



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

Vitor Acioly Barbosa

**A LUZ SÍNCROTRON NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

Texto da Tese de Doutorado

Apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e História da Matemática e da Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Fontes dos Santos

Rio de Janeiro

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

Vitor Acioly Barbosa

A LUZ SÍNCROTRON NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de
Doutor em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação
em Ensino e História da Matemática e da Física da
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Prof. Dr. Antonio Carlos Fontes dos Santos

Orientador - Instituto de Física - UFRJ

Prof. Dra. Marcia Begalli

Instituto de Física - UERJ

Prof. Dr. Jorge Simões de Sá Martins

Instituto de Física - UFF

Prof. Dr. Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza

Instituto Oswaldo Cruz - IOC

Prof. Dra. Viviane Morcelle de Almeida

Instituto de Física - UFRRJ

Rio de Janeiro

2021

Vitor Acioly Barbosa

AA1811 Acioly, Vitor
 A LUZ SÍNCROTRON NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO
 ENSINO MÉDIO / Vitor Acioly. -- Rio de Janeiro, 2021.
 185 f.

Orientador: Antonio Santos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio
de Janeiro, Instituto de Matemática, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Matemática, 2021.

1. Luz Síncrotron. 2. Ensino de Física. 3. Formação
de Professores. 4. curso de formação continuada. 5.
professores de ensino médio. I. Santos, Antonio,
orient. II. Titulo.

CIP - Catalogação na Publicação

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Universidade Federal do Rio de Janeiro

A LUZ SÍNCROTRON NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

Vitor Acioly Barbosa

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e História da Matemática e da Física, Instituto de Matemática, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ensino e História da Matemática e da Física.

Aprovada em 29 / 03 / 2021

Antonio Carlos Fontes dos Santos, Dr., PEMAT/UFRJ (Orientador)

Jorge Simões de Sá Martins, Dr., PEMAT/UFF

Viviane Morcelle de Almeida, Dra., UFRRJ

Marcia Begalli, Dra., UERJ

Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza, Dr., IOC

Dedicatória

Paulo Freire

Como falar de práticas educativas sem lembrar do nosso Paulo Freire, o nome de maior peso quando se fala em educação? Em 2021, ano de defesa desta tese de doutorado, que tem como um dos objetivos apresentar estratégias para formação de professores, comemoramos o centenário do professor, pedagogo e filósofo Paulo Freire (1921-1997). Quando buscamos pelos cem cientistas mais citados da história da ciência ocidental, encontramos Paulo Freire ao lado de Albert Einstein e Paul Dirac. Quando procuramos por pensadores mais citados no mundo, encontramos Paulo Freire em terceiro lugar, está atrás apenas de Thomas Kuhn e Everett Rogers, e a frente de pensadores renomados, como Michael Foucault, Karl Marx, Vygotsky e Pierre Bourdieu. O pernambucano Paulo Freire, o brasileiro mais homenageado de todos os tempos, foi agraciado com 29 títulos de Doutor *Honoris Causa*, pelas maiores universidades do mundo, e recebeu diversos prêmios, como o Educação pela Paz, da UNESCO. Na década de 1960, desenvolveu uma metodologia e alfabetizou 300 cortadores de cana de açúcar no Rio Grande do Norte em 45 dias. Precisamos realizar um giro decolonial e valorizar a pesquisa e a produção brasileiras. Muitos brasileiros não reconhecem que podemos fazer a diferença em diversas áreas, e esta tese está dedicada a um pesquisador que fez a diferença na educação e que influenciou o mundo: Paulo Reglus Neves Freire!

Agradecimento especial

Leonie Gouveia

Deixo um agradecimento especial a minha companheira de luta pela vida!

Uma mulher inspiradora, parceira de viagens pelo mundo, incentivadora
dos sonhos e sempre pé no chão!

Continuamente estimulando o crescimento pessoal e profissional do casal,
apoando e participando de todas as etapas de minha formação:
da graduação na UFRJ, passando pelo mestrado na UFF e da saga
do doutorado na UFRJ!

Participou ativamente de diversas discussões sobre os pontos da
pesquisa de doutorado, nos longos jantares, almoços e caminhadas
na praia, contribuindo de forma significativa com o
desenvolvimento das ideias e da pesquisa!

Obrigado pela força, pela paciência e por tudo!

Te amo!

Agradecimentos

Agradeço à minha família, primeiramente a minha mãe, que me inspirou na carreira de professor, depois ao meu pai, que sempre me estimulou com pensamentos matemáticos e científicos para resolver qualquer problema da vida, e, para finalizar, meus três irmãos mais velhos, que sempre me apoiaram na escolha de ser professor, de continuar a formação, além de terem a preocupação natural com o irmão caçula rebelde (rebelde com causas políticas/científicas/educacionais/sociais/familiares...).

Agradeço ao querido orientador, professor e amigo Antonio Carlos Fontes dos Santos (Toni), pessoa inspiradora pela carreira, pela história e pelo trabalho. Um exemplo de luta contínua pelas oportunidades pessoais e profissionais. Exemplo de humildade e eficiência no trabalho. Consegue enxergar oportunidades que poucos veem e, a partir disso, transforma em trabalhos renomados e que mudam a vida de muita gente. Sempre soube cobrar bem as demandas acadêmicas, e, ao mesmo tempo, entende as limitações devido à intensa vida profissional. Foi a melhor surpresa que o doutorado me ofereceu. Uma pessoa muito competente e que apareceu na hora e no momento certos e ajudou (e continuará ajudando) na transformação da minha carreira profissional.

Agradeço aos professores do Instituto de Física da UFRJ Thereza Paiva e Maurício Pamplona, pelas contribuições profissionais e acadêmicas ao longo da minha formação, por acreditarem no trabalho e me estimularem a continuar.

Agradeço aos professores do PEMAT/UFRJ e do IF/UFRJ pelas excelentes aulas que muito contribuíram para a minha formação: Agnaldo Esquincalha, Victor Giraldo, Tatiana Roque, Carlos Eduardo Aguiar e Carlos Farina.

Agradeço aos professores da banca de defesa do doutorado, que foram escolhidos a dedo, pela grandeza de seus trabalhos, pelo exemplo de profissionais e por serem muito exigentes, o que contribuiu muito para o crescimento qualitativo do trabalho: Jose Abdalla Helayel-Neto, Marcia Begalli, Jorge Sá Martins, Eduardo de Souza e, em especial, o professor Alexandre Carlos Tort, que participou das minhas bancas de graduação, mestrado e, agora, doutorado.

Agradeço aos amigos acadêmicos que ganhei nesse período no PEMAT/UFRJ e que pretendo levar para a vida acadêmica. Me senti, praticamente, um membro do curso de matemática, sendo um dos poucos e raros da área de ensino de física. Em especial, nas

famosas aulas de Tecnologias no Ensino, Reflexões do Conhecimento Científico e Análise Real, em que, além de termos estudado muitos conteúdos de forma bem intensa, fizemos famosos lanches invejáveis pelos que olhavam pelos corredores.

Agradeço ao irmão e amigo Daniel Neves Micha, amigo desde 1999, do Colégio Pedro II e de outros carnavais. Físico por formação, Doutor pela UFRJ, comadre, padrinho de casamento, amigo da família e um dos maiores incentivadores para construir uma carreira acadêmica e para nunca parar de estudar. Hoje, no momento da defesa, realiza seu 2º pós-doutorado e mora em Paris, e sempre (desde 1999), mesmo à distância, participa de todas as etapas da minha carreira.

