que existem distorções observadas no passado que ainda parecem persistir. Visto que, pela distribuição de bolsas como indicadores detectam que o percentual de mulheres continua muito inferior. O efeito tesoura é associado às carreiras científicas pelo baixo percentual de pesquisadoras no CNPq. Por essa razão, pode ser considerado de suma importância que mulheres alcancem ascensão em suas carreias para que assim, as políticas científicas possam ser pensadas não de forma exclusivamente masculina.

A relevância da representatividade de mulheres na física é tanta que foi considerada como tema de conferência internacional, a *Conderence For Undergraduate Women in Physics*, realizada pela Sociedade Americana de Física (APS), em 2021. O evento possibilitou um ambiente para discussão e reflexão sobre a trajetória e dificuldades enfrentadas por mulheres que atuam em pesquisas físicas. A presidente do Grupo de Gênero da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e docente do Instituto de Física (IF) da UFMT, professora Erica de Mello e Silva

afirma que a disparidade de gênero na física “é um problema para o desenvolvimento da sociedade e que deve ser enfrentado”.

Essa realidade representa um considerável avanço na busca pela igualdade social e reflete a importância da atuação feminina em todas as áreas de conhecimento. A busca pelo respeito à figura da cientista mulher demonstra o respeito pela sua qualificação no processo e denuncia uma cultura misógina. A luta por uma sociedade menos machista não é uma argumentação exclusivamente feminina, é de responsabilidade estendida à toda sociedade que com elas se relacionam e convivem. Se faz necessário remodelar a herança cultural em relação às desigualdades existentes e assim ressignificar as relações entre os indivíduos. Qualificar o trabalho de mulheres é contribuir para sua visibilidade e representação diante da sociedade, o que potencializa meninas a terem liberdade nas suas escolhas acadêmicas e profissionais, livres de pré-conceitos.

5 METODOLOGIA

Essa seção se destina a explicitar para o leitor a metodologia utilizada nesta pesquisa. Aqui serão apresentadas as definições do tipo de pesquisa, informações sobre os participantes e sobre a coleta e análise de dados.

5.1 Tipo de pesquisa

Foi realizada uma pesquisa-ação de cunho exploratório que apresentou de forma qualitativa a importância da mulher na ciência, refletindo sobre sua invisibilidade no domínio da física, através do uso da contra-hegemonia e do conteúdo da física moderna e contemporânea. A escolha por esse tipo de pesquisa se justifica pela sua proposta de envolvimento do pesquisador com os participantes da pesquisa, visando uma possível mudança na prática pedagógica.

Thiollent (1986) afirma que toda pesquisa-ação é do tipo participativo. Para o autor, “... a participação das pessoas implicadas nos problemas investigados é absolutamente necessária.” Todavia, nem toda pesquisa designada pesquisa participante é considerada uma pesquisa-ação, pois em alguns casos, esse tipo de pesquisa possui metodologia com base na observação com participação sobretudo dos pesquisadores.

Uma pesquisa-ação pode ser compreendida como sendo

...um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (THIOLLENT, 1986, p.14).

Pesquisa ação-ação ainda pode defendida por outros autores como GIL (2010) que a defende como sendo uma pesquisa que se baseia na “intervenção, desenvolvimento e mudanças no âmbito de grupos, organizações e comunidades” (GIL, 2010, p. 42). Dessa forma, a presente pesquisa foi pensada com foco na interação entre os grupos de professores como uma organização social capaz de pensar e refletir sobre o que está posto e sobre o que tem a possibilidade de mudar em relação a participação e visibilidade das mulheres na ciência e na física. Uma vez explicita a problemática que se deseja abordar, o professor fazendo parte da dinâmica deverá explorar e conduzir a pesquisa.

Para que não haja ambiguidade, uma pesquisa pode ser qualificada de pesquisa-ação quando houver realmente uma ação por parte das pessoas ou grupos implicados no problema sob observação. Além disso, é preciso que a

ação seja uma ação não-trivial, o que quer dizer uma ação problemática merecendo investigação para ser elaborada e conduzida. (THIOLLENT, 1986, p.14)

A pesquisa-ação estabelece uma relação direta entre os pesquisadores e os participantes da pesquisa. Nela os pesquisadores desempenham um papel ativo no desenvolvimento de problemas encontrados, no acompanhamento do processo e na análise das ações desenvolvidas em razão dos problemas expostos. Ainda, a participação dos pesquisadores se relaciona com esse tipo de pesquisa pela investigação e é necessário que haja reciprocidade do grupo participante. É importante ressaltar que a participação do pesquisador não deve sobrepor a interação entre os participantes pesquisados. Este tipo de pesquisa se destina a pesquisadores que...

Querem pesquisas nas quais as pessoas implicadas tenham algo a "dizer" e a "fazer". Não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados. (THIOLLENT, 1986, p.16)

Contudo, compreende-se este tipo de pesquisa pode ser considerada um artifício metodológico de uma pesquisa social e científica que possui, dentre outros aspectos: o objeto de investigação constituído pela situação social e problemas diversos conectados a este grupo; o objetivo de solucionar ou refletir sobre os problemas da situação analisada. É uma orientação metodológica e técnica que “oferece subsídios para organizar a pesquisa social aplicada sem os excessos da postura convencional ao nível da observação, processamento de dados, experimentação, etc” (THIOLLENT, 1986). Através deste tipo de pesquisa é possível fazer uso de uma flexibilidade maior em relação a concepção e a aplicação dos meios investigativos concretos.

5.2 Percurso Metodológico

5.2.1 Desenvolvimento do curso e contexto da proposta

Foi realizada uma pesquisa com docentes da educação básica, através de um curso, que por consequência do momento pandêmico associado ao corona vírus (SARS –CoV-2) foi realizado em formato de educação à distância (EAD) com encontros assíncronos. Note que a pesquisa não tem a intenção de formação profissional, ainda que seja inevitável essa formação através das etapas da pesquisa, seus estudos e desdobramentos. O objetivo da pesquisa se direcionou em evidenciar e discutir a sub-representatividade feminina na área da ciência da

natureza, especificamente na disciplina física e contribuir para uma escola protagonista na formação social e acadêmica dos indivíduos.

Os docentes foram convidados a participar de um curso e contribuíram com a avaliação das práticas pedagógicas contra-hegemônicas, que foram propostas ao longo do curso. No curso, com o propósito de apropriação dos conteúdos, os participantes tiveram acesso aos referenciais teóricos, às considerações das literaturas sobre o tema abordado. O curso ministrado teve duração de 30 (trinta) horas e foi dividido em 5 (cinco) módulos de 6 (seis) horas cada. A organização do curso pode ser vista no quadro 1:

Quadro 1 - Curso EAD dividido por módulos e seus objetivos

Módulo 1: Contra-Hegemonia	<ol style="list-style-type: none"> 1) Reapresentação dos documentos de consentimento da pesquisa: proposta da pesquisa; objetivos; riscos e formas de amenizá-los; benefícios; etapas e procedimentos de coleta de dados; TCLE; esclarecimentos de possíveis dúvidas; 2) Aplicação do questionário de indagações iniciais; 3) Apresentação dos princípios da contra-hegemonia; 4) Práticas pedagógicas com viés contra-hegemônico.
Módulo 2: Física Moderna e Contemporânea	<ol style="list-style-type: none"> 1) Estabelecimento do entendimento de Física Moderna e Contemporânea; 2) Discussão sobre a inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino de Física na Educação Básica; 3) Discussão sobre propostas de inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino de Física na Educação Básica.
Módulo 3: Sub-representação feminina na Física	<ol style="list-style-type: none"> 1) Apresentação da sub-representatividade feminina no contexto da Física; 2) Apresentação de literatura artigos acadêmicos que discutem essa sub-representação.
Módulo 4: Proposta de prática pedagógica sobre FMC I – temática da matéria escura	<ol style="list-style-type: none"> 1) Evidenciação da sub-representação feminina através da cientista Vera Rubim.
Módulo 5: Proposta de prática pedagógica sobre FMC II – temática dos buracos negros	<ol style="list-style-type: none"> 1) Discussão da sub-representação feminina através da cientista Katie Bouman.
<p>Todos os módulos tiveram duração de 6 (seis) horas e ao final de cada um deles foi aplicado um questionário de avaliação, tanto da aprendizagem, quanto do módulo em si. Esses questionários podem ser vistos nos apêndices A, B, C, D, E e F.</p>	

5.3 Caracterização do campo de estudo e forma de ingresso em campo

A pesquisa foi realizada através de um curso com duração de 30 (trinta) horas, em modalidade de ensino a distância (EAD), oferecido para docentes, tanto da disciplina de física, quanto para as disciplinas da área de ciências da natureza, que atuam ou já atuaram na educação básica. A pesquisa foi realizada pelo curso de Mestrado Profissional em Práticas da Educação Básica do Colégio Pedro II, realizada entre os anos de 2019 e 2021.

Após aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPII) por meio do certificado de apresentação para apreciação ética (CAAE) nº 52947021.0.0000.9047, a divulgação do curso foi realizada pelo Colégio Pedro II (CEP/CPII), através da página oficial da instituição, que foi responsável pelas inscrições dos cursistas. O curso foi ministrado através da plataforma *Moodle* disponibilizada pela instituição.

Como uma das atividades propostas pelo curso, a leitura do documento Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) foi proposta junto a uma pergunta na qual os em relação ao interesse de participação da pesquisa sob o título “A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA COMO PROPOSTA CONTRA-HEGEMÔNICA PARA ABORDAR A SUB-REPRESENTAÇÃO FEMININA NA FÍSICA”. O documento de consentimento da pesquisa apresentou sua proposta, objetivos, riscos e formas de amenizá-los, benefícios, etapas e procedimentos de coleta de dados além de esclarecimentos de possíveis dúvidas.

Nos casos afirmativos, os cursistas marcaram “sim” na caixa de verificação. Isso se deu para que o processo de consentimento fosse realizado antes de qualquer coleta de dados. O TCLE poderá ver visto no apêndice H.

Note que, a pesquisadora garantiu aos potenciais participantes livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências antes do consentimento da pesquisa. Os potenciais participantes tiveram acesso à pesquisadora Cíntia Daniele da Silveira Picalho, ou ao Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPII), através dos dados informados no TCLE.

5.4 População e amostra

Foram disponibilizadas 50 vagas de inscrições para interesse em participação no curso. A população foi composta por 17 docentes que atuam ou já atuaram na educação básica. A amostra foi realizada com 16 os professores que concordaram em participar da pesquisa e enviaram o TCLE identificado e consentido na atividade 1.

Como critérios de inclusão, foram selecionados professores que lecionam, ou já lecionaram, física ou disciplinas de ciências da natureza, na educação básica, todos os cursistas que marcaram “sim” na caixa de verificação do questionário, aceitando participar da pesquisa e que preencherem e enviarem o Termo Consentimento Livre Esclarecido (TCLE);

Os docentes que se inscreverem no curso e responderem a pelo menos 80% (oitenta por cento) dos questionários ao final de cada módulo, tiveram seus dados coletados e analisados.

Foram excluídos e não tiveram seus dados coletados e analisados todos os convidados que não enviaram o Termo Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e que se inscreveram no curso, porém não responderam a pelo menos 80% (oitenta por cento) dos questionários ao final de cada módulo.

Toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o grau de riscos da pesquisa em questão é considerado mínimo, correspondendo a itens de ordem psicológica, intelectual e/ou emocional, tais como: se sentir constrangido ou cansado ao responder o que consta no questionário inicial e/ou nos questionários avaliativos, bem como, a possibilidade de sentir-se apreensivo ou fatigado ao participar do curso EAD que o participante é convidado a realizar. Objetivando minimizar esses riscos, a pesquisadora se mostrou capaz de aplicar o curso e os questionários. A pesquisadora também se comprometeu a oferecer, no que dependia dela, os subsídios necessários para que o participante se sinta seguro ao participar do curso EAD, que pode consultá-la quantas vezes foi preciso através de e-mail ou telefone, nos horários de 16h às 20h durante o período do curso, com o objetivo de diminuir uma possível ansiedade e elucidar dúvidas referentes a esta ação. Em caso de dificuldade de comunicação na hora descrita acima, foi possível ao participante e pesquisadora combinarem um novo horário.

Foram esperados os seguintes benefícios da participação na pesquisa: a presente pesquisa disponibilizou benefícios indiretos aos participantes por meio da apropriação dos conhecimentos compartilhados no curso EAD e, caso quisessem, possíveis aplicações em suas práticas pedagógicas. Também se destaca que, os professores que tiveram interesse, podem utilizar o produto educacional que foi elaborado a partir desta pesquisa, realizando as adaptações que acharem pertinentes a sua realidade.

5.5 Instrumentos de coleta de dados

Como instrumentos de coleta de dados, esta pesquisa fez uso da caderneta de campo e questionários aplicados ao longo e ao final de cada módulo do curso apresentado.

Segundo Gil (1999, p. 128), o questionário pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.” Para Parasuraman (1991), um questionário é um conjunto de questões, elaboradas para gerar os dados necessários para se atingir os objetivos de um projeto de pesquisa.

Contudo, é possível ter o entendimento de que um questionário é um instrumento desenvolvido cientificamente, composto de um conjunto de perguntas ordenadas de acordo com um critério pré-determinado, que deve ser respondido sem a presença do entrevistador (MARCONI; LAKATOS, 1999, P.100) e que tem por objetivo coletar dados de um grupo de respondentes.

Para que a eficácia do questionário seja aumentada, Marconi e Lakatos (1999) afirmam que a elaboração deve seguir algumas recomendações:

- 1) os temas escolhidos devem estar de acordo com os objetivos da pesquisa;
- 2) o questionário deve ser limitado em sua extensão e em sua finalidade, o questionário muito longo causa cansaço e desinteresse e o questionário muito curto pode não oferecer informações suficientes;
- 3) as questões devem ser codificadas, a fim de facilitar a posterior tabulação;
- 4) deve estar acompanhado de orientações sobre como respondê-lo;
- 5) o aspecto e a estética devem ser observados.

Como geradores de dados, os questionários utilizados na pesquisa foram desenvolvidos pela pesquisadora. Tais questionários foram distribuídos e aplicados ao longo do curso EAD, de acordo com os módulos.

5.6 Análise e interpretação de dados

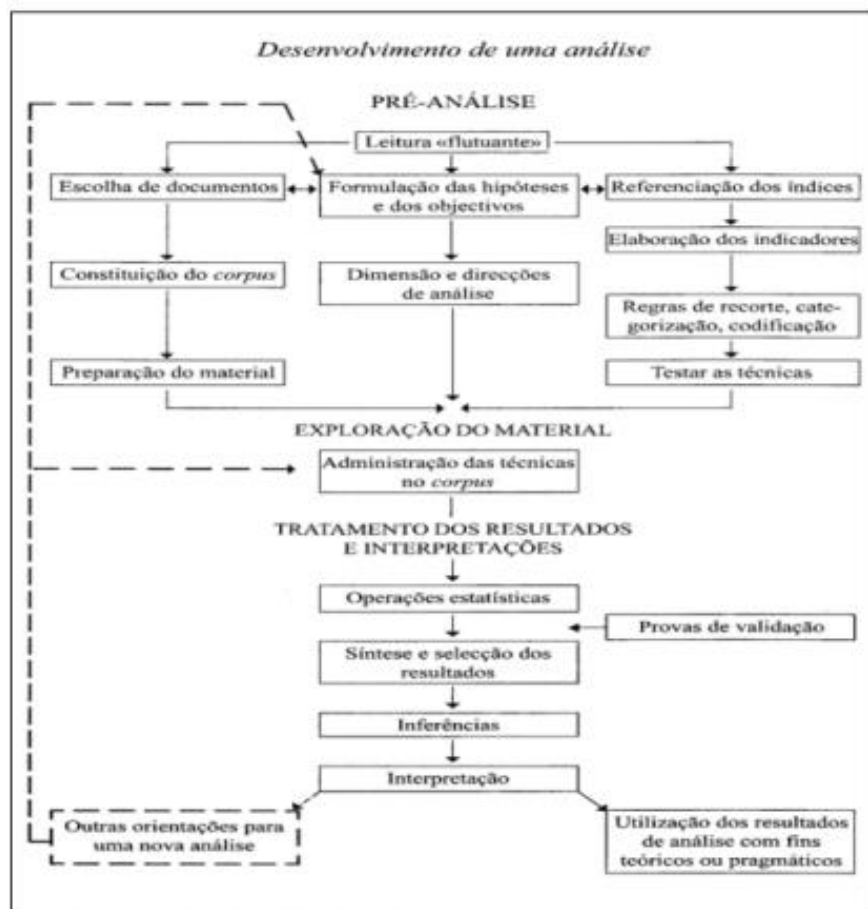
Como metodologia de análise de dados qualitativos escolheu-se a leitura flutuante dos questionários utilizados, apoiada na proposta de análise de conteúdo de Bardin (2016): a partir de uma primeira leitura flutuante, acredita-se que podem surgir intuições que convém formular em hipóteses. A autora define a análise de conteúdo como sendo...

... um conjunto de técnicas de análise das comunicações. Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos; ou, com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações. (BARDIN, p. 2016)

A análise de conteúdo, segundo Bardin (2016), se baseia na interpretação de mensagens, ou seja, na comunicação atingida com os participantes da pesquisa e tem como objetivo a manipulação dos conteúdos gerados para evidenciar indicadores que possibilitam deduções acerca de outras realidades.

A figura 10 representa as etapas da análise de conteúdo, que serão respeitadas nesta pesquisa.

Figura 10 - Etapas da análise de conteúdo



Fonte: Bardin (2016, p.102)

A análise dos dados coletados nessa pesquisa obedeceu então a técnica da análise de conteúdo, possibilitando interações entre os dados e compreensão de características relevantes.

A análise dos dados coletados para a pesquisa foi assim pautada nas etapas organizadoras conhecidas pelos três polos cronológicos: a) pré-análise; b) a exploração do material; c) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação (BARDIN, 2016).

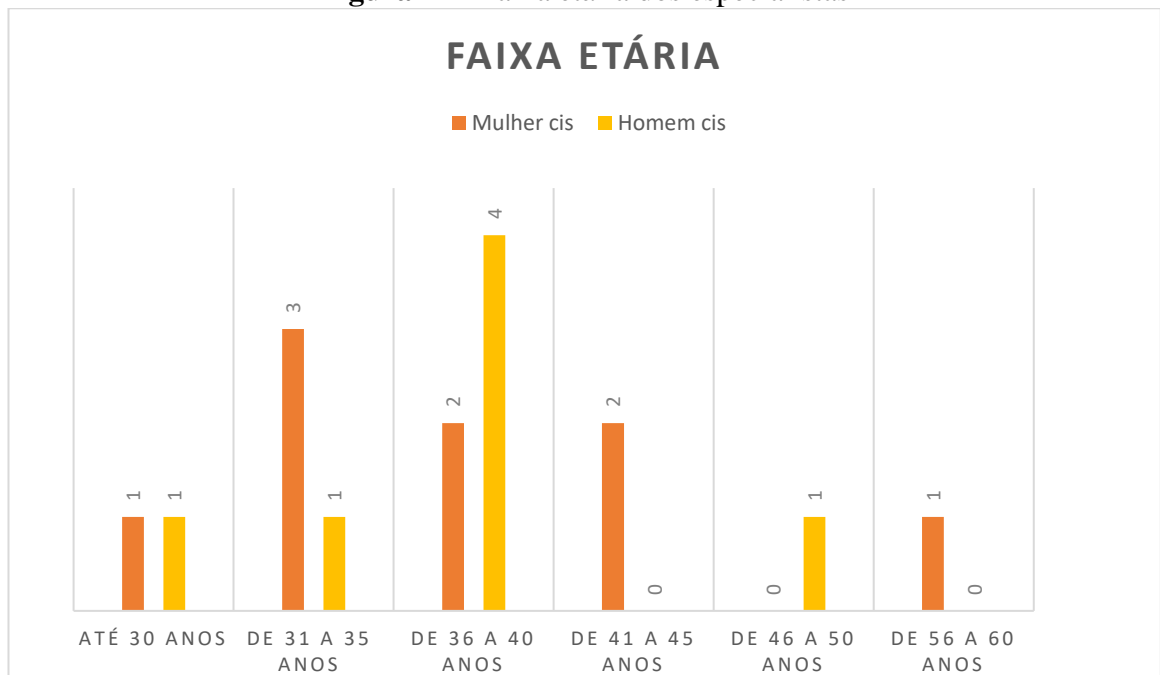
Na etapa de pré-análise foram identificados 26 cursistas inscritos no curso. Desses 26 inscritos, 17 se mantiveram ativos e 16 consentiram a utilização de suas respostas como dados

desta pesquisa. Esses cursistas, então, foram considerados para toda a análise de dados como especialistas participantes.

A aplicação do questionário “Indagações Iniciais”, disponível no apêndice A, teve como objetivo conhecer os especialistas a nível profissional, e apresentou perguntas a respeito de sua docência e formação acadêmica. O mesmo questionário apresentou perguntas a nível pessoal, a respeito de algumas características gerais, como identificação de gênero e faixa etária.

A análise quantitativa dos dados apresentados neste questionário apresentou como resultado a participação de 9 mulheres cisgêneros e 7 homens cisgêneros. Foi possível construir para essa amostra de dados alguns gráficos informativos, através de análise quantitativa.

Figura 11 - Faixa etária dos especialistas



Fonte: A autor, 2022

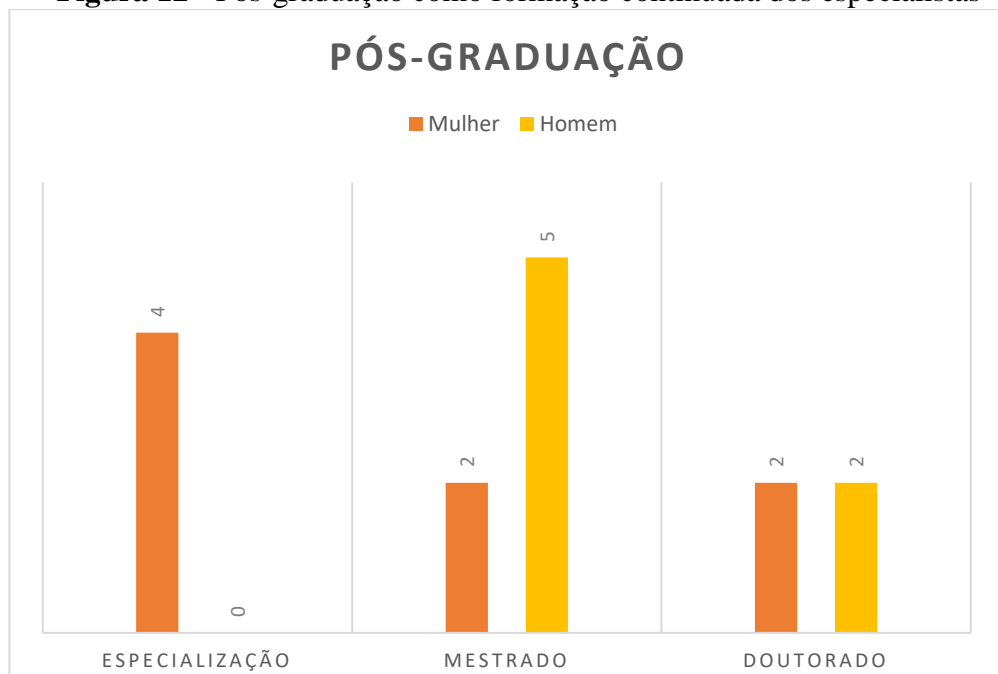
A figura 11 representa o gráfico da faixa etária dos especialistas da pesquisa e aponta para uma concentração de participantes na faixa etária de 36 a 40 anos, em sua maioria homem cisgênero. A participação de mulheres cisgêneros se concentra na faixa etária de 31 a 35 anos. No panorama geral, o gráfico demonstra que houve uma maior participação de mulheres no curso. Isso pode revelar a identificação de mulheres com os assuntos abordados. Em relação ao quantitativo masculino, se pode inferir uma possível conscientização dos docentes homens em relação ao seu papel representativo na ciência da natureza e, conseqüentemente, em relação ao seu papel cidadão, reconhecendo seu lugar de privilégio na sociedade. Professores que atuam

na área de ciências da natureza então, podem estar à procura de ações pedagógicas que se orientam para a igualdade de gênero e justiça social.

O curso ministrado foi desenvolvido para docentes da área de ciências da natureza, com foco na docência em física. Para a formação nas carreiras de física, como Licenciatura em Física, Física e Astronomia e Física Médica, os dados coletados demonstram a participação de 6 participantes homens e 3 participantes mulheres. Percebe-se que, a pesar de a participação no curso ser majoritariamente feminina, a maioria dos especialistas, para essa disciplina específica, é masculina. O resultado para essa amostra de dados está em concordância com as autoras Schienbinger (2001), Menezes; Brito; Anteneodo, 2017, Blue, Traxler e Cid (2018), dentre outras, em relação a existência da sub-representação feminina no campo da física para a relação numérica. A disciplina apresenta o resultado de 5 professores com a docência ativa e 3 professoras atuantes em sala de aula.

A figura 12 representa o gráfico com o quantitativo da formação continuada da amostra. O gráfico para pós-graduação apresenta informações sobre qualificação acadêmica com cursos e programas de qualificação acadêmica, como especialização, mestrado e doutorado.

Figura 12 - Pós-graduação como formação continuada dos especialistas



Fonte: A autora, 2022

A figura 12 apresenta que a atuação de mulheres na formação continuada relacionada às ciências da natureza é expressiva. Este resultado pode indicar um considerável avanço na luta por igualdade de gênero na ciência da natureza e leva em consideração a importância da atuação

feminina para esta área de conhecimento. Por outro lado, mais homens se formaram mestres do que mulheres, com 5 mestres formados e 2 mestras formadas. Apenas mulheres buscam a especialização como qualificação acadêmica, com o resultado de 4 mulheres especialistas e nenhum quantitativo para homens nessa qualificação profissional. Esse resultado pode ser um indício de que mulheres estão à procura de qualificação na formação por uma possível deficiência na formação continuada feminina. O doutorado apresenta o mesmo quantitativo para mulheres e homens, sendo 2 doutoras e 2 doutores.

Além da esfera profissional, os especialistas foram indagados a respeito de possíveis atividades na esfera doméstica. Através de uma análise qualitativa dos dados, foi possível identificar a categoria “incumbências domésticas”, em relação às obrigações atribuídas a eles para atividades que envolvem o lar. Foi criada uma tabela com as respostas das especialistas mulheres, a esquerda, e dos especialistas homens, a direita.

Quadro 2 - Análise de dados: Categoria incumbências domésticas

Categoria incumbências domésticas	
Mulheres	Homens
E4: “Costumo cuidar das tarefas domésticas como cozinhar, limpar e organização das coisas.”	E5:”Nenhuma.”
E7: “Além de professora, sou estudante de pós graduação e dona de casa, com responsabilidades referentes à profissão, aos afazeres domésticos e com um pet com problemas de saúde.”	E9: “Ajudo nos afazeres domésticos.”
E12: “Todas as atividades relacionadas a organização da casa.”	E11: “Gastronomia e jardinagem”

Fonte: A autora, 2022

Os dados parecem indicar que tarefas domésticas são atribuições femininas, já que aos homens, foram destinadas tarefas com uma significância menor ou para alguns participantes, nenhuma tarefa. Tais dados podem se relacionar com a divisão sexual de trabalho definido pelas condições sociais que mulheres e homens ocupam na sociedade, segundo a autora Faria (2018). A leitura que a autora traz em relação ao ambiente de trabalho através das regras que dizem respeito a desigualdade existente entre homens e mulheres, também reflete as relações sociais de gênero construídas e reproduzidas no trabalho doméstico.

A análise desses dados associada aos dados do gráfico da figura 12 sobre qualificação profissional, pode ter correspondência ao efeito labirinto de cristal , ante apresentado no referencial teórico na página 37 , que atinge mulheres que se dedicam à suas carreiras

científicas, porém encontram obstáculos que atrasam ou a fazem desistir de sua vida profissional (FARIA, 2018).

A atividade 3, “Que cientista te representa”, disponível no apêndice A e apresentada no módulo 1 teve por finalidade identificar a visão que os especialistas têm em relação a representação do cientista. Nesse sentido, foi pedido ao grupo de participantes que desenhasse a imagem de um cientista, atribuindo ao desenho algumas características pessoais e profissionais dessa personalidade.

Como resultado para esta atividade, foram obtidos 12 desenhos. Três desses desenhos não apresentaram a descrição da personalidade do cientista. As descrições relativas aos desenhos que serão apresentadas nos quadros de análise tiveram a sua grafia e ortografia preservada durante a transcrição dos dados.

A análise de dados apresentados nesta atividade possibilitou o surgimento da categoria “gênero”. Essa categoria indica o gênero do cientista que foi representado pelos cursistas.

Quadro 3 - Análise de dados – Categoria gênero




Categoria gênero	
E6: “Marie Sklodowska-Curie me representa como cientista! Essa mulher teve forme estímulo musical e científico, isso me representa!”	E5: “Homem, meia idade, cerca de 1,75 m...”

Fonte: A autora, 2022

A análise dessa categoria apresenta que tanto homem como mulher representam um cientista.

Na mesma amostra de dados fez emergir a subcategoria “espelho”. Essa subcategoria representa especialistas mulheres e especialistas homens com desenhos de cientistas que representam seu próprio gênero. Nessa subcategoria os especialistas homens se veem como cientistas homens e as especialistas mulheres se veem como cientistas mulheres.

Quadro 4 - Análise de dados: Subcategoria espelho

Subcategoria espelho			
Mulheres		Homens	
<p>“... A cientista que me representa é: curiosa; criativa; dinâmica, boa comunicativa, entusiasta, perseverante, batalhadora.”</p>  <p>E(10)</p>	<p>“Quando penso em cientistas, normalmente quem me vem à cabeça primeiro são figura que me inspiram muito, como Marie Curie e Emile du Chatelet.”</p>  <p>(E8)</p>	 <p>E(11)</p>	<p>“Homem, meia idade, cerca de 1,75m. Professor universitário.”</p> <p>E (5)</p>

Fonte: A autora, 2022

Um dos participantes ao invés de representar o cientista por uma pessoa considerou como respostas para a atividade um quadro com nomes de cientistas e desenhos relacionados as suas respectivas áreas de atuação, como pode ser visto no quadro 5. A análise desse dado sugere a característica de um professor tecnicista que entende ser o conhecimento algo profundamente acadêmico. O professor tecnicista também pode ser caracterizado como aquele que dialoga apenas com seus pares, em contraponto com os ideais do professor intelectual transformador, defendido por Giroux (1997).