Agradeço ao grande professor Carlos Alberto Nascimento (Carlão). Professor de física da Escola Parque, que me recebeu em 2014, quando comecei a trabalhar na escola. Sempre me estimulou a realizar atividades que envolviam o ensino de física, de modo diferente das aulas tradicionais e me provocava para dar aulas que fizessem os alunos pensarem “fora da caixa”. Influenciou para buscar maior formação acadêmica e contribuiu para a criação de espaços nas unidades das escolas para trabalhar física moderna. Me apresentou a parceiros que defendiam a ciência, o que abriu portas para diversas oportunidades profissionais, inclusive para conhecer pela primeira vez o Sirius, tema de minha pesquisa.

Agradeço aos professores de física Leonardo Carvalho e Alex Mello, que são grandes parceiros que dividiram as turmas de ensino médio comigo durante o período do doutorado. Grandes camaradas que estava acompanhando cada etapa de meu projeto e faziam a questão de entender todos os detalhes, além de contribuírem muito em momentos de trabalho intenso.

Agradeço aos colegas do CNPEM, que me receberam em diversas visitas, apresentando todo o complexo de laboratórios e o Sirius, além de me estimularem, mostrando que era muito viável a elaboração da escola para professores: Regis Terenzi, Renan Picoreti, Gustavo Azevedo, Ana Carolina Zeri e Ingrid Barcelos.

Agradeço aos cinquenta e cinco professores de física e participantes das duas edições da ESPEM e que, atualmente, são grandes parceiros na luta pela profissão.

Acioly, Vitor. *A Luz Síncrotron na Formação de Professores do Ensino Médio*. Tese (Doutorado em Ensino e História da Matemática e da Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino e História da Matemática e da Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2021.

Resumo

Esta tese tem como objetivo investigar a influência que um curso de formação continuada para professores, a Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM), teve na vida acadêmica e profissional dos professores participantes. A ESPEM foi organizada por uma equipe de pesquisadores, com o apoio das instituições organizadoras: o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) e a Sociedade Brasileira de Física (SBF). Foram realizadas pesquisas qualitativas com os cinquenta e cinco professores de física de todo o Brasil que participaram do curso. O programa da ESPEM aborda os princípios e aplicações da radiação síncrotron com palestras expositivas, debates e visitas às instalações do CNPEM. Por meio de entrevistas semiestruturadas, grupo focal remoto e pesquisas, esta tese procurou dar visibilidade à análise da ESPEM na visão dos professores participantes e proporcionar um retorno à comissão de organização, buscando referenciais de cursos de formação continuada de professores e de cursos de desenvolvimento profissional. Foi possível perceber, por meio da análise do discurso dos sujeitos participantes, que no imaginário deles existia um local exclusivo de produção de conhecimento significativo – países desenvolvidos, o que acaba invisibilizando as contribuições científicas brasileiras. As análises realizadas indicam o papel da ESPEM na promoção de uma virada decolonial. Observa-se também que, após o curso, os professores passaram a compartilhar suas experiências e disseminar os conhecimentos adquiridos com seus colegas e alunos. Além disso, eles relataram que a experiência da ESPEM os estimulou a continuarem sua formação e colaborarem na formação de outros professores.

Palavras-chave: luz síncrotron; curso de formação continuada; professores de ensino médio.

Acioly, Vitor. *Synchrotron Light in the Formation of High School Teachers*. Thesis (PhD in Teaching and History of Mathematics and Physics) - Postgraduate Program in Teaching and History of Mathematics and Physics at the Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2021.

Abstract

This thesis aims to investigate the influence that an in-service teacher training course, the *Escola Sirius para Professores do Ensino Médio* (ESPEM, Sirius School for High School Teachers), has on the academic and professional life of the teachers who took it. ESPEM was organized by a team of researchers who had support from the organizing institutions, the *Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais* (CNPEM, Brazilian Center for Research in Energy and Materials) and the *Sociedade Brasileira de Física* (SBF, Brazilian Physical Society). Qualitative research was carried out with fifty-five physics teachers from all over Brazil, who took the course. The ESPEM program addresses the principles and applications of synchrotron radiation with lectures, debates and visits to CNPEM facilities. Through semi-structured interviews, remote focus groups and surveys to learn about the impact of ESPEM, we seek to evaluate the in-service teacher training course in the participating teachers' perspective and provide a feedback to the organization committee, seeking references for continuing teacher education courses and professional development courses. We realized through the analysis of the discourse of the participating subjects that in their imagination there was an exclusive place for the production of significant knowledge and how this type of perception effectively collaborates to make Brazilian scientific contributions invisible. Our analyzes indicate the role of ESPEM in promoting a decolonial turn. We also observed that the teachers shared their experiences and disseminated the knowledge acquired with their colleagues and students, in addition to being stimulated by the participation of ESPEM, in continuing their training and collaborating in the training of other teachers.

Keywords: synchrotron light; in-service training; high school teachers

Índice das Figuras

Capítulo 1 – Introdução

Figura 1: Foto do kit experimental “Vendo o Invisível” -----	31
Figura 2: Distribuição do kit experimental “Vendo o Invisível” para o grupo de professores de física do curso de extensão, no IF/UFF -----	32
Figura 3: Aula de campo com 31 alunos do ensino médio, em 2018, no laboratório didático S’Cool LAB no CERN, na Suíça-----	39
Figura 4: Comissão de organização da ESPEM 2019 -----	44
Figura 5: Comissão de organização da ESPEM 2020 -----	45
Figura 6: Número de professores selecionados por região nas duas edições da ESPEM---	48
Figura 7: Equilíbrio do número de professore selecionados por gênero nas duas edições da ESPEM-----	48
Figura 8: Número de professores selecionados por tipo de escolas nas duas edições da ESPEM-----	49

Capítulo 2 - A luz síncrotron iluminando a formação de professores

Figura 1– Professores da turma de 2019 com as bandeiras de seus estados de origem no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron-----	80
Figura 2 – Professores da turma de 2020 exibem orgulhosamente as bandeiras de seus estados de origem na entrada no Sirius-----	81

Capítulo 4 – Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM): uma pesquisa qualitativa dos resultados gerados pela escola de formação continuada

Figura 1- Mapa do Brasil com o alcance da ESPEM nos Estados Brasileiros-----	116
Figura 2- Sequência de seis imagens com momentos da ESPEM-----	134

Capítulo 5 – Lançando luz sobre a formação de professores

Figura 1- Participants Teachers by region, gender and type of schools, and year-----	146
--	-----

Figura 2- Twenty teachers participating in the 1st edition in 2019 with a speaker and one of the authors and members of the organizing committee----- 148

Figura 3- Thirty-five teachers participating in the 2nd edition in 2020 with one of the authors and a member of the organizing committee----- 149

Índice das tabelas

Capítulo 1 - Introdução

Tabela 1: Programação da ESPEM----- 46

Tabela 2: Cinquenta e cinco professores selecionados nas duas edições, pela região, Estado, Ano de participação, gênero e rede de ensino que trabalha prioritariamente--- 50

Capítulo 4 – Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM): uma pesquisa qualitativa dos resultados gerados pela escola de formação continuada

Tabela 1- Tabela com números de professores participantes por Estado----- 117

Tabela 2- Relatos dos professores após a ESPEM que conversam com os referenciais----
----- 124

Tabela 3- Relato dos professores participantes e Unidades de Significados identificadas-----
----- 126

Tabela 4- trabalhos relevantes realizados pelos professores após a ESPEM----- 128

Tabela 5- Comparação entre relatos dos professores participantes durante o curso, e depois em entrevistas----- 130

Capítulo 5 – Lançando luz sobre a formação de professores

Table 1: ESPEM Schedule----- 147

Tabela 2- Follow-up activities developed by the participant teachers by region (first column) of Brazil----- 150

Tabela 3- Number of high school students, university students, teachers and the general public that attended presentations by teachers by region of Brazil----- 151

Índice das abreviaturas e siglas

ABC – Academia Brasileira de Ciência

CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

CEDERJ – Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro

CERN – *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* – Organização Europeia para Pesquisas Nucleares.

CPII – Colégio Pedro II

CNPEM – Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

EJA – Educação para Jovens e Adultos

ENALIC – Encontro Nacional das Licenciaturas

ESPEM – Escola Sirius para Professores do Ensino Médio

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

FnE – Revista *A Física na Escola*

ICTP-SAIFR – *International Center for Theoretical Physics – South American Institute for Fundamental Research*

IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IECD – Instituto de Educação Carmela Dutra

IFAC – Instituto Federal do Acre

IFC – Instituto Federal Catarinense

IFSP – Instituto Federal de São Paulo

IFT – Instituto de Física Teórica

IF/UFF – Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense

IF/UFRJ – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro

INCT-DISSE – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Nanodispositivos Óptico-eletrônicos

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LabSem – Laboratório de Semicondutores

LAC – Laboratório de Radiocarbono

LARA – Laboratório de Radioecologia e Alterações Ambientais

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LIP – Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas

LISHEP – *International School on High Energy Physics*

LHC – *Large Hadron Collider* - Grande Colisor de Hádrons

LNBIO – Laboratório Nacional de Biociências

LNBR – Laboratório Nacional de Biorrenováveis

LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

LNNano – Laboratório Nacional de Nanotecnologia

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MEC – Ministério da Educação

MNPEF – Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física

MOBFOG – Mostra Brasileira de Foguetes

NUTES/CCS – Núcleo de Tecnologia Educacional para Saúde no Centro de Ciências da Saúde

OBA – Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

OBF – Olimpíada Brasileira de Física

OBFEP – Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas

OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development* - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, sigla em Português)

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SBF – Sociedade Brasileira de Física

SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física

PCK – *Pedagogical Content. Knowledge* – Conhecimento Pedagógico do Conteúdo

PDS – *Professional-Development Schools*

PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

PISA – *Programme for International Student Assessment* - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PUC-Rio – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

SBQ – Sociedade Brasileira de Química

SEEDUC-RJ – Secretaria de Estado e Educação do Rio de Janeiro

UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UNESP – Universidade Estadual Paulista

US – Unidades de Significado

Sumário

Capítulo 1 – Introdução -----	20
1.1 – Considerações iniciais -----	21
1.1.1 – A profissão docente -----	22
1.1.2 – O lugar de fala -----	23
1.1.3 – Da trajetória profissional à escolha do tema -----	24
1.2 – Justificativa para a pesquisa -----	40
1.3 – Questão e objetivos da pesquisa -----	43
1.4 – Caminhos da pesquisa: metodologia e aportes teóricos -----	44
1.4.1 – A comissão de organização da ESPEM -----	44
1.4.2 – Elaboração da estrutura física e acadêmica da ESPEM -----	46
1.4.3 – Seleção dos professores: a primeira coleta de dados -----	50
1.4.4 – Análise documental das cartas de intenção dos professores selecionados antes da realização do curso -----	52
1.4.5 – A observação participante durante a realização do curso: uma pesquisa etnográfica -----	53
1.4.6 – Metodologias de coletas de dados após a realização do curso -----	54
1.4.7 – Aporte teórico -----	56
1.5 – Organização da Tese: o formato <i>Multipaper</i> -----	60
1.6 – Referências -----	65
Capítulo 2 – Artigo 1: A luz síncrotron iluminando a formação de professores -----	72
2.1 – Introdução -----	74
2.2 – Objetivos da ESPEM -----	77

2.3 – Seleção dos professores -----	79
2.4 – Conteúdo didático e programação -----	82
2.5 – Avaliação da escola pelos participantes -----	84
2.6 – Considerações Finais -----	86
2.7 – Referências -----	87
Capítulo 3 – Artigo 2: Luz Síncrotron Promovendo o Giro Decolonial --	
-----	89
3.1 – Introdução -----	91
3.2 – Metodologia -----	95
3.3 – Resultados e Discussão -----	99
3.4 – Considerações finais -----	104
3.5 – Referências -----	106
Capítulo 4 – Artigo 3: Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM): uma pesquisa qualitativa dos resultados gerados pela escola de formação continuada -----	
-----	110
4.1 – Introdução -----	112
4.2 – Aportes teóricos para uma avaliação da ESPEM -----	113
4.3 – Metodologias utilizadas para responder à questão -----	115
4.4 – Aplicação das diferentes modalidades de coleta de dados -----	119
4.4.1 – Coleta de dados antes da ESPEM: uma análise das cartas de intenção -----	119
4.4.2 – Coleta de dados durante a ESPEM: uma observação participante -----	120
4.4.3 – Coleta de dados após a ESPEM: uma avaliação para o professor participante e para as instituições organizadoras -----	122
4.5 – Discussão dos resultados -----	123
4.6 – Conclusões e considerações finais -----	132

4.7 – Referências -----	138
Capítulo 5 – Artigo 4: Lançando luz sobre a formação de professores ---	
-----	142
5.1 – Introduction -----	144
5.2 – Sirius School for High School Teachers (ESPEM) -----	145
5.3 – Results of ESPEM -----	150
5.4 – Conclusions and discussion of results -----	154
5.5 – Acknowledgments -----	154
5.6 – References -----	155
Capítulo 6 – Integração da Discussão e Considerações Finais -----	156
6.1 – Retomando a estrutura da pesquisa para as considerações finais -----	157
6.2 – Desdobramentos e implicações para pesquisas futuras: o futuro da ESPEM -----	165
6.3 – Considerações finais -----	168
6.4 – Referências -----	170
Apêndices -----	172
Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido-----	172
Apêndice 2 – Termo de autorização de uso de imagem, palavras e informações pelas atividades realizadas no CNPEM -----	174
Apêndice 3 – Número de alunos de Ensino Médio, alunos Universitários, Professores e Público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu Estado, na região Centro-oeste -----	177
Apêndice 4 – Número de alunos de Ensino Médio, alunos Universitários, Professores e Público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu Estado, na região Nordeste -----	178

Apêndice 5 – Número de alunos de Ensino Médio, alunos Universitários, Professores e Público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu Estado, na região Norte-----	179
Apêndice 6 – Número de alunos de Ensino Médio, alunos Universitários, Professores e Público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu Estado, na região Sudeste -----	180
Apêndice 7 – Número de alunos de Ensino Médio, alunos Universitários, Professores e Público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu Estado, na região Sul-----	181
Apêndice 8 – Entrevistas semiestruturadas com os professores participantes da ESPEM - -----	182
Apêndice 9 – Roteiro aplicado no grupo focal com os professores participantes da ESPEM -----	184

Capítulo 1 - Introdução

Capítulo 1 – Introdução

Esta pesquisa foi realizada entre os anos de 2018 e 2021, em um contexto político no Brasil de grande negacionismo da ciência e de pouca valorização das instituições públicas e do ensino de qualidade. Em meio a ataque aos professores, decidimos ir na contramão desse movimento e valorizar a formação de qualidade do profissional docente, reconhecendo a produção de ciência e tecnologia de ponta realizada no país.