Quadro 5 - Característica do professor tecnicista

Visão do professor tecnicista

“Para mim, cada um desses símbolos retrata a ciência nas suas mais diversas formas.”
(E9)

Fonte: A autora, 2022

A categoria “personalidade” emergiu indicando traços das personalidades apresentadas em relação aos cientistas representados pelos especialistas. Nesta categoria, o cientista é associado aos estudos, podendo ser essa uma característica evidente através dos desenhos de estantes com livros que remetem a um ambiente de aprendizado constante e através das transcrições.

Quadro 6 - Análise de dados: Categoria personalidade 1

Categoria personalidade

Traços da personalidade do cientista estudioso

E1: “estudiosa”

E3: “Grandes cientistas para mim estão imersos em leitura, pesquisa, atualização e também em divulgação científica. Indagam e fazem os alunos e população em geral questionarem também...”

E5: “... Gosta de estudar e de colaborar com colegas e estudantes... Um leitor assíduo.”

Fonte: A autora, 2022

Para mesma categoria “personalidade”, a imagem do cientista também foi associada à curiosidade como sua característica fundamental, como visto no quadro 7.

Quadro 7 - Análise de dados: Categoria personalidade 2

Categoria personalidade	
Traços da personalidade do cientista curioso	
<p>E4: “As características fundamentais para mim são curiosidade, sensibilidade, coragem, disciplina, persistência e rigor.”</p>	<p>E10: “... A cientista que me representa é: curiosa; criativa; dinâmica, boa comunicativa, entusiasta, perseverante, batalhadora.”</p>

Fonte: A autora, 2022

Segundo a categoria “personalidade”, para os especialistas, um cientista deve ser estudioso e curioso.


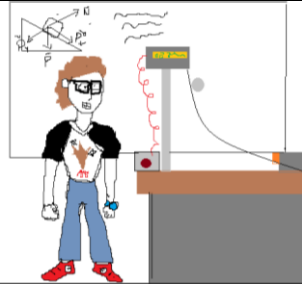
Os quadros 8 e 9 apresentam a categoria “indumentária”. Essa categoria expressa o estereótipo do cientista que usa óculos e que trabalha em um ambiente laboratorial cercado por equipamentos.

Quadro 8 - Análise de conteúdo: Categoria indumentária 1

Categoria indumentária	
Uso de óculos	
<p>E (7)</p>	<p>(E5)</p>

Fonte: A autora, 2022

Quadro 9 - Análise de conteúdo: Categoria indumentária 2

Categoria indumentária	
Uso de equipamentos laboratoriais	
<p>“... sempre que imagino um cientista penso numa mulher de outra época, segurando algo como um tubo de ensaio...”</p>  <p>E(8)</p>	 <p>E(2)</p>

Fonte: A autora, 2022

O uso dos óculos pode ser relacionado à imagem de uma pessoa séria e estudiosa. O uso dos equipamentos em laboratório pode retratar a vivência experimental do cientista.

Os módulos seguintes que foram apresentados no curso, apresentaram como atividades questionários relativos aos referenciais teóricos utilizados nesta pesquisa. A partir desse ponto, serão analisados os dados coletados através das perguntas contidas nesses questionários, em relação a: contra-hegemonia, física moderna e contemporânea e sub-representação feminina na física.

Os dados coletados foram analisados de forma qualitativa na qual levou-se em consideração temas e itens de significação, divididos em categorias. As categorias foram distribuídas a partir de uma categorização a partir dos temas apresentados nos dados coletados. São elas: desigualdade de poder, colaboração discente – docente, diversidade de saberes, interdisciplinaridade, papel feminino na ciência relevância da FMC na EB, dificuldade, tratamento diferenciado por gênero, sub-representação da mulher. E subcategorias: pedagogia crítica, relevância acadêmica e cotidiana, investimento na educação de meninas. As categorias foram criadas pela autora a partir de uma análise flutuante dos dados coletados pelos questionários. Essa análise flutuante possibilitou a identificação de assuntos e temas que foram agrupados, formando assim a categorias. As subcategorias são relacionadas às categorias. As subcategorias são decorrentes aos os assuntos apresentados nas categorias.

O referencial teórico da contra-hegemonia, como forma de resistência, discute novas formas do fazer pedagógico que engloba as necessidades de, não somente a camada mais elevada da sociedade, mas também das camadas mais discriminadas e sub-representadas. Serão apresentados do quadro 10 ao 19, dados coletados no questionário sobre a contra-hegemonia e a escola.

O entendimento dos especialistas em relação às realidades discriminatórias que envolvem a sociedade, os saberes e as escolas fez surgir a categoria “desigualdade de poder”. O quadro 10 aponta a realidade educacional e social experimentada por eles, evidenciando um caráter hegemônico na sociedade e na educação que favorece as camadas de poder em desfavorecimento das camadas subjugada e conseqüentemente, negligenciadas.

Quadro 10 - Análise de conteúdo – Categoria desigualdade de poder

Categoria desigualdade de poder	
E1	“Atuo em duas realidades distintas como professora: rede privada com alunos de classe média/média alta e rede Estadual com alunos de baixa renda em sua maioria. Quando penso na dimensão apresentada de "Desigualdade de poder" nas duas realidades, surge a reflexão para fins de conscientização dos estudantes nas duas redes em suas realidades sobre o espaço que ocupam, suas perspectivas e acesso ao conhecimento, progressão acadêmica e políticas públicas de acessibilidade...”
E4	“A relação se dá a partir do instante em que estamos todos imersos em uma sociedade com um discurso muito voltado para a manutenção de certos privilégios de uma minoria e busca manter as coisas da forma que estão atualmente.”
E6	“A 1ª dimensão dialógica fala sobre desigualdade de poder , isso contextualizado na realidade educacional em minha prática é expressiva , principalmente quando o lugar de fala é do gênero masculino, durante seminários a atenção é mais direcionada a este, penso que isso fortalece o senso discriminatório do saber científico concentrado na fala masculina equivocadamente sendo superior ao feminino.”
E7	“Todos os indivíduos deveriam ser naturalmente dotados de direitos e livres, contudo não é o que se observa na sociedade e nem na escola. Há certos grupos de pessoas, certas regiões e certos pensamentos que são excluídos e tem seus direitos negados... Com falta de suporte de profissionais da escola, falta de qualificação e conhecimento sendo os carros chefes para o despreparo e falta de atendimento aos direitos destes sujeitos.”

Fonte: A autora, 2022

Em uma sociedade onde há desigualdade de poder, uma de suas camadas é considerada dominante e a outra dominada. A categoria “desigualdade de poder” parece trazer a tona a diferença de direitos vivenciados pelos integrantes da sociedade, que privilegia camadas mais abastadas da sociedade. A categoria parece levar em consideração as diferentes realidades educacionais a fim de tornar relevante o processo de conscientização dos indivíduos.

A necessidade de formação de indivíduos que sejam capazes de refletir e projetar ações compatíveis com sua realidade e que sejam atreladas aos seus direitos contribuiu para o surgimento da subcategoria “pedagogia crítica”. Nela, os especialistas trazem considerações em relação a colaboração a uma educação que rompe com a hegemonia das práticas pedagógicas,

levando para sala de aula um olhar menos conservador e mais reflexivo. Tais considerações podem ser vistas no quadro 11.

Quadro 11 - Análise de conteúdo – Subcategoria pedagogia crítica

Subcategoria pedagogia crítica	
E1	“...Romper com as baixas expectativas políticas de submissão dos estudantes da rede pública é uma luta diária em minha atuação docente...Trazendo reflexões e abrindo diálogo entre os estudantes com notícias, dados sociais e responsabilizando cada um em seu papel dentro de uma sociedade, como capazes de transformar suas ações individuais e coletivas.”
E2	“Dentro do ensino de ciências, em especial na área que me compete que é a Física, existe uma construção de visão de mundo através do progresso científico que muitas vezes não se apropriam de suas bases filosóficas mais adequadas. O fazer científico é, por muitas formas, reduzido simplesmente ao uso de sua linguagem...”
E3	“Em meu papel educadora, busco construir práticas contra hegemônicas ao me questionar e refletir sobre qual a natureza e quais são meus objetivos em ensinar ciências em sala de aula (é para garantir um discurso hegemônico ou para a formação de um aluno crítico?).”
E4	“Ela contribui a partir do momento em que desenvolve o pensar criticamente. Através disso é possível formar cidadãos que tenham plena capacidade de tomada de decisões baseadas em argumentos factíveis. Com isso, existe a possibilidade de uma transformação ser feita e de se alcançar uma sociedade mais justa.”
E5	“...O objetivo que tenho contribuir com a formação de cidadãos que sejam capazes de tomar decisões para a sociedade, e não estudantes que irão marcar o x na resposta correta a uma pergunta que não tem significado tangível. É uma tarefa árdua, por se tratar de uma mudança epistemológica, e não somente didática e/ou metodológica. ”
E8	“A escola pode fazer isso ao priorizar a formação crítica dos estudantes, ensinando-os conhecimentos que os façam compreender a realidade na qual estão inseridos e sejam instrumentos de mudança

Fonte: A autora, 2022

A subcategoria “pedagogia crítica” parece demonstrar o compromisso docente com um fazer pedagógico que não tenha como base apenas conhecimento acadêmico, mas que também se envolva com os acontecimentos políticos, culturais e sociais vivenciados pelo corpo discente, agregando conhecimento crítico e contribuído com a formação de estudantes capazes de atuar por uma sociedade mais justa e plural.

Compreendendo a escola como um espaço de aprendizagem e de significação, a categoria “colaboração discente-docente” emergiu na análise dos dados que tornou relevante processos que valorizam a formação acadêmica e pessoal dos indivíduos sociais. A categoria valoriza o aprender e o ensinar no qual estudantes possam ser protagonistas de seu processo de aprendizagem. A categoria que pode ser vista no quadro 12, tende a romper com um certo padrão hegemônico escolar, valorizando o diálogo e a construção coletiva de conhecimento entre docentes e discentes.

Quadro 12 - Análise de conteúdo – Categoria colaboração discente - docente

Categoria Colaboração Discente - Docente	
E2	<p>“De acordo com a leitura de Paulo Freire do espaço escolar (e seus atores), é necessário abordar a relação do ato de aprender e ensinar em sua própria conexão entre educador/educadora e estudante... Para isso, é necessário que o docente abra mão de sua autoproclamada independência nessa relação.”</p> <p>“Fazendo com que seu currículo não seja apenas um espelho de uma proposta mínima e engessada, mas uma construção coletiva com todos os atores e elementos da região escolar. A escola deve orientar que seus docentes estimulem sua escuta e ofereçam formas de repensar e discutir os problemas sociais que forem caros. A escola pública não pode ser tratada como um mecanismo industrial de formação, ela deve ser o coração de sua região. E seus professores precisam ser devidamente remunerados, capacitados e estimulados a, junto com seus alunos, devolverem a dignidade e sensação de pertencimento social.”</p>
E4	<p>“Podem se relacionar através do ponto em que a prática educacional é algo que deve ser capaz de tornar quem aprende um cidadão crítico e capaz de argumentar, com embasamento e não com achismos, sobre o mundo que o cerca. O pensamento crítico verdadeiro é algo que é profundamente contra-hegemônico.”</p>
E5	<p>“... O professor, refletindo sobre a sua prática e sobre o seu objetivo pedagógico (para que ensinar e, conseqüentemente, que tipo de ensino almeja abraçar), encontra nas concepções contra-hegemônicas a possibilidade de trazer o estudante para o debate, fazendo com que o conhecimento seja construído, e não explicado, e que esse conhecimento tenha significado para os estudantes que, enquanto cidadãos, serão mais capazes de exercer a sua cidadania...”</p>
E6	<p>“Ensinar exige disponibilidade para o diálogo, desta forma a prática educacional se relaciona às concepções da contra-hegemonia por trazer a emergência da quebra do paradigma do discurso hegemônico para o ensino.”</p> <p>A partir do momento que a escola entende que a sua função é social entenderá que a postura docente reconhece o perfil autônomo do discente, além disso compreender na prática a contextualização no processo didático em que há uma conexão entre o conteúdo aprendido na sala de aula e a realidade dos alunos em uma perspectiva de aprendizagem significativa para impulsioná-los ao campo científico...”</p>

Fonte: A autora, 2022

Os dados apresentados podem ser agregados à motivação de Freire (2002), ao compreender a escola como um ambiente de trocas. A prática pedagógica, dessa forma, está atrelada ao compromisso e engajamento não apenas do corpo docente, mas também no envolvimento dos estudantes que dela fazem parte e que também devem buscar por reflexões e possíveis soluções para as problemáticas consideradas. Essa categoria reflete a prática educacional que garante conexão entre os temas aprendidos e a realidade dos estudantes, trazendo significação ao seu processo de aprendizagem, ampliando e atualizando seus conhecimentos prévios e atribuindo novos significados aos mesmos, o que se pode considerar uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, é possível agregar a ideia de Lopes; Macedo (2011) na construção de um currículo centrado na disciplina escolar centrado na vida social,

dentro e fora da escola. Pensando a disciplina escolar com atividades que pretendam desenvolver a vida social e comunitária, ressignificando os processos de resistência e de emancipação social.

A categoria “diversidade de saberes”, vista no quadro 13, surge pelo potencial destinado às práticas pedagógicas em relação a sua contribuição com um ensino de qualidade e que tenha o compromisso de alcançar a todas as realidades.

Quadro 13 - Análise de conteúdo – Categoria diversidade de saberes

	Categoria diversidade de saberes
E3	<p>“Valorizando os saberes das diferentes culturas presentes em sala de aula, construindo assim uma aprendizagem que seja significativa e relevante aos estudantes.”</p> <p>“Ao compreender que a ciência é uma construção humana, inacabada, resultante de uma determinada cultura. Assim, ela não é um produto a ser reproduzido, mas constantemente construído e, quanto mais diversa, mais visões diferentes são acrescentadas à construção deste conhecimento.”</p>
E7	<p>“As concepções contra hegemônicas podem estar relacionadas com a ideia de que a alfabetização, o letramento e a aquisição de conhecimentos não é idêntica e nem deveria seguir um padrão. Uma vez que como seres humanos somos únicos e apresentamos singularidades, fica muito claro que a forma como nos relacionamos e aprendemos também é única. Então deveriam ser aplicados diversos métodos de ensino-aprendizagem ao longo de determinado conteúdo letivo a fim de abranger as diversas formas de letramento, alfabetização e aprendizado que podem ocorrer: visual, escrita, oral, subjetiva etc.”</p> <p>“A escola tem o papel de demonstrar e permitir contato com as diferenças entre os seres humanos. O convívio de diferentes públicos no quesito cor de pele, crenças, aprendizagens, cognições, gostos faz com que o choque de realidades possibilite a consciência de que o outro importa tanto quanto eu e que as necessidades de todos nós tem o mesmo peso, contudo alguns precisam de cuidados e atendimentos extras, por serem menos capazes de atingir o seu melhor sem suporte.”</p>
E8	<p>“... Apesar de na área de Exatas parecer que deva existir um discurso hegemônico, quase como uma verdade absoluta, na verdade a forma de ver e ensinar a realidade está aberta a interpretações que devem ser debatidas, levando à construção de significados próprios.”</p>

Fonte: A autora, 2022

O rompimento com a hegemonia educacional possibilita a valorização de diferentes formas de se ensinar, levando em consideração diferentes métodos de ensino e aprendizagem, diferentes realidades e diferentes culturas. A pluralidade educacional se dá pelas variadas formas de se construir conhecimento, fazendo parte do convívio escolar, as diferentes trocas de experiências e saberes que trazem conexões à construção humana.