1.1 – Considerações iniciais

Esta tese de doutorado visa investigar a influência que um curso de formação continuada, chamado Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), teve em diferentes aspectos: i) na vida profissional e acadêmica dos professores participantes; ii) na valorização e no reconhecimento da produção da ciência e tecnologia de ponta realizada por brasileiros no Brasil; iii) na divulgação científica e popularização da ciência brasileira, realizada pelos participantes após a escola de formação continuada; iv) na vida pessoal e profissional do professor, motivado pela vivência durante o curso, e consequentemente a sua ação após o curso.

Apresentamos toda a construção da ESPEM, que foi motivada pela identificação da necessidade de investimento na formação continuada de professores, bem como a trajetória pessoal e profissional do autor, que participou na estruturação curricular do curso, contribuindo com questões de formação docente. Como o autor participou de todas as etapas de criação da ESPEM, pôde contribuir e transformar esse curso de desenvolvimento profissional em uma pesquisa de doutorado na área de formação de professores, na linha de ensino de física, cujos dados foram coletados antes, durante e depois do curso.

Essa pesquisa foi realizada no Programa de Pós-Graduação em Ensino e História da Matemática e Física (PEMAT) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Ensino e História da Matemática e da Física. Com o apoio institucional da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), que foram as instituições organizadoras da ESPEM, o pesquisador teve acesso e autorização

para usar todas as informações do local de realização do curso e dos professores participantes para a elaboração da pesquisa.

Como produto dessa pesquisa, quatro artigos foram elaborados em coautoria entre doutorando e orientador, Vitor Acioly e Antonio Santos, respectivamente, com a contribuição de outros pesquisadores.

Apresentamos, na próxima seção, questões relativas à formação docente e à trajetória pessoal e profissional do autor, que o motivou a escolher o tema da pesquisa.

1.1.1 – A profissão docente

Um jovem estudante de ensino médio, entre quinze e dezessete anos, ao escolher a carreira que pretende seguir em sua vida universitária, percebe que precisa analisar diversos fatores sociais e afetivos. Além disso, para que essa escolha seja realizada, precisa até analisar a situação política e administrativa no país. O grande problema é que nessa idade, alguns desses jovens não têm a maturidade e nem a visão de que a escolha de um curso universitário não é a definição para toda a sua vida.

Quando essa escolha é por um curso de licenciatura e é feita de maneira esclarecida, em que o jovem entende e conhece todas as características gerais e específicas da carreira, ele pode ter uma formação com maior qualidade e encarar a profissão como uma realização, e não como um fardo que tem que carregar (SANTOS e FREITAS, 2011).

A profissão docente, segundo Tardif e Lessard (2005), está longe de ser uma ocupação secundária, pois constitui um setor fundamental em sociedades contemporâneas e é um dos caminhos para entender as transformações e desenvolvimento desses grupos sociais. Para os autores, em países em crescimento, o trabalho dos professores tem um papel muito importante para a economia, além de ser um dos principais responsáveis pelos pontos de vista políticos e culturais. Eles fazem parte dos grupos ocupacionais mais importantes para a economia, nas sociedades modernas.

De acordo com esses autores, nos países que pertencem à Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os professores da educação básica representam 5,5 % da população ativa. Para esses países, 4 % do PIB são investidos no ensino primário e secundário. O Brasil participa das reuniões da OCDE desde 1996,

porém só oficializou o pedido para ser membro em 2017, sendo que, no momento da escrita dessa pesquisa, em dezembro de 2020, ainda não é membro oficial.

No Brasil, cerca de 5 % dos empregos formais são relativos a professores da educação básica (ensino fundamental e ensino médio) e, segundo os relatórios do IBGE (IBGE, 2018), o Brasil investe 6 % do seu PIB na educação básica. Com base nesses dados, a profissão docente é identificada como relevante entre os empregos formais no Brasil (GATTI E BARRETO, 2009).

Há uma grande preocupação com a formação de qualidade para os docentes (DAY, 2001; PACCA & VILLANI, 2018; VILLEGRAS-REIMERS, 2003). Com isso, os cursos de licenciaturas precisam ter prioridade de investimento pelos órgãos responsáveis, como Ministério da Educação e Secretarias Estaduais e Municipais de Educação. O investimento na formação do licenciado precisa fazer parte dos planos de nação, independentemente de momentos políticos e partidários. Assim, um curso de licenciatura não deveria ser definido como de segunda categoria e necessita de um olhar atento aos investimentos das universidades públicas.

Essa pesquisa visa apresentar estratégias e analisar os resultados de professores que estão em sala de aula, que participaram de um curso de formação continuada. Entendendo que o professor, quando está motivado, é um multiplicador, apresentaremos informações e uma discussão para identificar o quanto um curso de desenvolvimento profissional de professores interfere na sociedade.

1.1.2 – O lugar de fala

Os professores da educação básica muitas vezes não se sentem representados quando as decisões sobre os sistemas educacionais aos quais fazem parte são tomadas por pessoas que não conhecem a rotina de um docente. A representatividade é um assunto que está cada vez mais em pauta e que precisa ser reforçado nas relações profissionais e pessoais. No âmbito da educação, é necessário que cada vez mais professores que conheçam a rotina da educação básica construam sistemas educacionais favoráveis e que funcionem, na visão do professor e no contexto educacional.

Segundo Ribeiro (2019), “um dos equívocos mais recorrentes que vemos acontecer é a confusão entre lugar de fala e representatividade”. A autora explica com

detalhes a diferença entre os dois conceitos. Para a profissão docente, podemos relacionar esses conceitos com a questão de o professor só se sentir representado nas decisões educacionais e que interferem em sua rotina e formação quando há um outro professor, que conhece suas necessidades e questões, participando dessas decisões.

O professor da educação básica se vê como refém de um sistema ou governo que decide sobre a sua vida pessoal, profissional e em sua formação. Essa sensação de invisibilidade, isto é, de não contribuir com essas decisões, aumenta a distância entre as questões de formação docente e de melhoria nos sistemas educacionais. De acordo com Ribeiro (2019), todos têm o lugar de fala, ou seja, é importante entendermos o ponto de vista e os lugares de onde partirmos, e, na educação, os professores precisam se posicionar, para dar voz a outros professores.

Essa pesquisa não visa buscar ou apresentar um representante para os professores ou um salvador para a educação, e sim apresentar ações e estratégias para o início de uma possível mudança. Será apresentada, no decorrer da tese, a construção de um grupo de pesquisa, motivado por interesses pessoais na questão docente e estimulado por instituições nacionais que compreendem e auxiliam a criação de estratégias para a formação de professores.

Na próxima subseção (1.1.3), será apresentada a trajetória profissional do autor, que dialoga, de forma integral, com a motivação da escolha do tema. Nesse trecho, será utilizada a linguagem na primeira pessoa do singular, pois, segundo Oliveira (2015), um texto na primeira pessoa dá ao leitor um grau de proximidade e de intimidade, a fim de torná-lo cúmplice, envolvendo-o em uma linha de raciocínio e buscando uma parceria com menos preconceitos e constrangimento, se adequando ao estilo contemporâneo.