As concepções contra-hegemônicas no que tange o ambiente escolar, pensa a escola como um lugar que contribui para a formação cidadã, ou seja, colabora para a formação de

indivíduos que são capazes de pensar criticamente e de dar possíveis soluções para problemáticas sociais e que anseiam por uma sociedade plural, mais justa e igualitária.

Segundo Ivani Fazenda, a interdisciplinaridade é um dos maiores desafios enfrentados pelos professores em suas práticas educacionais, sendo um projeto que envolve parceria entre as diferentes disciplinas. Assim, surge a categoria “interdisciplinaridade” pelo caráter coletivo e agregador de ensino.

Quadro 14- Análise de conteúdo – Categoria interdisciplinaridade

Categoria interdisciplinaridade	
E2	“Sim. Buscando na literatura uma forma de apresentar a construção do saber científico de uma forma cada vez menos padronizada e baseada apenas em suas leis matemáticas. Promover debates e oficinas para discutir problemas locais e refletindo como o uso dos conhecimentos específicos da Física são caros para as soluções. Buscar parcerias com colegas de outras áreas de conhecimento e construir coletivamente o conhecimento, oferecendo uma visão mais coletiva e adequada de como a sociedade pode ser vista, analisada e ajudada.”
E7	“Sim. Trabalho com Ciências e Biologia em turmas onde fazemos debates sobre o impacto de nossas ações, escolhas, tecnologias, formas de cultivo e exploração de recursos no planeta e na sobrevivência de nossa e de outras espécies. Como tudo pode ser repensado para ser menos impactante e permitir uma sobrevivência aos nossos recursos sem escassez, além de debatermos sobre como nos tratamos a nós mesmos e à outros seres humanos.”

Fonte: A autora, 2022

A visão contra-hegemônica relacionada ao ensino e à escola oferece oportunidades de uso das disciplinas escolares como veículos para discussões abrangentes sobre possíveis enfrentamentos da sociedade. A categoria “interdisciplinaridade” traz aspectos do uso das disciplinas da área de ciências da natureza como meios de abordagem social, com o objetivo de contribuir com uma aprendizagem crítica e de qualidade e relacionar diferentes disciplinas a uma mesma temática.

O enfrentamento social em relação a desigualdade de gênero se fez presente e a categoria “papel feminino na ciência” emergiu de forma a considerar para a prática de sala de aula a importância de mulheres que fazem parte do processo científico.

Quadro 15 - Análise de conteúdo – Categoria papel feminino na ciência 1

Categoria: papel feminino na ciência	
E1	“Sim, trazendo dados sobre desigualdade de gênero nas diferentes áreas de conhecimento, abordando historicamente como mulheres foram silenciadas em produções científicas e suas pesquisas creditadas aos homens. Trazer sempre conhecimentos de Física em uma perspectiva histórica, em permanente construção.”
E8	“Eu acredito ser possível e acho que uma maneira de fazê-lo é ensinando concomitantemente com o conteúdo o cenário histórico que incentivou que o mesmo fosse desenvolvido e os atores que participaram dessas descobertas. Assim, podemos questionar por exemplo onde estavam as mulheres cientistas e a partir daí pensar o papel da mulher nos dias atuais.”

Fonte: A autora, 2022

Os dados apontam para um movimento pedagógico voltado para a representatividade de mulheres na ciência. A categoria se faz relevante uma vez que o reconhecimento científico é amplamente destinado à figura masculina e poucas são as cientistas mulheres reconhecidas pelos estudantes. Para alterar essa perspectiva, seria necessárias práticas pedagógicas relacionadas a essa temática.

As indicações teóricas a respeito da FMC disponibilizadas no curso apresentaram dificuldades e possibilidades para seu uso no ensino de física na educação básica (EB). As leituras levaram em consideração a relevância ou não desses assuntos para a formação acadêmica à nível básico. À vista disso, a categorias “ relevância da FMC na EB emergiu trazendo significados para alguns aspectos, como visto no quadro 16.

Quadro 16 - Análise de conteúdo – Categoria relevância da FMC na EB

Categoria: relevância da FMC na EB	
E1	“Considero fundamentais para a formação na educação básica o estudo de tópicos de FMC. Conforme apresentado pelos(as) autores(as) das leituras deste módulo, muitas vezes a escolha de cursar faculdade de Física tem como temas motivadores os temas de FMC, que despertam o desejo de aprofundar nessas áreas de estudo...”
E2	“... é necessário aceitar que a concepção conservadora de que o ensino-aprendizagem é apenas pautada nos assuntos relacionados nos manuais e temas discutidos em sala, não descarta que os estudantes constroem por conta própria seu próprio aprendizado. No meu contexto, procuro introduzir junto a tópicos presentes no currículo, discussões sobre a ideias da física que precisam evoluir para atender certas demandas encontradas, como funcionamento de modelos de buracos negros, casos que envolvam a interpretação da velocidade da luz, a presença da física quântica e aplicações da supercondutividade.”
E6	“Sim, A educação básica , uma vez que abrange a partir dos 4 anos passa pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio é relevante por compreender importantes reflexões para construção do conhecimento.”
E8	“Sim, porque são o ponto mais consolidado e moderno do conhecimento sobre a Física. Assim, não faz sentido dedicar horas de trabalho ao ensino

	de modelos que já foram ultrapassados, enquanto que as novas descobertas são negligenciadas ou pouco aprofundadas.”
E9	“Os assuntos da FMC são relevantes, visto que nos mostra uma visão diferente da física estudada habitualmente, mas infelizmente sua abordagem não tem tido a atenção necessária.”

Fonte: A autora, 2022

O quadro 16 revela a relevância considerada pelo grupo de especialistas aos assuntos tratados pela FMC, o que parece demonstrar ser necessário a atualização dos conteúdos destinados ao ensino de física para a educação básica.

A subcategoria “relevância acadêmica e cotidiana” se apresenta pelos aspectos da relevância em se ensinar a FMC na educação básica pelos seus aspectos não somente acadêmicos, mas também cotidianos, quando relacionados às experiências vividas pelos estudantes.

Quadro 17- Análise de conteúdo – Subcategoria relevância acadêmica e cotidiana

Subcategoria relevância acadêmica e cotidiana	
E1	“... Acredito que a importância se dê, principalmente, porque estamos diante de aplicações em nosso cotidiano, assim como em filmes, séries, que despertam muito a curiosidade e interesse dos alunos de Ensino Médio. Sempre percebo que os estudantes costumam ter maior interesse por conteúdos de FMC em comparação à Física Clássica.”
E2	“Sim. Como é abordado no primeiro texto, tópicos de FMC são parte presentes em diversos produtos da cultura pop e criam uma demanda natural de entendimento sobre sua base conceitual...”
E3	“Sim, são conteúdos formulados muitas vezes há séculos passados que são essenciais, por exemplo, para o desenvolvimento de tecnologias utilizadas pelos alunos atualmente, como celulares, internet, computadores, GPS etc.”
E7	“Sim. Por serem assuntos que surgem mais na mídia acabam por se tornarem mais próximos aos alunos e gerarem curiosidade. Esta curiosidade é o ingrediente principal para estimular o aprendizado significativo de qualquer conteúdo didático. Com meus alunos é comum o debate sobre temas da física moderna quando tratamos de radioatividade e seus efeitos, energia e seus efeitos. Trazendo à luz do conhecimento às características essenciais dessas partículas e como elas interferem na nossa realidade cotidiana.”

Fonte: A autora, 2022

Os dados do quadro 17 apresentam assim, a relevância acadêmica dos tópicos tratados na FMC pela sua importância na construção do conhecimento e sua relevância cotidiana pela busca e interesse dos discente que se conectam à cultura pop através de filmes e séries que abordam tais assuntos.

Além da relevância atribuída à FMC, além de demonstrar interesses em relação aos assuntos, também apresentou em forma de dados a relação entre tais assuntos e sua aplicação na prática de sala de aula. Dessa forma, foi possível emergir a categoria “dificuldade”, vista no quadro 18.

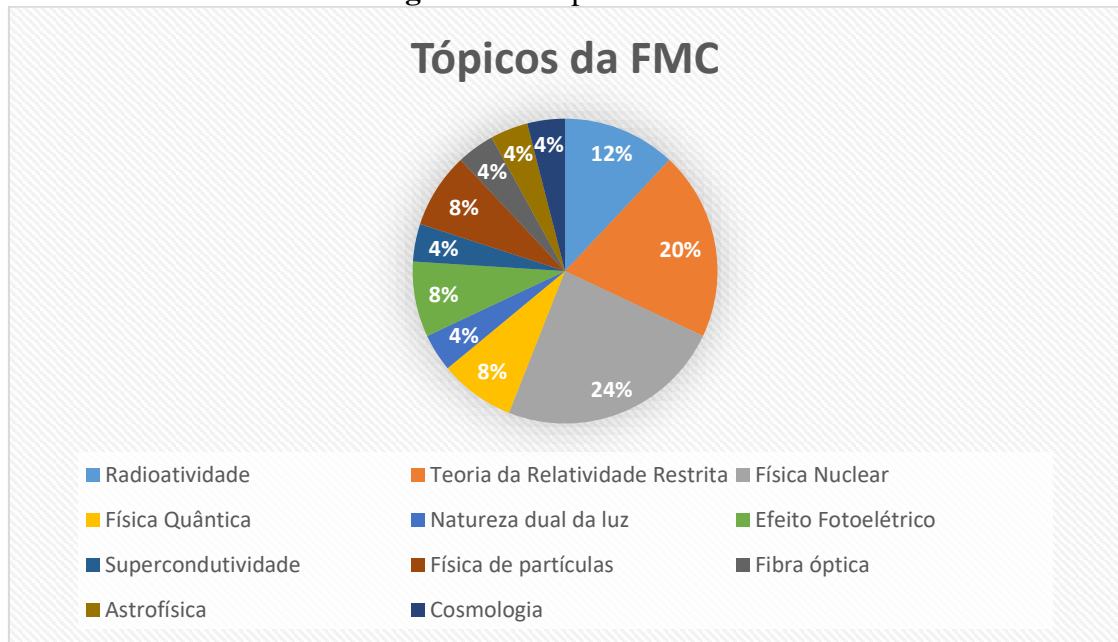
Quadro 18 - Análise de conteúdo – Categoria dificuldade

	Categoria dificuldade
E4	“Os assuntos de FMC são importantes, mas não tenho certeza quanto a possibilidade de ensinar de maneira adequada. Pela minha experiência, é muito fácil cair em algum erro ou dificuldade para ensinar, tanto por falta de preparo desde a minha formação inicial quanto pela própria estrutura que a maior parte das escolas oferece para que o trabalho seja realizado.”
E9	“Os assuntos da FMC são relevantes, visto que nos mostra uma visão diferente da física estudada habitualmente, mas infelizmente sua abordagem não tem tido a atenção necessária.”

Fonte: A autora, 2022

Os dados apresentados no quadro 18 parecem destacar a negligência e falta de destreza na utilização dos tópicos da FMC, apesar de sua relevância. Autores como Higa; Groch (2015) e Schittler; Moreira (2016) demonstram preocupação com a inserção da FMC no ensino de física da educação básica e reforçam que os conteúdos da FMC estão sendo ensinados em todas as séries do ensino médio. Além disso, afirmam que materiais didáticos são essenciais para a incorporação da FMC ao currículo e aos planejamentos de física

As considerações para a inserção da FMC no ensino de física da educação básica, possibilitaram a construção o gráfico “Tópicos da FMC”, visto na figura 15. Esse gráfico representa assuntos de maior interesse e facilidade para uma abordagem em sala de aula, pelo grupo de especialistas.

Figura 13 - Tópicos da FMC

Fonte: A autora, 2022

A análise quantitativa para os dados da figura 15 apresenta que a maioria dos especialistas tem facilidade ou maior interesse em ministrar aulas com o tema da física nuclear, configurando 24% dos resultados. O segundo assunto de maior interesse ou facilidade de aplicação é a teoria da relatividade restrita, com 20% dos resultados.

É possível crer que as dificuldades enfrentadas pelos docentes ao ministrarem FMC devam ser superadas pelo uso de materiais autorais ou adaptados à sua realidade educacional. Por essa óptica, a produção de trabalhos acadêmicos que possam contribuir com o corpo docente da educação básica é inegável. Materiais de qualidade devem ser produzidos para que assim possam ser utilizados como base para professores de física e suas práticas pedagógicas. Nesse sentido, esta pesquisa se apropriou da ideia da realização de práticas concretas para a inclusão da FMC, para além da discussão se deve inclui-la, ou não, na educação básica.

Considerando que as questões acadêmicas estão associadas aos enfrentamentos sociais e que um dos enfrentamentos relevantes é a questão de gênero na ciência, o referencial teórico da sub-representação feminina na física utilizado no curso apresentou material que apontou a existente relação numérica que diferencia a participação de mulheres e homens na atuação em carreiras voltadas para a ciência da natureza, especificamente para a física. Para essa análise, serão apresentadas nos quadros a seguir a categoria “tratamentos diferenciado por gênero” e a subcategoria “ sub-representação da mulher”.

O quadro 19 aponta como a diferença entre gêneros afeta ou afetou o grupo de especialistas, ao longo de sua construção profissional e acadêmica, trazendo a categoria “tratamentos diferenciado por gênero”.

Quadro 19 - Análise de conteúdo – Categoria tratamento diferenciado por gênero

Categoria tratamento diferenciado por gênero			
Homem		Mulher	
E2	<p>“Como homem cis, posso dizer de uma forma honesta, como retratada perfeitamente nos textos, que toda minha carreira foi pautada em atalhos em prol de minha condição. Nunca fui questionado em qualquer entrevista sobre saber conduzir ou controlar uma turma. Apesar da idade, nunca tive minha graduação sendo questionada por responsáveis ou até mesmo por alunos. Durante a graduação, e consequentemente no mestrado, sempre recebi de uma forma muito pacífica qualquer retorno, desde docentes até funcionários administrativos. Nunca fui questionado por qualquer professor se eu estava no curso por vontade própria e não por falta de opção. Nunca me senti inseguro por acompanhar uma aula, ou fazer um prova, até o fim do último turno da noite, ao contrário de muitas amigas. Tudo isso com certeza pavimentou um caminho muito mais sólido e acessível até o ponto que me encontro hoje, infelizmente.”</p>	<p>“... Me senti intimidada muitas vezes na graduação e pós graduação ao passar por situações com falas machistas dos professores homens, algumas vezes dirigidas diretamente à mim. Na minha percepção, se mulheres não fossem minoria em sala de aula, haveria menos falas machistas ou, quem sabe, cessariam de vez. Enquanto profissional, algumas vezes estive com colegas de outras áreas que em conversas coloquiais tentaram me "explicar" algum conteúdo de Física que é de meu domínio, sendo necessária a minha intervenção para argumentar que dominava aquele tema</p>	E1
E9	<p>“Essa diferença me afeta no sentido da igualdade de oportunidades para ambos os gêneros, vejo que as mulheres podem e devem ocupar o lugar que elas quiserem, inclusive no estudo da Física e Astronomia e no que mais lhe interessarem.”</p>	<p>“Durante minha formação acadêmica (Bacharelado, mestrado e doutorado) fui vítima de diferentes tipos de assédios relacionados a meu gênero, de</p>	E8

		investidas sexuais de supervisores a desmerecimento de minhas falas e trabalhos. Isso prejudicou minha formação como um todo, mas felizmente não me impediu de concluí-la e continuar na carreira.”	
--	--	---	--

Fonte: A autora, 2022

As amostras levadas em consideração revelam uma possível diferença no tratamento entre homens e mulheres na esfera acadêmica e profissional. As trajetórias apresentadas por mulheres denunciam a diferença no tratamento que as colocam em lugar de inferioridade e descredibilidade, além de vivenciarem assédio por conta de gênero. Em contrapartida, as trajetórias apresentadas por homens não têm relação com dificuldades a nível de credibilidade e nem de constrangimento pessoal. Os dados apontam que mulheres são obrigadas a lutar pela manutenção de seus lugares e direitos.

O quadro 20 apresenta a categoria “sub-representação da mulher” que considera traços da relação numérica inferior de mulheres nos percursos acadêmicos e profissionais e traços sobre a falta de representatividade feminina. Ambos os traços evidenciam a solidão da mulher nos espaços acadêmicos e profissionais, em relação à ciência da natureza e à física.

Quadro 20 - Análise de conteúdo – Categoria sub-representação da mulher

Categoria sub-representação da mulher	
Traços da relação numérica	
E1	“Por ser mulher, ao entrar na faculdade de Física ficou nítido que havia uma diferença muito grande entre a quantidade de estudantes homens e mulheres, sendo as mulheres uma minoria...”
E7	“Ao longo de meu percurso e construção como cientista e professora não tive contato com muitas professoras dentro da área de exatas e até mesmo dentro das ciências da natureza os homens foram maioria. Experimentei uma realidade onde havia mais incentivo ao meninos e rapazes dentro de áreas exatas e científicas e só vi esse cenário mudar quando entrei na graduação. Quando tive uma maioria de professoras e pude fazer iniciação científica num laboratório majoritariamente feminino. Só então me senti mais representada e encontrada no caminho que escolhi seguir, pois antes me sentia meio errada e solitária. “ (professora de ciências biológicas)
Traços da falta de representatividade de fato	

E3	“A falta de representatividade. Em uma escola, um aluno me relatou que eu fui sua primeira professora mulher de Física e isto me remeteu que eu nunca tive professoras de Física no ensino básico/ ensino médio (e durante faculdade eram minoria também). A minha impressão é que as mulheres cientistas necessitam a todo momento provar que são capazes tanto quanto os homens...”
E4	“Afetou na questão de representatividade. Ao longo do processo formação, era difícil entender a causa de ter tão poucas mulheres na carreira e isso me fez duvidar de que seria possível permanecer naquele lugar.”

Fonte: A autora, 2022

Ao se compreender que a Escola é contribuinte na busca por igualdade social, o sistema ensino-aprendizagem é capaz de levar subjetividade aos estudantes através de experiências que sejam significativas. Essas experiências significativas podem valorizar o diferente entre cada um dos indivíduos. O espaço escolar pensado para além da escolarização considera a formação acadêmica para além dos conteúdos. Nesse sentido, ao se refletir sobre a questão de gênero e abrir espaço para significar a formação de mulheres na área científica, a subcategoria “investimento na educação de meninas” emerge com embasamento de uma formação cidadã que vai além da valorização teórica e se agrupa com categoria “colaboração discente-docente”.

Quadro 21 - Análise de conteúdo – Categoria colaboração discente – docente e Subcategoria investimento na educação de meninas

Categoria: Colaboração Discente - Docente Subcategoria: investimento na educação de meninas	
E2	“...Proporcionar, através desses espaços, oportunidades de estágio e formação continuada, orientadas por mulheres. Criar fomentos de pesquisa para incentivar a inserção científica de mulheres em programas de iniciação.”
E3	“Estimulando as meninas na área de ciências e matemática. Há grupos muito interessantes que trabalham para isto como, por exemplo, o "Tem menina no circuito" do Instituto de Física da UFRJ, que levam atividades de Física para as escolas, além disso há eventos em museus que discutem esta questão e incentivam as meninas, através de rodas de conversar, atividades lúdicas etc., como o Museu de Astronomia e Ciências Afins... acredito que a escola possa estabelecer um vínculo com essas instituições.”
E8	“...Ao mesmo tempo, deve-se combater ativamente o machismo no ambiente escolar, principalmente protegendo as estudantes de assédios de professores.”

Fonte: A autora, 2022

A aglutinação entre a categoria “colaboração discente-docente” e a subcategoria “investimento na educação de meninas” preza pela construção acadêmica social e crítica. Nesse processo, o diálogo entre docentes e discentes sobre a feminização numérica e sobre a relevância destinada às mulheres que atuam no meio científico podem contribuir para a conscientização de ações que procurem atenuar as desigualdades de gênero em uma esfera social.

Como construção coletiva, a categoria “papel feminino na ciência” traz novamente a ideia de pensar a disciplina escolar voltada para a vida social e coletiva, dando relevância as produções científicas realizadas por mulheres cientistas potentes.

Quadro 22 - Análise de conteúdo – Categoria papel feminino na ciência 2

Categoria: papel feminino na ciência	
Com foco em mulheres e história da ciência	
E2	“Construindo uma comunidade interligada com centros de pesquisas, universidades e demais institutos afins para dar voz a lideranças femininas em diversas áreas de conhecimento...”
E4	“A escola pode cuidar de mostrar para as mulheres que podem estar em qualquer parte. Podem ser feitas palestras mostrando a importância das mulheres ao longo da história da ciência. Além disso, é importante desmistificar a ideia de que mulheres são de humanas e homens de exatas, e a escola é um local potente para se começar esse tipo de mudança.”
E8	“Com projetos específicos que reformulem materiais didáticos, de forma a resgatar e contar a história de mulheres para que sua participação como cientistas seja naturalizada...”

Fonte: A autora, 2022

Os dados do quadro 22 apresentam possíveis ações que parecem contribuir com a busca pelo respeito e reconhecimento à figura de mulheres cientistas. A luta por uma sociedade menos misógina demonstra respeito pela qualificação profissional dessas mulheres. Qualificar o trabalho de uma mulher significa contribuir para sua visibilidade e representação diante da sociedade. Essa ação é capaz de incentivar meninas a se sentirem livres nas suas escolhas acadêmicas e profissionais.

A responsabilidade da luta pela igualdade de gênero não é das mulheres, mas sim de toda a sociedade. Sendo os estudantes da educação básica integrantes dessa sociedade, se faz necessário remodelar as práticas pedagógicas, tornando-as mais humanizadas e conscientizadoras em relação a todas as situações e geram desigualdade entre os indivíduos.

6 PRODUTO EDUCACIONAL

Produtos Educacionais (PE) são os artefatos requeridos pelos Mestrados Profissionais para conclusão dos tramites e, por fim, a obtenção da titulação de mestre. A construção de um PE é balizada por uma metodologia (desenvolvimento do PE, prototipagem e validação) e por algumas dimensões (complexidade, registro, impacto, aplicabilidade, aderência e inovação). (RIZZATI et al, 2020)

Os autores Rizzatti et al (2020) defendem a utilização de um PE oriundo de um Mestrado Profissional e afirmam que um PE deve ser gerado a partir de uma atividade de pesquisa que pode ser confeccionado de forma individual ou em grupo. A sua elaboração deve ter vínculo com a busca por resposta à pergunta ou ao problema que originou a prática profissional.

Roças; Bomfim, (2018) afirmam que a utilização do PE elaborado em um contexto sócio histórico, tem a finalidade e servir de produto interlocutivo a docentes que se encontram nos mais diferentes contextos do nosso país. Assim, os autores defendem que

... a principal meta de um MP é o professor e não o produto educacional (PE) que é elaborado durante o desenvolvimento da dissertação. Tal entendimento deve-se ao fato de que os PE não devem ser encarados como receitas prescritivas, para que outros professores baixem e reproduzam, mas sim possam criar redes de espelhamento e de interlocução. (ROÇAS; BOMFIM, p. 4, 2018)

Nesse sentido, nota-se a importância da divulgação e difusão desses materiais (PE) elaborados no Mestrado Profissional para que os docentes interessados façam suas adaptações de acordo com suas realidades e utilizem-nos como prática de ensino.

Os autores já citados reforçam “ que o exercício de pensar a elaboração de um PE, a partir do diagnóstico de um problema / situação real, com o devido aporte teórico e validação cuidadosa e analisada, possibilita a formação de um profissional mais reflexivo e *inquieto* (grifo dos autores) com a sua prática” (ROÇAS; BOMFIM, p.5, 2018,).

Espera-se que a utilização dos PE auxilie, tanto professores de caráter tradicionalistas, quanto aqueles de caráter transformador. Isso decorre do fato que os PE devam trazer dimensões de inovação e impacto que possam atuar na formação cidadã dos discentes e da comunidade escolar.

Levando-se em consideração as ponderações acerca de um PE, foi construído a partir desta pesquisa para esta finalidade, o “**Caderno de práticas contra-hegemônica para o Ensino de Física e justiça social**”. O PE desenvolvido se baseou na coleta de dados provenientes de um curso de extensão, pela plataforma *Moodle* do Colégio Pedro II em formato

EAD, para docentes de ciências da natureza da Educação Básica. Este curso foi composto por uma base teórica sobre os conceitos da contra-hegemonia, da FMC e da sub-representação feminina na física e traz propostas de atividades que foram utilizadas e avaliadas no curso ministrado, como práticas de sala de aula, contribuindo para o ensino de física da educação básica. Essas propostas de atividades possuem um viés contra-hegemônico, que além da utilização de conteúdo específico da disciplina, propõem discussões acerca da invisibilidade feminina no ambiente da física. Ao abordar essa sub-representação, o PE desenvolvido busca possibilidades para a promoção de justiça social, refletindo sobre a ideia de que a ciência não se deve distinguir por gênero. Dessa forma, se podem ser considerados como objetivo deste produto educacional usar a FMC como meio para abordar a desigualdade de gênero na ciência da natureza, especificamente na disciplina física, produzir práticas pedagógicas contra-hegemônicas que procurem mitigar as desigualdades existentes entre a ciência e a atuação feminina.

As práticas educacionais em questão são modeladas em sequências didáticas (SD). Essa escolha de modelagem se deu pelo seu formato organizado e pela possibilidade de interação entre o pesquisador e os estudantes envolvidos na pesquisa (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004). Ainda para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), uma SD é uma forma eficaz que pode ser utilizada pelos docentes para organizar núcleos temáticos em propostas de atividades de ensino. Foram então, produzidas SD que objetivam evidenciar e discutir o silenciamento de mulheres cientistas em relação à relevância de suas pesquisas e atuação no meio científico da física.

Sequências didáticas também são consideradas e definidas pelo autor Zabala (1998, p.8), como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. A autora Batista et al (2017) acrescenta para a estruturação de uma SD, a escolha de um tema central que se deseja problematizar, assim como os objetivos que se pretende alcançar para definir o primeiro passo para a elaboração desse tipo de atividade de ensino. A mesma ainda define que sua estrutura deve conter as seguintes fases de intervenção, repetição de conteúdo aprendido, estudo individual, comunicação da lição, atividade motivadora, explicação de perguntas ou problemas, respostas intuitivas ou elaboração de hipóteses.

Será utilizado para esta pesquisa as definições concretas de Zabala (1998) e Batista et al (2017) para a construção das sequências de atividades que por meio de intervenções da pesquisadora, além de atividades motivadoras, explicações e exposições de problemas

presentes na sociedade em que os estudantes estão inseridos, perguntas direcionadas ao tema central que buscaram reflexões e respostas intuitivas dos participantes. A produção das práticas pedagógicas produzidas e utilizadas no caderno de práticas tem como tema norteador a sub-representação de mulheres na física, dentro do conteúdo dos estudos da FMC, sobre buracos negros e da matéria escura.

Tendo como base a interpretação de Pereira (2012) sobre as dimensões de um discurso hegemônico, as SD elaboradas como propostas de atividades fizeram uso da primeira e da quarta dimensão. É importante ter o entendimento de que todas elas se complementam e geram discussões acerca da desigualdade de gênero e sobre outros aspectos que refletem as relações sociais de poder. Foram tratadas a suposição da igualdade de poder e a generalização das relações de representação, para justificar a necessidade de trabalhos que evidenciam e discutam a importância de estudos que envolvam ciência e gênero, e que agregam um viés de reivindicação por espaços ocupados por mulheres em todas as esferas da sociedade, de forma mais específica no ramo científico da física, onde pode-se observar uma maior escassez de sua atuação. (FERNADEZ, 2020).

6.1 Atividades que foram propostas no curso

As SD foram utilizadas nos módulos 4 e 5 do curso. Essas SD foram apresentadas aos especialistas que contribuíram para o seu aperfeiçoamento, opinando sobre alguns aspectos que as atividades apresentam. As estruturas de modelagem das práticas pedagógicas podem ser observadas nos quadros 23 e 24. O primeiro traz o “Modelo de sequência didática com o tema matéria escura”, elaborado para aplicação com a 2ª série do ensino médio. E o segundo “Modelo de sequência didática com o tema buracos negros”, elaborado para aplicação com a 1ª série do ensino médio.

Quadro 23 - Módulo 4 - Modelo de sequência didática com o tema matéria escura

Módulo 4 - A rainha das galáxias					
Público alvo indicado– 2ª série					
Duração indicada: 3 encontros de 50 minutos cada					
ETAPAS	CONTEÚDO	DURAÇÃO	OBJETIVO	METODOLOGIA	FERRAMENTA
1	Trajetória profissional da astrônoma Vera Rubin	50 minutos	Evidenciar a sub-representação feminina na Física, pelas experiências acadêmicas vividas pela cientista.	O professor deverá apresentar fatos sobre a trajetória profissional e acadêmica da cientista, a fim de promover reflexões e discussões à cerca de suas experiências e comunicar sua colaboração na ciência.	Recursos visuais com a imagem da cientista.
2	Teoria da Física Clássica	50 minutos	Calcular a velocidade de rotação de uma estrela	O professor deverá ensinar através do conteúdo de gravitação universal o cálculo da velocidade de corpos em órbitas circulares.	Livro didático e material instrucional feito pela pesquisadora
3	Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	Analisar o gráfico de rotação das estrelas; Observar a discrepância e a possibilidade de um novo tipo de matéria: a matéria escura; Associar a análise gráfica à principal cientista responsável por essa observação experimental.	O professor deverá apresentar o gráfico da curva de rotação das galáxias espirais, para que, junto de seus alunos, analise os resultados experimentais e os resultados teóricos que divergem.	. Imagem gráfica.