1.1.3 – Da trajetória profissional à escolha do tema

Seria injusto escolher um momento específico de escolha da carreira docente em minha infância e adolescência. Posso apresentar fatos que contribuíram para essa decisão, como o exemplo em casa, de uma mãe professora de língua portuguesa das redes municipal e estadual do Rio de Janeiro, que junto com um pai, engenheiro civil aposentado, criaram quatro filhos homens, em um bairro carente da zona norte do Rio de Janeiro.

Tive uma família privilegiada, com os dois responsáveis morando na mesma casa, com nível superior e empregados, em um bairro, em que os colegas da minha idade, em sua maioria, só tinham um responsável em casa e muitas vezes passavam por dificuldades financeiras. A geração dos meus pais foi a primeira da família a ter a oportunidade de concluir o nível superior (na década de 1970), e o discurso na família era único: “Vocês não terão herança patrimonial, pois não temos bens para deixar de presente. Porém, vocês conseguirão chegar aonde quiserem com o estudo, pois daremos todo o apoio e incentivo, dentro de nossas possibilidades, pois, para nós, não restava outro caminho”. Os quatro filhos cursaram universidades federais no Estado do Rio de Janeiro, além de terem realizado o ensino escolar em escolas federais.

Além de acompanhar durante a infância a minha mãe em algumas escolas, pois nem sempre podia ficar em casa sozinho, e por todas as brincadeiras e tarefas em casa, estimuladas pelo meu pai, terem alguma relação com matemática e pensamentos lógicos, os quatro filhos foram para as áreas exatas. Estudei no Colégio Pedro II (CPII), uma escola federal ao mesmo tempo tradicional e de vanguarda, onde tive o exemplo de excelentes professores, e que indiretamente reforçavam a vontade de seguir na área docente. Unindo a profissão de professor, que eu conhecia bem por acompanhar a rotina profissional e pessoal da minha mãe, com o pensamento lógico-matemático-científico, que fui sempre estimulado pelo meu pai, eu me tornei professor de física.

A carreira de professor da educação básica no Brasil exige do graduando em licenciatura um esforço fora do comum em busca do equilíbrio de suas prioridades: a formação acadêmica, a entrada no mercado de trabalho e a administração da vida pessoal. Comecei a graduação em física (bacharelado e licenciatura) em 2005, no Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense (IF/UFF), na cidade de Niterói, no Rio de Janeiro. Porém, precisava trabalhar, pois só possuía o dinheiro exato da passagem e da alimentação, que era feita no restaurante universitário, chamado de Bandejão, na UFF, que custava R\$0,70 por refeição em 2005. Como morava em outro município, município do Rio de Janeiro, não conseguia conciliar o tempo de deslocamento entre cidades, a graduação e o trabalho, pois já no primeiro período, em 2005, trabalhava em uma escola no bairro do Méier, na zona norte do Rio de Janeiro, como professor de física auxiliar no ensino médio.

Na época, não havia muitos tipos de bolsas (auxílios financeiros) para alunos de licenciatura, e nunca quis me envolver em projetos de outras áreas, para apenas ganhar o

auxílio, pois sempre tive a certeza de que meu caminho era trabalhar com ensino. Porém, um curso de física não é simples, e, devido a pouco tempo de dedicação, conclui em dois anos (2005 e 2006) os dois primeiros períodos de física. Desanimado com algumas reprovações, pois precisava ter um tempo dedicado ao trabalho, e com muitos colegas desistindo do curso de física, no início do segundo semestre de 2006, cheguei a pensar em desistir do curso. Porém, em uma conversa de corredor com colegas, no IF/UFF, uma professora (Daisy Luz), que não me conhecia na época e que ouviu meu comentário sobre a vontade de desistir, me convidou para ser monitor de um museu de ciências que funcionava no próprio Instituto de Física, chamado Casa da Descoberta.

Foi minha primeira transformação na carreira. Fui monitor voluntário durante o segundo semestre de 2006 e, após fazer um processo seletivo, fui monitor bolsista no primeiro de 2007. Nesse período, faltava até algumas vezes a escola em que trabalhava no Méier, para substituir algum outro monitor, se a instituição necessitasse, pois atuar na linha de frente, com a explicação de conteúdos de física para o público geral e perceber que obtinha sucesso, me motivava a confirmar a escolha da profissão professor. Fazia questão de receber grupos grandes e me desafiava em pedir aos professores das excursões escolares que visitavam o museu para me entregarem o grupo de alunos mais complicados. Sempre achei que era fácil ensinar experimentos e falar sobre conceitos para alunos que já queriam aprender. Contudo, o desafio era achar uma linguagem acessível e o momento certo para conquistar os alunos que viam nas ciências um problema.

Entretanto, sem deixar o foco de me formar e ser professor, precisava encontrar uma alternativa que conseguisse atingir os meus objetivos de trabalhar e estudar. Procurei uma universidade que me antedesse na formação de qualidade e no deslocamento. O Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IF/UFRJ) oferecia um curso de licenciatura plena à noite e era localizado na Ilha do Fundão, no município do Rio de Janeiro, onde havia um melhor acesso, quando comparado à UFF. Em 2007, no segundo semestre, comecei na nova instituição, após realizar uma prova de transferência externa. Aproveitei os créditos das disciplinas já realizadas na UFF e conclui os créditos da graduação no final de 2010, defendendo o trabalho de final de curso (monografia) no início de 2011.

Com aulas da licenciatura em física na UFRJ entre 18h e 22h, conseguia me organizar para trabalhar nas escolas durante o dia e não faltar as aulas na universidade,

mesmo recebendo diversos convites interessantes financeiramente. Trabalhava em diversas escolas entre 7h e 17h todos os dias da semana, incluindo sábados e domingos.

De 2007 a 2010, cheguei a acumular dez vínculos empregatícios, chegando, ainda na graduação, a finalizar todos os espaços da primeira carteira de trabalho. Identifiquei, na época, que entre 2007 e 2008 estava ministrando 60 tempos de aulas semanais em diversas escolas e cursos preparatórios para vestibular e, com isso, percebi um afastamento dos vínculos universitários. Pela experiência de colegas, isso poderia ser um caminho difícil de retornar. Para retomar esse contato com a universidade, no início de 2009, larguei duas escolas para deixar duas manhãs e três tardes livres.

Realizei o estágio docente oficial da graduação entre março e outubro de 2009, duas vezes na semana, pela manhã. Acompanhei diversos professores no Colégio Pedro II, onde reencontrei ex-professores que me reconheceram como ex-aluno e que, por influência deles, estava virando professor.

No fim de março de 2009, em uma conversa no laboratório de computação do Instituto de Física, ajudando os colegas de uma disciplina que cursava, soubemos de uma seleção para um estágio de iniciação científica no Núcleo de Tecnologia Educacional para Saúde no Centro de Ciências da Saúde, na UFRJ (NUTES/CCS). A professora Flávia Rezende, licenciada em física pela UFRJ, doutora com pesquisas na área de ensino de ciências e professora do NUTES/CCS, ofereceu uma bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), para pesquisas realizadas na UFRJ, chamada Bolsa PIBIC-CNPq-UFRJ. Segundo o programa, a iniciação científica tinha o objetivo de “despertar a vocação científica, incentivando novos talentos potenciais entre estudantes de graduação e contribuindo para a formação futura de jovens pesquisadores mediante sua participação em projetos de pesquisa”. O trabalho para o qual estava concorrendo tinha o objetivo de selecionar um(a) licenciando(a) em física, para trabalhar três vezes por semana entre abril e julho de 2009. Fiz o processo e fui aprovado, trabalhando com o tema “Ensino de ciências de qualidade na perspectiva de professores de nível médio”, em que a principal investigação eram os problemas na formação inicial e a necessidade da formação continuada para a qualidade da sala de aula da educação básica.