Fonte: A autora, 2021

Quadro 24 - Módulo 5 - Modelo de sequência didática com o tema buracos negros

Módulo 5 - A mulher que fotografou o invisível					
Público alvo – 1ª série					
Duração: 3 encontros de 50 minutos cada					
ENCONTRO	CONTEÚDO	DURAÇÃO	OBJETIVO	METODOLOGIA	FERRAMENTA
1	Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	Divulgação da primeira imagem de um buraco negro, teoria sobre a evolução estelar e aplicação questionário investigativo	O docente apresentará a histórica imagem do primeiro buraco negro registrado e em seguida explicar a formação de um buraco negro estelar, através do ciclo de uma estrela. Após, aplicar a atividade: Quem é o cientista por trás da imagem?	Imagem do buraco negro, questionário investigativo (Questionário I), roda de conversa
2	Teoria da Física Clássica Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	Associação do fenômeno da reflexão ao objeto cósmico não visível, o buraco negro; Compreensão teórica sobre buracos negros; Relação entre a previsão teórica de Einstein com o registro produzido..	O professor deverá associar o fenômeno da reflexão ao objeto cósmico não visível, o buraco negro. O professor deverá apresentar características, relação de formação e tipos de buracos negros	Material teórico de apoio.
3	Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	Aplicação da teoria sobre buracos negros e suas características.	Aplicação do questionário II que contém perguntas sobre buracos negros	Questionário II

Fonte: A autora, 2021

Pelas amostras produzidas pelos especialistas desta pesquisa, foi possível destacar algumas categorias que emergiram através da análise de conteúdos realizada. Essas categorias se conectam com o caráter contra-hegemônico das práticas elaboradas ao validarem as possíveis

discussões sobre o “protagonismo feminino” e “hostilidade de gênero”. Por esse motivo, se determinou relevante sua apresentação nessa seção.

A categoria “protagonismo feminino” indica a identificação e a importância da temática escolhida para a pesquisa.

Quadro 25 - Análise de conteúdo: categoria protagonismo feminino

Categoria: protagonismo feminino	
E1	Seria interessante no primeira etapa falar um pouco mais sobre a trajetória acadêmica de Katie, mas a proposta destaca sua liderança nesta pesquisa inovadora.”
E2	“Apesar da participação essencial de uma pesquisadora mulher no desenvolvimento de um importante modelo científico, responsável por sustentar de uma maneira consistente diversos tópicos da astrofísica, a visão que se destaca do trabalho de construção científica ainda é tratada de maneira masculina...”
E3	Destaco alguns trechos: "Atividade: Quem é o cientista por trás desta imagem?" "Após aplicação da atividade e divulgação dos desenhos feitos pelos estudantes, discutir e refletir com os eles a participação da pesquisadora e colaboradora do primeiro registro do buraco negro no centro da galáxia M87."
E7	Sim. Pois cada exemplo de cientista bem sucedida traz mais representação e evidencia que nossa capacidade não é limitada pelo nosso sexo biológico.
E8	“O trabalho de Vera Rubin quebrou paradigmas e foi corajoso ao fazê-lo. Assim, um dos destaques que daria seria para o fato de que quando trazemos mentes diferentes para analisar um problema antigo, ideias inovadoras podem surgir.” Sim, pois naturaliza o papel da cientista (Vera) como parte importante do grupo de pessoas responsável pela descoberta.

Fonte: A autora, 2022

As considerações dos especialistas parecem apontar a importância da evidência e da possibilidade de discussão sobre a participação de mulheres na ciência pelo potencial de dar visibilidade ao trabalho realizado por elas.

A subcategoria “hostilidade de gênero” representa a dificuldades enfrentadas pelas cientistas no âmbito profissional apenas por serem mulheres.

Quadro 26 - Análise de conteúdo: subcategoria hostilidade de gênero

Subcategoria: hostilidade de gênero	
E2	“...O texto destaca que, embora a contribuição de Vera Rubim seja um marco, seu contexto social-temporal marca a hostilidade com a presença feminina em ambientes de pesquisa acadêmica. O legado da Rubim na conscientização para a urgência de discutir a desigualdade de gênero marca também a tentativa de trazer para as novas gerações de pesquisadoras o caminho mais sólido para seu trabalho.
E9	A escolha em sua maioria das vezes por cientistas masculinos em detrimento de cientistas femininas.

Fonte: A autora, 2022

Os especialistas indicam uma óptica voltada para o entendimento de que a desigualdade de gênero é real e presente no âmbito científico. Nessa óptica existe o entendimento de que mulheres são invisibilizadas em suas produções.

As sequências didáticas utilizadas no PE foram validadas a partir das atividades apresentadas nos módulos finais do curso. O PE confeccionado buscou ter vínculo com a busca por resposta ao problema que originou a prática profissional, através da utilização dessas práticas educacionais com viés da contra-hegemonia para contribuir com a justiça social de gênero na escola.

A divulgação e difusão desses materiais (PE) elaborados para que os docentes interessados façam suas adaptações de acordo com suas realidades e utilizem-nos como prática de ensino é relevante. Espera-se que a utilização do PE construído auxilie, tanto os professores de caráter tradicionalistas, quanto aqueles de um caráter transformador. Isso decorre do fato que os PE devam trazer dimensões de inovação e impacto que possam atuar na formação cidadã dos discentes e da comunidade escolar.

Os quadros seguintes trazem categorias que buscam cumprir com as exigências das dimensões do PE desenvolvido nessa pesquisa, como a replicabilidade e a inovação, a partir das respostas dos especialistas da pesquisa.

A categoria replicabilidade demonstra o interesse dos especialistas na utilização das práticas desenvolvidas nas aulas de ciências da natureza pelo seu caráter representativo na questão de gênero associado ao conhecimento científico de interesse.

Quadro 27 - Análise de conteúdo: categoria replicabilidade

Categoria replicabilidade	
E1	“Usaria sim, apenas com um resgate maior sobre a formação acadêmica de Katie ou detalhes sobre sua vida.
E2	“Sim. A ideia de apresentar de forma conjunta a presença da Vera Rubim e seu trabalho, com a oportunidade de manipular de maneira concreta dados que foram trabalhados por ela, é uma estratégia muito assertiva para estabelecer uma aprendizagem mais permanente.” “Sim, mas com o objetivo de valorizar e refletir mais sobre a participação feminina na ciência, adaptaria a atividade para tornar a reflexão inicial mais densa. Penso que a partir do gancho, seria muito pertinente providenciar a conversa com mulheres presentes na área da computação e orientar que os estudantes a entrevistassem, para expor o trabalho constante das mulheres ativas nesse campo de trabalho.”
E3	Sim, usaria. Esta prática traz contribuições para os alunos perceberem o quanto as mulheres foram importantes para o avanço na Física e na Astronomia, e muitas delas tiveram seus nomes esquecidos...
E6	“Sim, importante é romper a invisibilidade feminina na ciência ao promover maior participação das mulheres no meio científico, inclusive na escrita na Academia.”
E7	Sim. Mas faria adaptações nas etapas 2 e 3, pois são muito específicas para a área da física e muito complexas para os anos que leciono. Usaria a etapa um e transformaria as etapas 2 e 3 em debates sobre o tema gravidade e matéria.
E8	Sim, na verdade eu já uso, com especial destaque para o trabalho de Vera Rubin. Acredito que esse tipo de atividade é importante pois proporciona uma nova visão dos conhecimentos da física e sua maneira de acessá-los (uma espécie de investigação), ao mesmo tempo que dá destaque às contribuições que pessoas diversas podem dar ao conhecimento.

Fonte: A autora, 2022

Os especialistas demonstraram interesse e relevância na utilização das práticas, uns de forma integral e outros com adaptações às suas realidades educacionais.

A categoria inovação busca demonstrar a elaboração de um material com aspectos de renovação em relação às práticas educacionais e aos temas tratados.

Quadro 28 - Análise de conteúdo: categoria inovação

Categoria inovação	
E2	<p>Sim. A ideia de apresentar de forma conjunta a presença da Vera Rubim e seu trabalho, com a oportunidade de manipular de maneira concreta dados que foram trabalhados por ela, é uma estratégia muito assertiva para estabelecer uma aprendizagem mais permanente. Estabelecer, principalmente com o público feminino, um vínculo afetivo de identificação é uma ferramenta poderosa para conquistar a confiança, atenção e motivação ao lidar com os conteúdos de ciências da natureza...”</p> <p>“Sim. O uso da ferramenta pedagógica de representação por um desenho, principalmente de um assunto que não caracterizou muito destaque na grande mídia e reforçado por filmes da cultura pop, vai providenciar um momento interessante de reflexão. Ainda mais ao se tratar de um trabalho associado ao uso de computação, programação e modelagem de dados.”</p>
E3	<p>“...Ademais, aqui saliento que em relação à Vera Rubin, Katherine Bouman é mais jovem, uma cientista desta geração, tendo talvez uma idade mais próxima, em grande parte, dos alunos do ensino médio e isto tende a aumentar ainda mais a representatividade e a motivação.”</p>
E8	<p>Acredito que esse tipo de atividade é importante pois proporciona uma nova visão dos conhecimentos da física e sua maneira de acessá-los (uma espécie de investigação), ao mesmo tempo que dá destaque às contribuições que pessoas diversas podem dar ao conhecimento.</p>

Fonte: A autora, 2022

Os especialistas parecem considerar que as práticas pedagógicas apresentadas apontam para um caráter inovador pela possibilidade de se relacionar com uma nova visão dos conhecimentos da física e com uma maneira diferenciada de acessá-los.

As apreciações e considerações dos especialistas em relação às práticas pedagógicas apresentadas no curso, possibilitaram adaptações às sequências didáticas que estão disponíveis no PE produzido, além de validarem sua construção.

A pesquisa-ação estabelece uma relação direta entre os pesquisadores e os participantes da pesquisa. Nela os pesquisadores desempenham um papel ativo no desenvolvimento de problemas encontrados, no acompanhamento do processo e na análise das ações desenvolvidas em razão dos problemas expostos

7 CONSIDERAÇÃO FINAL

A pesquisa possibilitou estudos, reflexões e análises a respeito do papel da escola na busca por uma formação de indivíduos críticos em relação ao contexto em que são inseridos na sociedade. Compreender a escola como espaço de humanização e como espaço suscetível a trocas de experiências e saberes entre o corpo discente e docente é compreender que a atuação do professor não cabe em um currículo puramente teórico, que valoriza somente o conteúdo disciplinar. A partir dessa idealização, se tornam presentes as concepções do professor transformador que se destacam pela sua busca por uma prática educacional compromissada com a sua disciplina e com a sociedade, disposta a utilizar suas aulas como ações pedagógicas para discutir sobre problemas enfrentados pela sociedade e refletir sobre suas possíveis soluções.

A questão que envolve a desigualdade de gênero foi escolhida para esta pesquisa pela sua evidência baseada no baixo quantitativo feminino e no pouco prestígio recebido por mulheres envolvidas no campo da física. A análise de dados da amostra considerada para esta pesquisa confirmou as afirmações teóricas das autoras Schienbinger (2001), Lombardi (2017), Menezes; Brito; Anteneodo (2017), Blue, Traxler e Cid (2018), Ropera (2019) dentre outras citadas no referencial teórico, em relação a existência da sub-representação feminina no campo da física.

A pesquisa também aponta que mulheres envolvidas com a ciência da natureza estão à procura de qualificação acadêmica, o que pode ser visto no gráfico da figura 12. A amostra utilizada apresenta mais homens com formação no mestrado do que mulheres e a formação continuada de mulheres concentrada na especialização. Tais dados podem indicar um possível atraso na formação continuada feminina. Esse atraso pode estar relacionado com o fenômeno conhecido como labirinto de cristal que afeta mulheres que se dedicam à suas carreiras científicas, porém encontram obstáculos que tendem a atrasar sua vida profissional. Tal consideração está atrelada aos dados apresentados no quadro 2, com a categoria emergente “incumbências domésticas”, que parece indicar que tarefas domésticas são atribuições femininas. A autora Farias (2018) apresenta a afirmativa na qual a imagem de mulheres envolvidas com ciência está vinculada à sua produção acadêmica comprobatória, à participação no trabalho doméstico e à maternidade, que não deve interferir em sua produtividade. Tarefas domésticas então, podem ser consideradas como obstáculos no percurso profissional de mulheres pela sua responsabilidade e peso destinados a isso.

O uso das categorias “gênero”, “personalidade” e “indumentária” e a subcategoria “espelho” na análise de dados da atividade 3, “Que cientista te representa?”, considera que para os especialistas, cientistas são representados pela figura masculina e pela figura feminina.

Ainda, que as especialistas mulheres se veem representadas por cientistas mulheres e que os especialistas homens se veem representados por cientistas homens. A imagem desses cientistas também está relacionada a uma personalidade estudiosa e curiosa e faz uso de objetos como óculos de grau e equipamentos de laboratório.

O questionário I, disponível no apêndice B e utilizado no curso através do módulo 1, apresentou indagações sobre a temática da contra-hegemonia. A análise dos dados coletados apresentou o surgimento das categorias sobre a “desigualdade de poder”, “colaboração discente – docente”, “diversidade de saberes”, “interdisciplinaridade”, “papel feminino na ciência” e a subcategoria “pedagogia crítica”. As considerações para essa análise apontam para a validação de uma visão contra-hegemônica associada ao ensino, como apresentado nos autores Freire (2002) e Pereira (2012). Por essa óptica, a contra-hegemonia pode ser utilizada como resistência a um sistema educacional mantenedor de desigualdades e de disputas entre classes, sendo utilizada como base para reflexões teóricas e ações pedagógicas que buscam compromisso social além de compromisso curricular. Os dados apresentados pelos especialistas apontam para uma ideia de escola que oferece oportunidades para o uso das disciplinas escolares como veículos para discussões abrangentes sobre possíveis enfrentamentos da sociedade. A categoria “papel feminino na ciência” apresentou o interesse dos especialistas em relação ao enfrentamento das questões que envolvem o gênero e a ciência, apresentando eles ser possível utilizar suas disciplinas como meio para discussões que evidenciam aspectos discriminatórios sobre o assunto e reflexões sobre possíveis ações coletivas na tentativa de dissolvê-los. Essa análise pode ter relação direta com o apresentado pela autora Rodrigues da Silva (2008), que aponta a importância da realização de práticas que tendam a amenizar a desigualdade de gênero promovida pela ciência.

O questionário II, disponível no apêndice C e utilizado no curso através do módulo 2, apresentou indagações sobre a temática da física moderna e contemporânea em relação a sua importância e utilização na educação básica. A análise dos dados coletados no curso possibilitou o surgimento das categorias “relevância da FMC na EB”, “dificuldade” e da subcategoria “relevância acadêmica e cotidiana”. As respostas dos especialistas apontam para a relevância dos assuntos tratados pela FMC e para seus interesses em relação a esse ramo da disciplina de física, como uma necessidade de inserção na educação básica. Como resultado, os especialistas apontam a utilização de temas da FMC em sala de aula e ressaltaram a significância sobre o entendimento dos assuntos tratado pela FMC pelos estudantes pela sua aplicação a cultura pop, através de filmes e séries. Ainda, os especialistas apontaram dificuldades na aplicação de assuntos da FMC em práticas de sala de aula, reconhecendo a relevância de trabalhos que

abordam seus temas. A figura 15 apresenta os temas mais utilizados pelos especialistas em suas práticas pedagógicas, sendo o assunto sobre a física nuclear e a teoria da relatividade restrita os mais interessantes e adaptáveis para o ensino básico. Essa análise corrobora o defendido pelos autores Higa; Groch (2015) e Schittler; Moreira (2016) em relação a uma preocupação com a inserção da FMC no ensino de física da educação básica e sobre a importância da elaboração acadêmica de materiais didáticos para a incorporação da FMC ao currículo e aos planejamentos de física.