Nesse mesmo ano de 2009, ainda bem intenso, recebi um convite de um dos cursos pré-vestibulares que trabalhava na época, o GPI, para ser coordenador dos monitores

(professores auxiliares e substitutos). Para isso, eu precisaria acompanhar os monitores de todas as disciplinas nas diversas unidades do curso e promover atividades de formação complementar. O curso possuía unidades em diversos bairros da cidade do Rio de Janeiro, e, em uma mesma semana, frequentava todas as sete unidades (Barra da Tijuca, Ipanema, Copacabana, Méier, Madureira, Tijuca e Lagoa), além do estágio no CPII, de aulas em outros colégios e cursos, a iniciação científica no NUTES/CCS e as aulas à noite na UFRJ. Nesse contexto, fiz uma proposta de formação de monitores, em que conseguimos reunir os 30 monitores de todas as disciplinas aos sábados pela manhã, para participarem de um treinamento, o que contribuiu, para cada monitor, com a formação didática e de conteúdo, reforçando a minha preocupação com a formação docente de qualidade. Com essas portas abertas, fui convidado, ainda em 2009, para trabalhar em um colégio e curso preparatório para os vestibulares bem conhecido no Estado do Rio de Janeiro, o Colégio e Curso Miguel Couto.

No primeiro semestre de 2010, realizei a disciplina termodinâmica com a professora e orientadora da graduação Penha Cardozo Dias, e, devido ao bom rendimento na disciplina, recebi o convite para, no semestre seguinte, acompanhar a professora e ser tutor/mediador do Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ), em história da física. Essa oportunidade me deu ferramentas para elaborar o trabalho de monografia, que teve o tema: “A contextualização das Máquinas Térmicas”, um trabalho de história da termodinâmica.

Em 2010, a vida intensa de professor não tinha nem começado, pois faltava o diploma, e, pelas contas de um licenciando, aquele ano era o ano da finalização. Era um momento de me fortalecer no mercado de trabalho, então foi um ano em que trabalhei com dez vínculos empregatícios entre colégios e cursos em diferentes bairros do Rio de Janeiro: Curso GPI (Barra da Tijuca, Ipanema, Copacabana, Méier, Madureira, Tijuca e Lagoa), Curso Miguel Couto (Recreio, Barra da Tijuca, Méier, Tijuca, Nova Iguaçu, São Conrado, Caxias e Icaraí), Colégio e Curso Intelectus (Freguesia e Vila Isabel), Colégio e Curso Keppler (Méier e Vila da Penha), Colégio Saint John (Barra da Tijuca), Colégio e Curso Souza Amorim (Vila da Penha), Colégio Superior-Supletivo (Tijuca), Curso Tamandaré (Méier, Madureira e Centro), Curso Tutores (uma empresa de aulas particulares, onde eu vinculava os alunos que procuravam aulas com os professores) e Tutor do Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ) em história da física (acompanhando a orientadora da graduação). Com certeza, foi um dos

anos mais difíceis em minha vida de graduando, conseguindo, nas férias de janeiro de 2011, terminar de escrever e defender a monografia no início desse ano.

No primeiro ano de formado, com diploma de licenciatura em física em mãos, algo raro para quem trabalhava, na época, em alguns segmentos de colégios e cursos particulares no Rio de Janeiro, recebi um convite para pegar a carga completa em uma escola da cidade. Comecei então a ter mais qualidade de vida e a trabalhar em poucos lugares, sendo maior carga no Colégio e Curso Miguel Couto, com cinco manhãs e quatro tardes completas, sendo o restante ocupado por poucas aulas em outros cursos. Sem o vínculo com a faculdade, consegui trabalhar em seis manhãs (de segunda-feira a sábado), cinco tardes e quatro noites, tendo um total de 66 tempos de aulas semanais. Contudo, comecei a ganhar um salário de professor formado, o que fez uma diferença significativa na relação pessoal e financeira.

Busquei me aperfeiçoar na qualidade das aulas e conteúdos nos dois primeiros anos de formado (2011 e 2012). Entretanto, sempre estive inquieto, querendo ter um tempo maior para me aperfeiçoar profissionalmente. No fim de 2011, entrei em contato com professores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e outra professora da PUC-Rio, para conhecer grupos de pesquisa e programas de mestrado. Porém, não conseguia, no momento, diminuir minha carga de trabalho pelas condições financeiras. Já estava no mercado de trabalho de escolas privadas, mas diversas questões me incomodavam, como a falta de tempo para me dedicar à continuidade da minha formação e a devolução para a educação pública de todas as oportunidades que tive em minha formação escolar e universitária.

Com essa busca, resolvi diminuir a carga de trabalho, para me dedicar à formação. Comecei o ano de 2013 decidido a não trabalhar mais aos sábados e saí de três tardes e três noites, em uma época complicada, pois estava no planejamento pessoal de casamento.

Comecei, então, a buscar opções para um crescimento acadêmico e, logo no início de fevereiro, voltei a ocupar meus sábados, dessa vez com um curso de extensão universitária, no IF/UFF, cujo tema era: “Propostas de ensino de física moderna”. Feliz por estar de volta à faculdade escolhida na época do ensino médio, a UFF, procurei estudar e buscar materiais para agregar à minha formação. O curso, coordenado pela professora Isa Costa, me deu ferramentas para começar a pensar em aplicar nas diferentes frentes da física no ensino médio os conceitos da disciplina de maneira mais interessante

e motivadora, de forma diferente do clássico proposto no currículo tradicional, das apostilas de cursos pré-vestibulares e alguns livros didáticos.

Nesse mesmo ano, também em fevereiro, devido à minha grande afinidade com a popularização da ciência e divulgação científica, fui convidado por um amigo do bacharelado em física da UFRJ (Daniel Neves Micha) a participar de um projeto no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Nanodispositivos Óptico-eletrônicos (INCT-DISSE), do Laboratório de Semicondutores (LabSem) na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Esse laboratório é coordenado pela professora Patrícia Lustosa, da PUC-Rio, com a colaboração do professor Maurício Pamplona, do IF/UFRJ.

O projeto surgiu graças a um edital da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) de difusão e popularização da ciência, que tinha como objetivo construir um objeto educacional para ser utilizado e distribuídos para as escolas públicas. Aceitei a oportunidade e fiquei muito satisfeito ao iniciar o ano de 2013 participando de duas ações que precisavam ser aplicadas em minha carreira: uma formação continuada e a devolução para a educação pública.

O projeto INCT-DISSE era composto pela equipe de pesquisadores do LabSem, que eram alunos de iniciação científica, mestrado, doutorado e professores da PUC-RJ e do IF/UFRJ. O projeto, chamado “Vendo o Invisível”, foi desenvolvido pela equipe do laboratório, que realizava diversas pesquisas com radiação na faixa do infravermelho. O grupo desenvolveu um kit experimental para trabalhar diversos assuntos da física que dialogavam com conceitos do infravermelho, e conseguiram, graças ao edital, um financiamento para elaborar 100 kits e distribuir para escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro. Fiquei responsável, nesse projeto, pela divulgação em eventos de ensino, distribuição dos kits experimentais e treinamento dos professores da rede pública que recebiam os kits, além de elaborar outras estratégias de divulgação científica do laboratório.