O questionário III, disponível no apêndice D e utilizado no curso através do módulo 3 se dedicou a temática da sub-representação de mulheres na física. Para a análise desses dados coletados surgiram as categorias “tratamento diferenciado por gênero”, “sub-representação da mulher”, “papel feminino na ciência” e a subcategoria “investimento na educação de meninas”. As considerações apontadas pelos especialistas expressam em forma de relatos a diferenciação na trajetória acadêmica e profissional existente para mulheres e homens. Tais considerações afirmam ser a questão de gênero uma problemática existente para o curso de física, com aspectos que tangenciam no tratamento diferenciado, o assédio, a descredibilidade e a desvalorização da figura da mulher. Essa análise aponta para um grupo de mulheres oprimidas durante sua vida acadêmica e descredenciadas em sua vida profissional. O tratamento diferenciado na participação feminina no campo científico e acadêmico na sociedade brasileira pode ser entendida por Faria (2018) com base no conceito da divisão sexual do trabalho, o qual é definido pelas condições sociais que mulheres e homens ocupam na sociedade. A maior participação de mulheres no campo da ciência e da física é inegável e a busca por reconhecimento por sua competência e produções é árdua. As regras de superioridade e poder dentro do ambiente acadêmico e de trabalho não sofreram alteração significativa no que diz respeito a desigualdade existente entre homens e mulheres. A garantia de equidade social e de gênero depende das relações sociais de gênero construídas. No ramo da física, as mulheres continuam sofrendo discriminação. Os resultados também apontam para a utilização da questão de gênero como assunto norteador de práticas na educação básica, trazendo a importância da figura e trabalhos realizados por mulheres cientistas para dar visibilidade as mesmas. Como a responsabilidade pela luta pela igualdade de gênero não é exclusivamente de mulheres, mas sim de toda a sociedade, se faz necessário remodelar as práticas pedagógicas.

A análise de dados também aponta para uma importância na abertura de espaços que consideram a participação de mulheres na ciência da natureza, abordando o lugar e a importância que mulheres e homens ocupam na sociedade. A análise dos resultados possibilitou associações aos efeitos e fenômenos sociais que atingem mulheres em relação à sua

invisibilidade ou sub-representação, tais como o efeito tesoura em relação ao quantitativo feminino na busca por qualificação acadêmica, que vai afunilando. E o fenômeno labirinto de cristal e relação aos obstáculos que mulheres experienciam na construção de suas carreias.

Ao serem experimentadas pelos especialistas da pesquisa, as práticas pedagógicas apresentadas apontaram para o caráter contra-hegemônico que se pretendia obter. Tanto a prática educacional com tema da matéria escura, como a prática educacional com o tema buracos negros, foram identificadas como práticas pedagógicas contra-hegemônicas e que abordam a atuação feminina na física. As práticas se mostraram replicáveis, segundo às respostas dos especialistas, que demonstraram interesse para seu uso em sala de aula.

Dessa maneira, acredita-se que o problema desta pesquisa pôde ser tratado e refletido, pelo potencial aparentemente apresentado pelas práticas propostas na sua utilização por docentes da área da ciência da natureza em suas práticas educacionais, com adaptações às realidades discentes e docentes. O uso dos referenciais teóricos na pesquisa e no curso se relaciona com a escola sendo responsável por uma formação dinâmica e que atenda às necessidades da comunidade escolar, com a importância do ensino da física moderna e contemporânea na educação básica e pela busca por justiça social, na abordagem de gênero. Buscou-se construir um entendimento no qual a disciplina de física pode ser um agente potente nas atividades e discussões que envolvem problemas reais enfrentados pela sociedade.

Pelo resultado obtido através dessa pesquisa foi possível construir o Produto Educacional, com base na importância demonstrada pelos docentes participantes aos assuntos tratados no curso oferecido. A pesquisa apresentou resultados que reforçam a importância do papel protagonista da escola na formação social e acadêmica dos indivíduos, contribuindo para um ambiente escolar que promova a diversidade de culturas e saberes e respeito entre os indivíduos que nela ocupam. A análise dos resultados aponta para a escola como um ambiente que promova, sobretudo a equidade social e que garanta espaço para representação de todos os indivíduos que compõem uma sociedade inegavelmente plural. Dessa maneira, se fez viável a construção de um Produto Educacional que oferece espaço para a divulgação do trabalho de mulheres cientistas na área de ciências da natureza e que apresente e incentive a utilização de práticas docentes com o viés da contra-hegemonia, voltadas para a visibilidade de mulheres na física.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, João Baptista de. **A evolução do ensino de física no Brasil – 2a. parte.** Revista de Ensino de Física, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-73, 1980.
- ARAÚJO, M. S. T.; SOUZA, A. J. **A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS*: um caminho para introduzir tópicos de FMC** no ensino médio,** Educar, Curitiba, n. 37, p. 191-209, maio/ago. 2010. Editora UFPR
- AZEVEDO, Mário Luiz Neves de. **Igualdade e equidade: qual é a medida da justiça social?.** Avaliação (Campinas), Sorocaba , v. 18, n. 1, p. 129-150, Mar. 2013.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo: edição revista e ampliada.** São Paulo: Edições70, 2016.
- BATISTA. R.C, OLIVEIRA. J.E, RODRIGUES, S.F.P, **Sequência Didática - Ponderações teóricas - metodológicas.** UFMT, 2017
- BLUE, Jennifer; TRAXLER, Adrienne L.; CID, Ximena C. **Gender matters, Citation: Physics Today** 71, 3, 40 , 2018.
- BRASIL, **Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília: Ministério da Educação, 1999, 360p.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base.** Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.
- BRASIL, K.B.N. **Desenhe um cientista”:** as concepções dos estudantes do centro juvenil de ciência e cultura sobre os cientistas, Revista Cenas Educacionais, Caetitê – Bahia - Brasil, v. 3, n. e8670, p. 1-15, 2020.
- CHAMBERS, D.W. **Imagens estereotípicas do cientista: The Draw-A-Scientist Test.** Educação em Ciências, 67 (2), p. 255-265, 1983.
- DORE, R; SOUZA, H, G. **Gramsci nunca mencionou o conceito de contra-hegemonia.** Cad. Pesq., São Luís, v. 25, n. 3, jul./set. 2018.
- FARIA, I. B. **A trajetória das mulheres na ciência: As consequências e os desafios de produzir conhecimento em um mundo historicamente masculino,** UFJF, Instituto de Ciências Humanas, 2018
- FEITOSA *et al*, **Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos da Física Quântica no Ensino Médio,** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.37, n.2, p. 66 – 694, ago, 2020.

- FERNANDES, R.F.A.M. **Mulheres na Física: representações sociais de licenciandos e docentes em física no Brasil**, Universidade Federal de São Paulo, jan, 2020.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa*, Coleção Leitura, 25ª edição, 2002.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010
- GIROUX, H. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica de aprendizagem**. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica introdutória. Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, vol. 6, n.1, pp.29-56, 2001.
- HIGA, I.; GROCH, T.M. **Professores de Física da rede estadual de ensino e suas práticas pedagógicas em Física Moderna e Contemporânea**, Ensino Em Re-Vista, v.22, n.2, p.281-298, jul./dez. 2015.
- LACLAU, Ernesto. **Desconstrução, pragmatismo, hegemonia**. In: MOUFFE, Central. *Desconstrucción y pragmatismo*. Buenos Aires: Paidós, v. 4, 1998. p. 97-136.
- LETA, J. **As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso**, Estudos Avançados 17 (49), 2003.
- LIMA, B. S. **Teto de vidro ou labirinto de cristal?: As margens femininas das ciências**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em História, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- LISBOA *et al*, **A imagem de Ciência e Cientista na Ótica dos Educandos do Ensino Fundamental de uma Escola Pública do Distrito Federal**, X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC
Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015
- LOMBARDI, M.R. **Mulheres em carreiras de prestígio: conquistas e desafios à feminização**. Cadernos de Pesquisa, v. 47, n.164, p. 10-14, jan/mar, 2017.
- MARCONI. M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.
- MARQUEZ, T.C.F; et al. **Ensino de física moderna e contemporânea na última década: revisão sistemática de literatura**, Revista Scientia Plena, v. 15, n.7, mar, 2019.
- MENEZES, D.P. **Mulheres na Física: a realidade em dados**, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 341-343, ago. 2017
- MENEZES, D.P et al. **Bolsistas de produtividade em pesquisa em Física e Astronomia: análise quantitativa da produtividade científica de homens e mulheres**, 2017

MENEZES, P. D.; BRITO, C.; ANTENEODO, C. **Mulheres na Física: Efeito Tesoura – da Olimpíada Brasileira de Física à vida profissional.** *Scientific American Brasil*, n. 177, p. 76-80, 2017.

MOURA, J; VIANNA FILHO, R.P. **A Desmistificação da imagem da Ciência e do cientista através de recursos didáticos diferenciados**, XII Congresso Nacional de Educação, PUC-PR, out, 2015.

MOTA, L. M. **As controvérsias sobre a interpretação da mecânica quântica e a formação dos licenciados em física (um estudo em duas instituições: UFBA e UFSC)**. 2000. 176f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NEGRI, Fernanda de. **Mulheres na ciência no Brasil: ainda invisíveis?** Centro de Pesquisa em Ciência, 2019.

OLIVEIRA, F.R; D.M, VIANNA; R.S GERBASSI. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A.; **Tópicos de Física Contemporânea na Escola Média:um Estudo com a Técnica Delphi**; *In: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física*, 6.,1998, Florianópolis. Atas... Florianópolis, Imprensa Universitária da UFSC, 1998.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”**. Florianópolis: Instituto de Física, UFRS. 2000.

OSTERMANN, F. e RICCI, T. F. **Relatividade Restrita no Ensino Médio: Contração de Lorentz-FitzGerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.2: p. 176-190, ago. 2002

PARASURAMAN, A. *Marketing research*. Addison Wesley Publishing Company, 2. ed 1991

PEREIRA, Talita Vidal. **Analisando alternativas para o ensino de ciências naturais: uma abordagem pós-estruturalista**, 2012.

REIS, Ueslei Vieira dos; REIS, José Claudio de Oliveira. **Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico filosófica**. Rio de Janeiro, RJ: CEFET/RJ, 2016.

RIZZATTI, I. M. *et al.* **Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores**. ACTIO: Docência em Ciências. Curitiba,v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020.

- RÔÇAS, G.; BOMFIM, A. M. do. **Do embate à construção do conhecimento: a importância do debate científico**. Ciênc. educ. (Bauru), v. 24, n. 1, p. 3-7, 2018.
- RODRIGES DA SILVA, E. A **(in)visibilidade das mulheres no campo científico**. Revista Histedbr, *On-line*, Campos, n.30, p. 133-148, jun, 2008
- ROPER, Rachel L. **Does Gender Bias Still Affect Women in Science?**, *Citation Roper RL*, 2019.
- SABOYA. M.C.L. **Relações De Gênero, Ciência E Tecnologia: Uma Revisão Da Bibliografia Nacional E Internacional Educação**, Gestão e Sociedade: revista da Faculdade Eça de Queirós, ISSN 2179-9636, Ano 3, número 12, novembro de 2013.
- SIQUEIRA, M. R.P ; PIETROCOLA, M. **A transposição didática aplicada à teoria Contemporânea: a Física de Partículas Elementares no Ensino Médio**. Anais do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006.
- SCHIENBINGER, L. **O feminismo mudou a ciência?** Bauru, Edusc, 2001.
- SCHITTLER, D., MOREIRA, M. A. **É possível ensinar Física Moderna e Contemporânea no primeiro ano do Ensino Médio? Como? Uma UEPS de LASER DE RUBI como exemplo**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 3, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2407>. Acesso em: 02/11/2021.
- SOBRAL, K, M; RIBEIRO, E, C dos S. **A concepção de hegemonia no pensamento de Antonio Gramsci**. Cadernos GPOSSHE *On-line*, Fortaleza, v. 3, n. 2, 2020
- TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**.1994. 241f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa - ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.
- VIANNA, D.M; ARAÚJO, R.S. **A formação de professores de Física no Brasil sob uma perspectiva histórica**. Rosário: Associação de Professores de Física de la Argentina, 2008.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ROSSITER, M. W. **The Matthew Matilda effect in science**. Soc Stud Sci, London, v. 23, n. 2, p. 325-341, 1993
- SILVA, Fabiane Ferreira da; RIBEIRO, Paula Regina Costa. **Trajetórias de mulheres na ciência: “ser cientista” e “ser mulher”**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 2, p. 449-466, 2014.

APÊNDICE A – INDAGAÇÕES INICIAIS

Atividade 2

A aplicação desse questionário tem o objetivo de conhecer os cursistas a nível profissional e pessoal.

- 1) Qual a sua identificação de gênero?
 - a) mulher cisgênero
 - b) mulher transgênero
 - c) homem cisgênero
 - d) homem transgênero
 - e) outro
- 2) Qual a sua faixa etária?
 - a) Até 30 anos
 - b) De 31 a 35 anos
 - c) De 36 a 40 anos
 - d) De 41 a 45 anos
 - e) De 46 a 50 anos
 - f) De 51 a 55 anos
 - g) De 56 a 60 anos
 - h) Acima de 60 anos
- 3) Qual a área da sua graduação?
- 4) Você possui curso de pós-graduação? Se sim, informe qual.
 - a) Especialização
 - b) Mestrado
 - c) Doutorado
 - d) Pós-Doutorado
- 5) Qual a área da sua pós-graduação?
- 6) No momento, onde você está atuando como docente na Educação Básica?
 - a) Rede pública
 - b) Rede privada
 - c) Não estou atuando como docente no momento.
- 7) Caso esteja atuando como docente, informe a sua disciplina.

- 8) A disciplina em que você atua é a mesma da sua graduação? Caso não seja, escreva qual é disciplina lecionada.
- 9) Há quanto tempo atua ou atuou como docente na Educação Básica?
- a) Até 3 anos
 - b) De 3 a 6 anos
 - c) De 6 a 9 anos
 - d) De 9 a 12 anos
 - e) Mais de 12 anos
- 10) Além de ser professora ou professor de Ciências da Natureza, você exerce ou já exerceu alguma outra função na Escola? Qual?
- 11) Além da docência, qual seria uma outra atividade, na esfera doméstica, que seja concomitante com o seu trabalho? Comente especificando sua participação no âmbito familiar e pessoal.

Atividade 3

Que cientista te representa?

A imagem da ciência é construída através das informações e conhecimentos adquiridos ao longo de nossas experiências e interesses relacionados a mesma.

Para nos ajudar a conhecer sua ideia sobre a imagem da ciência através de quem a representa, retrate através de um desenho, sua representação sobre a figura do cientista. É importante que você também dê algumas características pessoais e profissionais para essa personalidade.

Crie uma imagem e faça o *upload* da mesma.

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO I - MÓDULO 1: CONTRA-HEGEMONIA

Atividade 4

Com base nos textos apresentados e na sua experiência docente, responda às seguintes perguntas referentes ao módulo 1 de contra-hegemonia.

- 1) Os textos apresentados abordam a teoria do discurso hegemônico em sua desconstrução e o relaciona com ações pedagógicas que valorizam a subjetivação dos sujeitos. Como você relaciona as dimensões da lógica hegemônica, ou pelo menos uma delas, com a sua prática ou realidade educacional?

- 2) Refletindo sobre processos de significação como processos que valorizam a formação pessoal e intelectual dos sujeitos e compreendendo a escola como um espaço de significação que garante aos indivíduos que nela atuam terem experiências que contribuem para as suas subjetividades, como as concepções da contra-hegemonia podem se relacionar com a prática educacional?