O kit experimental “Vendo o Invisível”, apresentado na figura 1, é composto por uma câmara escura com uma webcam modificada, sem o filtro do infravermelho, e algumas lâmpadas e espelhos. Ele funciona como um mini laboratório e tem como objetivo apresentar aos alunos da educação básica diversas aplicações da radiação eletromagnética. Todo o equipamento é de baixo custo, e cada professor recebeu um

manual de instrução experimental e didático, para auxiliar em suas aulas. O projeto foi um sucesso e atendeu diversas escolas públicas de todo o Estado do Rio de Janeiro. Eram organizadas pequenas apresentações para grupos de professores, com treinamento e distribuição do kit experimental, como mostra a figura 2.

Figura 1: Foto do kit experimental “Vendo o Invisível”



Fonte: Membros do LabSem

Figura 2: Distribuição do kit experimental “Vendo o Invisível” para o grupo de professores de física do curso de extensão, no IF/UFF



Fonte: autor

Após esse trabalho, muitas oportunidades apareceram, pois, com a atividade de divulgação científica e distribuição dos kits experimentais para professores da educação básica, compareci em diversas universidades e escolas. Participei da divulgação em congressos e compreendi melhor como a aplicação de conceitos de física relacionados ao cotidiano e à tecnologia poderia estimular um jovem estudante de ensino médio a se interessar pela disciplina, além de motivar os professores que apresentavam o kit.

Com a semente da pesquisa em ensino cultivada, por meio das experiências citadas acima, procurei por cursos de mestrado que me fizessem ampliar os horizontes, em um momento em que conseguia já diminuir a carga de trabalho.

Na finalização do curso de extensão na UFF, no fim do primeiro semestre de 2013, foi divulgado um edital do Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza, no mesmo instituto e com os mesmos professores. Fiz a inscrição, a seleção e, após a aprovação, em agosto de 2013, comecei o mestrado.

Continuei minha intensa vida profissional, mesmo durante esse período de reingresso na vida acadêmica, em 2013. Em paralelo, fui buscando escolas que me dessem uma maior qualidade de trabalho e segurança financeira, a fim de diminuir a quantidade de horas trabalhadas sem uma grande redução salarial.

Em outubro de 2013, realizei uma apresentação da história da radiação infravermelha, em conjunto com a apresentação do kit experimental “Vendo o Invisível”, na Semana Nacional da Ciência e Tecnologia (SNCT), promovida pela UFF. Nesse mesmo mês, participei da 3^a Feira FAPERJ, cujo tema era Ciência, Tecnologia e Inovação, onde apresentei o kit experimental e outras pesquisas realizadas no Laboratório de Semicondutores na PUC-Rio. Em dezembro de 2013, participei do Encontro Nacional das Licenciaturas (ENALIC), em Uberaba, em que fiz duas apresentações sobre o mesmo tema: uma comunicação oral de como aplicar os temas de radiação eletromagnética com experimentos nas turmas de ensino médio e uma apresentação do kit experimental “Vendo o Invisível” e seu funcionamento como objeto educacional para professores de ensino médio.

Em 2014, terminei de cursar as disciplinas do mestrado e me dediquei ao desenvolvimento da dissertação. Elaborei um projeto na mesma linha em que já trabalhava: a ideia de como utilizar os conceitos da física para motivar o interesse dos alunos de ensino médio. Eu e minha orientadora, professora Kita Macario, concorremos a um Edital do CNPq de Difusão da Ciência, e ganhamos, fato que ajudou na elaboração do projeto de mestrado. Nesse período, eu tinha sido aprovado no concurso público da Secretaria de Estado e Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) e comecei a lecionar em escolas públicas em regiões carentes. Com isso, percebi o quanto eu poderia contribuir para o ensino público, utilizando o meu tema de pesquisa e a ajuda financeira do edital, para investigar formas para diminuir a evasão escolar da rede estadual.

A dedicação às escolas estaduais do Rio de Janeiro era de 30 horas semanais, além das horas de trabalho nas escolas particulares. Atuei nas três séries do ensino médio regular noturno, em turmas de formação de professores, as antigas normalistas, e em turmas do projeto de Educação para Jovens e Adultos (EJA), em três escolas estaduais no município do Rio de Janeiro. Em quatro noites, me dividia em doze turmas de três escolas: Instituto de Educação Carmela Dutra (IECD), em Madureira; Escola Estadual Tenente General Napion, em Ramos; e Escola Estadual Agripino Grieco, no Engenho de Dentro.

Meu foco, nesse período, era lutar pela permanência dos alunos nas instituições, os motivando com a física e com as possibilidades do futuro profissional, sempre dialogando com a produção de tecnologias. Um outro objetivo era contribuir de alguma maneira para a motivação dos colegas professores, pois, às vezes, tinha a sensação que eu era o único que estava motivado e empolgado.

Mesmo conhecendo de perto as diferentes realidades, tanto dos alunos quanto dos professores, percebia que a luta contra a evasão escolar dos alunos e a motivação para um trabalho de qualidade dos professores não poderiam ser resolvidas em pequenas escalas, como uma dissertação de mestrado. Isso me motivou a continuar a aprimorar a minha formação, buscando novas etapas em minha carreira como professor.

Neste mesmo ano, em dezembro de 2014, participei do V Encontro Nacional das Licenciaturas (V ENALIC), que ocorreu na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde apresentei para licenciandos e licenciados o trabalho de meu mestrado em uma comunicação oral, com o objetivo de contribuir para a formação de professores.

Terminei o curso de mestrado no início de 2015. A dissertação desse como tema “Visitas Virtuais como Instrumento Motivacional para o Ensino de Ciências e Divulgação Científica”. Nesse trabalho, realizei uma pesquisa sobre os motivos da evasão escolar, que se relacionavam com a falta de interesse, e apresentei propostas para evitar a evasão. Essas propostas dialogavam com a aproximação da universidade com a educação básica. Escolhemos quatro espaços para realizar o trabalho, sendo três laboratórios de física experimental: Laboratório de Radioecologia e Alterações Ambientais (LARA), Laboratório de Radiocarbono (LAC) e o Laboratório de Astrofísica; e um museu de ciências: Casa da Descoberta, todos na UFF. Realizamos entrevistas e gravamos vídeos com auxílio do projeto aprovado no edital do CNPq. Em todos os laboratórios escolhidos, o tema radiações eletromagnéticas estava presente, e o objetivo principal era apresentar as diferentes radiações e suas aplicações e relacioná-las com o ensino de física nas escolas de ensino médio.

Em janeiro do mesmo ano, participei do Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF), em Uberlândia (MG), com uma exposição sobre o kit experimental e um trabalho sobre a história da radiação infravermelha. Nesse ano, 2005, o Ano Internacional da Luz, participei da mostra dos experimentos sobre luz, apresentando para professores de física em Uberlândia. Após essa apresentação, recebi um convite para participar de um evento

chamado “Ciência, Luz e Ação!”, como continuidade das comemorações do Ano Internacional da Luz. O evento aconteceu no 67º encontro da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), que se realizou na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em julho de 2015. Apresentei um trabalho sobre a história do infravermelho, além do kit experimental “Vendo o Invisível”.

No meio dessas grandes oportunidades acadêmicas, realizei alguns processos seletivos, nos anos de 2014 e 2015, para participar da equipe de professores de grandes escolas no Rio de Janeiro. Fui aprovado e comecei a trabalhar na Escola Parque, em 2014, e no Colégio Santo Agostinho, em 2015. Duas escolas que exigem uma grande dedicação e reconhecem o investimento na carreira dos professores.