- 3) Refletindo sobre o papel social da Escola, como ela pode contribuir para a formação cidadã, pensando em indivíduos que buscam por uma sociedade mais justa e igualitária?

- 4) Você acredita ser possível utilizar a sua disciplina como veículo para uma discussão mais abrangentes sobre os possíveis problemas enfrentados pela sociedade? De que maneira?

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO II - MÓDULO 2: FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

Atividade 5

Estudo dirigido referente aos textos apresentados no módulo 2, através da aplicação das perguntas a seguir:

1) As leituras apresentadas estabelecem uma forma de se compreender os assuntos tratados pela Física Moderna e Contemporânea (FMC). Como professor e professora de ciências da natureza, refletindo sobre as dificuldades e possibilidades para o ensino desse conteúdo, você considera que os assuntos da FMC sejam relevantes para a formação acadêmica na Educação Básica? Comente com base na sua experiência e realidade docente.

2) Refletindo sobre uma possível contribuição para a inserção da FMC no ensino de Física da Educação Básica como profissional de ciências da natureza, quais tópicos tratados na FMC você tem mais interesse e facilidade de abordar em sua prática de sala de aula?

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO III - MÓDULO 3: SUB-REPRESENTAÇÃO FEMININA

Atividade 6

Estudo dirigido referente aos textos apresentados no módulo 3, através da aplicação do questionário III.

1) Refletindo sobre o lugar da ciência e acreditando que as questões acadêmicas estão ligadas à questão de gênero, os textos apresentados indicam que existe uma relação numérica que diferencia a participação de mulheres e homens na atuação em carreiras voltadas para a Ciência da Natureza, especificamente para a Física e Astronomia. Como essa diferença te afeta ou afetou ao longo de sua construção profissional e acadêmica?

2) O espaço escolar quando utilizado como lugar de ensino e não de apenas de escolarização, pensa a formação acadêmica para além dos conteúdos. Entende que o aprendizado é capaz de levar subjetividade aos estudantes através de experiências significativas. Acreditando que essas experiências significativas podem valorizar o diferente entre cada um dos indivíduos, de que forma a Escola pode contribuir para a busca por igualdade social e respeito à formação de mulheres na área científica?

**APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO IV - MÓDULO 4: PROPOSTA DE PRÁTICA
PEDAGÓGICA SOBRE FMC I**

Atividade 7

Após apreciação da proposta de prática educacional I " Lugar de mulher é onde ela quiser: A rainha das galáxias", responda às perguntas a seguir, de acordo com suas impressões sobre a mesma.

- 1) A temática da hegemonia, ou da contra-hegemonia, estão presentes em uma parte desta atividade. Através de que exemplos, você destacaria esses temas?
- 2) Será possível através dessa prática dar protagonismo à contribuição feminina na área de Ciências da Natureza? Em quais aspectos você se baseou para responder?
- 3) Você usaria essa prática em suas aulas de Ciências da Natureza? Comente as razões para usá-la, ou não, e, se for o caso, proponha adequações à sua prática docente.

**APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO V - MÓDULO 5: PROPOSTA DE PRÁTICA
PEDAGÓGICA SOBRE FMC II**

Atividade 8

Após apreciação da proposta de prática educacional II " Lugar de mulher é onde ela quiser: A liderança científica que registrou a primeira imagem do buraco negro", responda às perguntas a seguir, de acordo com suas impressões sobre a mesma.

- 1) A temática da hegemonia, ou da contra-hegemonia, estão presentes em uma parte desta atividade? Através de que exemplos, como você destacaria esses temas?
- 2) Será possível através dessa prática dar protagonismo à contribuição feminina na área de Ciências da Natureza? Em quais aspectos você se baseou para responder?
- 3) Você usaria essa prática em suas aulas de Ciências da Natureza? Comente as razões para usá-la, ou não, e, se o caso, proponha adequações à sua prática docente.

APÊNDICE G – AUTORIZAÇÃO PARA USO DOS DADOS COLETADOS NO CURSO

Atividade 1

Os dados coletados no curso serão utilizados na pesquisa “A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA COMO PROPOSTA CONTRA-HEGEMÔNICA PARA ABORDAR A SUB-REPRESENTAÇÃO FEMININA NA FÍSICA”.

Todas as pesquisas precisam de um documento oficial atestando o consentimento dos participantes da mesma. Leia atentamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para prosseguir com a sua participação na pesquisa.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAIORES DE IDADE

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa denominada A Física Moderna e Contemporânea como proposta contra-hegemônica para abordar a sub-representação feminina na Física, realizada no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II e que diz respeito a um trabalho de dissertação de mestrado.

1. OBJETIVO: Esta pesquisa visa evidenciar e discutir a sub-representatividade feminina na área da Ciência da Natureza, especificamente na disciplina Física e contribuir para uma escola protagonista na formação social e acadêmica dos indivíduos.

2. PROCEDIMENTOS: A sua participação consistirá em: participar do curso em formado a distância (EAD) e responder a questionários. A sua participação consistirá em: responder a um questionário inicial e participar de um curso. Será proposto que você aplique os conhecimentos compartilhados, respondendo à questionários avaliativos, ao final de cada módulo do curso, que têm como objetivo avaliar as possibilidades e os limites de aplicabilidade das práticas que serão apresentadas pela pesquisadora durante o curso; sinalizar, de acordo com a sua percepção, se as literaturas selecionadas para essas práticas e ações a elas vinculadas são um motivador para a estimulação da práticas educacionais contra-hegemônicas, para serem aplicadas na Educação Básica. Os questionários avaliativos serão compostos por perguntas afim de sondar a aprendizagem dos conteúdos e poderão também ser utilizados como instrumentos de coleta de dados da pesquisadora. Os referidos não serão aplicados para atribuição de nota.

Em virtude da pandemia, os questionários serão realizados de forma online e o curso ocorrerá na modalidade de Ensino a Distância (EAD), com data a combinar.

3. POTENCIAIS RISCOS E BENEFÍCIOS: Toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o grau de riscos da pesquisa em questão é considerado mínimo, correspondendo a itens de ordem psicológica, intelectual e/ou emocional, tais como: se sentir constrangido ou cansado ao responder o que consta no questionário inicial e/ou nos questionários avaliativos, bem como, a possibilidade de sentir-se apreensivo ou fatigado ao participar do curso EAD que o participante é convidado a realizar. Objetivando minimizar esses riscos, a pesquisadora menciona estar capacitada para aplicar o curso e os questionários. A pesquisadora também se compromete a oferecer, no que depender dela, os subsídios necessários para que o participante se sinta seguro ao participar do curso EAD, podendo consultá-la quantas vezes for preciso através de e-mail ou telefone, nos horários de 16h às 20h durante o período do curso, com o objetivo de diminuir uma possível ansiedade e elucidar dúvidas referentes a esta ação. Em caso de dificuldade de comunicação na hora descrita acima, será possível participante e pesquisador combinarem um novo horário. Por outro lado, são esperados os seguintes benefícios da participação na pesquisa: a presente pesquisa disponibilizará benefícios indiretos aos participantes por meio da apropriação dos conhecimentos compartilhados no curso EAD e, caso queiram, possíveis aplicações em suas práticas pedagógicas. Também se destaca que, os professores que tiverem interesse, poderão utilizar o produto educacional que será elaborado a partir desta pesquisa, realizando as adaptações que acharem pertinentes a sua realidade.

4. GARANTIA DE SIGILO: os dados da pesquisa serão publicados/divulgados em livros e revistas científicas. Asseguramos que a sua privacidade será respeitada e o seu nome ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o (a) identificar, será mantida em sigilo. A pesquisadora responsável se compromete a manter os dados da pesquisa em arquivo, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

5. LIBERDADE DE RECUSA: a sua participação neste estudo é voluntária e não é obrigatória. Você poderá se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Se desejar sair da pesquisa você não sofrerá qualquer prejuízo.

6. CUSTOS, REMUNERAÇÃO E INDENIZAÇÃO: a participação neste estudo não terá custos adicionais para você. Também não haverá qualquer tipo de pagamento devido a sua

participação no estudo. Fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, nos termos da Lei.

7. ESCLARECIMENTOS ADICIONAIS, CRÍTICAS, SUGESTÕES E RECLAMAÇÕES: você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com a pesquisadora. Caso você concorde em participar, as páginas serão rubricadas e a última página será assinada por você e pela pesquisadora. A pesquisadora garante a você livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Você poderá ter acesso à pesquisadora Cíntia Daniele da Silveira Picalho pelo telefone (21) 99328-4205 ou pelo e-mail fis.cintiad@gmail.com. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPPII), situado no Endereço: Campo de São Cristóvão nº 177, prédio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura (PROPGPEC), sala 202-B – São Cristóvão – Rio de Janeiro, CEP 29921-903, pelo telefone: 21 3891-0020 ou pelo e-mail: cep@cp2.g12.br

Preencha com seu nome.

Caso você concorde que seus dados sejam utilizados na pesquisa, marque a caixa de verificação "sim".

APÊNDICE H - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAIORES DE IDADE

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa denominada A Física Moderna e Contemporânea como proposta contra-hegemônica para abordar a sub-representação feminina na Física, realizada no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II e que diz respeito a um dizer aqui se é um trabalho de dissertação de mestrado.

1. OBJETIVO: Esta pesquisa visa evidenciar e discutir a sub-representatividade feminina na área da Ciência da Natureza, especificamente na disciplina Física e contribuir para uma escola protagonista na formação social e acadêmica dos indivíduos.

2. PROCEDIMENTOS: A sua participação consistirá em: responder a um questionário inicial e participar de um curso. Será proposto que você aplique os conhecimentos compartilhados, respondendo à questionários avaliativos, ao final de cada módulo do curso, que têm como objetivo avaliar as possibilidades e os limites de aplicabilidade das práticas que serão apresentadas pela pesquisadora durante o curso; sinalizar, de acordo com a sua percepção, se as literaturas selecionadas para essas práticas e ações a elas vinculadas são um motivador para a estimulação da práticas educacionais contra-hegemônicas, para serem aplicadas na Educação Básica. Os questionários avaliativos serão compostos por perguntas afim de sondar a aprendizagem dos conteúdos e poderão também ser utilizados como instrumentos de coleta de dados da pesquisadora. Os referidos não serão aplicados para atribuição de nota. Em virtude da pandemia, os questionários serão realizados de forma online e o curso ocorrerá na modalidade de Ensino a Distância (EAD), com data a combinar.

3. POTENCIAIS RISCOS E BENEFÍCIOS: Toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o grau de riscos da pesquisa em questão é considerado mínimo, correspondendo a itens de ordem psicológica, intelectual e/ou emocional, tais como: se sentir constrangido ou cansado ao responder o que consta no questionário inicial e/ou nos questionários avaliativos, bem como, a possibilidade de sentir-se apreensivo ou fatigado ao participar do curso EAD que o participante é convidado a realizar. Objetivando minimizar esses riscos, a pesquisadora menciona estar capacitada para aplicar o curso e os questionários. A pesquisadora também se compromete a oferecer, no que depender dela, os subsídios necessários para que o participante se sinta seguro ao participar do curso EAD, podendo consultá-la quantas vezes for preciso

através de e-mail ou telefone, nos horários de 16h às 20h durante o período do curso, com o objetivo de diminuir uma possível ansiedade e elucidar dúvidas referentes a esta ação. Em caso de dificuldade de comunicação na hora descrita acima, será possível participante e pesquisador combinarem um novo horário. Por outro lado, são esperados os seguintes benefícios da participação na pesquisa: a presente pesquisa disponibilizará benefícios indiretos aos participantes por meio da apropriação dos conhecimentos compartilhados no curso EAD e, caso queiram, possíveis aplicações em suas práticas pedagógicas. Também se destaca que, os professores que tiverem interesse, poderão utilizar o produto educacional que será elaborado a partir desta pesquisa, realizando as adaptações que acharem pertinentes a sua realidade.

4. GARANTIA DE SIGILO: os dados da pesquisa serão publicados/divulgados em livros e revistas científicas. Asseguramos que a sua privacidade será respeitada e o seu nome ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o (a) identificar, será mantida em sigilo. A pesquisadora responsável se compromete a manter os dados da pesquisa em arquivo, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

5. LIBERDADE DE RECUSA: a sua participação neste estudo é voluntária e não é obrigatória. Você poderá se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Se desejar sair da pesquisa você não sofrerá qualquer prejuízo.

6. CUSTOS, REMUNERAÇÃO E INDENIZAÇÃO: a participação neste estudo não terá custos adicionais para você. Também não haverá qualquer tipo de pagamento devido a sua participação no estudo. Fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, nos termos da Lei.

7. ESCLARECIMENTOS ADICIONAIS, CRÍTICAS, SUGESTÕES E RECLAMAÇÕES: você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com a pesquisadora. Caso você concorde em participar, as páginas serão rubricadas e a última página será assinada por você e pela pesquisadora. A pesquisadora garante a você livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Você poderá ter acesso à pesquisadora Cíntia Daniele da Silveira Picalho pelo telefone (21) 99328-4205 ou pelo e-mail fis.cintiad@gmail.com. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPPII), situado no Endereço: Campo de São Cristóvão nº 177, prédio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura

(PROPGPEC), sala 202-B – São Cristóvão – Rio de Janeiro, CEP 29921-903, pelo telefone: 21 3891-0020 ou pelo e-mail: cep@cp2.g12.br

CONSENTIMENTO

Eu, _____ li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do(a) participante	Data: ___/___/_____
-------------------------------	---------------------

Eu, Cíntia Daniele da Silveira Picalho obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do(a) participante da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a)	Data: ___/___/_____
---------------------------------	---------------------

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIOS INVESTIGATIVOS

Questionário I

Represente através de um desenho a figura de cientista que liderou a equipe de pesquisadores e contribuiu de forma potente para a realização deste registro.

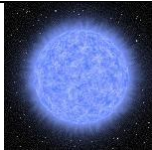

Questionário II



1) A tabela a seguir lista objetos com massas diferentes encontrados na nossa galáxia. **Complete a tabela calculando o raio de Schwarzschild para criar um buraco negro, o volume de um objeto com esse raio e a densidade necessária para formar um buraco negro.**

Utilize as informações a seguir em seus cálculos.

$$V_{esfera} = \frac{4\pi r^3}{3}; \quad \rho = \frac{M}{V}; \quad R_S = \frac{2GM}{c^2}; \quad G \sim 10^{-10} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$$

Quadro 25: Tabela com dados para criação de buracos negros.

Objeto	Massa (kg)	Raio de Schwarzschild (m)	Volume (m ³)	Densidade necessária pra formar um buraco negro (kg·m ⁻³)
 Estrela supergigante	10 ³²			
 Sol	10 ³⁰			

 Planeta Terra	10^{25}			
 Ser humano	10^2			

Fonte: A autora, 2022

- 2) Considere as densidades necessárias para cada objeto da tabela formar um buraco negro.
- Classifique os objetos da maior (1) à menor (4) densidade necessária para formar um buraco negro.
 - Qual padrão você nota nas massas dos objetos?
- 3) Escreva uma afirmação que descreva a relação entre densidade, massa, e a formação de buracos negros.
- 4) A densidade média de um núcleo atômico é $2 \cdot 10^{17} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- Identifique as densidades na tabela que são maiores que essa densidade.
 - Examine quais forças podem resistir à compressão causada pela gravidade em densidades altas como essa.