Em 2015, comecei a procurar programas de pós-graduação para realizar o doutorado na linha ensino de física. Encontrei alguns programas bem interessantes, porém a maioria não oferecia bolsas de estudo e não aceitavam doutorandos que trabalhassem durante o curso. Não era uma opção para mim, pois havia compromissos financeiros no campo pessoal já firmados.

Ao conhecer o Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática da UFRJ (PEMAT), julguei a melhor opção para realizar o doutorado. Tentei os processos seletivos para ingressar nos anos de 2016, 2017 e 2018 e não obtive sucesso.

No segundo semestre de 2016, quando já estava decidido que faria doutorado, percebendo que precisava de tempo para dedicação no estudo e para o planejamento da carreira, decidi pedir exoneração da matrícula pública do Estado do Rio de Janeiro (após 2 anos e 6 meses de concurso), e entrei como professor substituto do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), na unidade Caxias, para acumular uma experiência em nível superior e ampliar a rede de contatos. Até o fim de 2017, trabalhava em uma instituição federal com alunos de nível superior, técnico e médio concursados, alunos de uma escola religiosa tradicional, alunos de uma escola construtivista, alunos de um curso pré-vestibular, e tinha começado a trabalhar em uma faculdade particular na cidade de Niterói, para dar aulas no ciclo básico dos cursos de engenharia. Foi um ano bem interessante, pois, a cada turno de trabalho, eu estava em um bairro ou cidade e com públicos bem heterogêneos, o que me fez crescer muito como professor.

Em janeiro de 2017, participei do XXII Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEFF), em São Carlos. Apresentei uma comunicação oral com o tema “A luz invisível:

da história da ciência ao ensino de física”, em que explicava a história da radiação eletromagnética nas fronteiras da radiação visível e suas aplicações nas salas de aula na educação básica, trabalho elaborado em parceria com o professor Ildeu de Castro Moreira, do IF/UFRJ.

Nesse mesmo ano, conheci um programa que selecionava professores de física brasileiros, após um processo seletivo, para realizar um curso de física de partículas no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN), e cujo objetivo era que o professor estudasse física de partículas e desenvolvesse projetos de divulgação científica na educação básica. Concorri à vaga e fui o candidato do Rio de Janeiro selecionado, entre outros 20 de todo o Brasil, para ir ao CERN, em setembro de 2017.

Participei de um curso de formação continuada no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), em julho de 2017, com o objetivo de me preparar para a viagem. Estudei alguns conteúdos da física moderna e contemporânea e como aplicá-los no ensino médio. Conheci diversos professores de física de outras escolas de ensino médio, além de ter contato com pesquisadores do CBPF que são motivados e empolgados com o ensino de física. Achei interessante o crescente interesse de pesquisadores de diversas áreas da física teórica e experimental pelo ensino de física e a formação de professores.

Em setembro de 2017, participei da Escola CERN, cuja primeira etapa era em Lisboa, no Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), e a segunda no CERN, em Genebra. O curso foi realizado em língua portuguesa com 20 professores brasileiros e 20 professores portugueses. Conheci o maior laboratório do mundo na pesquisa de física de partículas elementares e vi que era possível realizar projetos que envolviam esta área na educação básica.

Ao voltar, em outubro de 2017, comecei a me oferecer, de forma gratuita, para apresentar o CERN em escolas públicas e privadas, para que seus alunos e professores tivessem a oportunidade de conhecer um pouco do maior laboratório de física de partículas do mundo. Realizei divulgações em diversas escolas ainda em outubro e, em novembro do mesmo ano, fui convidado por uma escola em Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, para apresentar a visita ao CERN para os alunos do ensino fundamental. Durante a apresentação, a pessoa mais participativa, uma das diretoras, me perguntou se eu conhecia a grande obra do grande acelerador de partículas brasileiro. Ela estava se referindo ao Sirius, a nova fonte de luz sincrotron estava sendo construído na época, em

Campinas. Eu apenas respondi, durante a apresentação para os alunos, que tinha um sonho de conhecê-lo. Ao finalizar a apresentação, ela me apresentou a um pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), local que estava sendo construído o Sirius, chamado Regis Terenzi Neuenschwander, que me receberia em Campinas.

Agendei uma viagem para a semana seguinte e fui conhecer o CNPEM. Nessa visita, conheci todos os laboratórios do CNPEM: Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR), Laboratório Nacional de Biociências (LNBIO), Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNANO), Laboratório Nacional de Luz Sincrotron (LNLS) e as obras do novo acelerador brasileiro, o Sirius.

Empolgado com tudo o que via e aprendia em tão pouco tempo, em novembro de 2017, elaborei dois projetos para aplicar na educação básica. O primeiro se chama “Projeto Física Moderna – Projeto CERN” e teve como objetivo realizar aulas semanais sobre temas da física moderna e contemporânea, em especial, física de partículas. Nessas aulas, eram apresentados aos alunos de ensino médio assuntos fora dos currículos tradicionais. O segundo projeto envolvia a divulgação da ciência brasileira, chamado “Projeto Sirius”, em que o público alvo eram alunos do 9º ano do ensino fundamental.

A Escola Parque aceitou a aplicação dos dois projetos. Por coincidência, o contrato como professor substituto no IFRJ tinha se encerrado, e, ao mesmo tempo, decidi sair do curso pré-vestibular Miguel Couto e de outras escolas. Em 2018, me planejei para ficar apenas nas duas escolas que me davam suporte para um trabalho de muita qualidade e que valorizavam a formação do professor: a Escola Parque e o Colégio Santo Agostinho. Conseguí me organizar em seis manhãs e duas tardes de trabalho, o que me deu condições e tempo para me dedicar ao estudo e à preparação para ingresso, de modo definitivo, na carreira acadêmica.

Entrei em contato novamente com o pesquisador do CNPEM que me recebeu em 2017 e agendei, no início de 2018, em fevereiro e em abril, mais duas visitas. Em uma delas, fiz duas propostas que foram encaminhadas para direção do CNPEM: uma era levar meus alunos do ensino fundamental que iriam fazer o projeto durante o ano de 2018 para uma visita guiada e a outra era elaborar uma escola para formação de professores da educação básica, em que eles iriam contribuir para a divulgação das atividades dos

laboratórios nas escolas brasileiras, semelhante ao que eu estava fazendo motivado pela visita ao CERN.

Com o início dos Projetos CERN e Sirius, busquei professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), do CBPF e da UFRJ, para me apoiarem. Com isso, achei parceiros que me deram todo o suporte e compareceram nas escolas para ministrarem palestras para os alunos. Como os dois projetos estavam com muitos alunos, propus uma aula de campo para cada um deles. Entrei em contato com outros pesquisadores do CERN e do CNPEM, além das colaborações da UERJ, CBPF e UFRJ, que me ajudaram a viabilizar essa etapa.

Participei de um workshop de Física de Altas Energias (*International School on High Energy Physics -LISHEP*), em Salvador, na Universidade Federal da Bahia (UFBA) ainda em 2018. Nesse evento, conheci diversos pesquisadores das universidades brasileiras que eram colaboradores de pesquisas no CERN e que contribuíram para a construção das aulas de campo.

Nesse mesmo ano, conheci um projeto que realiza cursos de formação de professores e de alunos da educação básica e apresenta materiais de física de fronteira para serem trabalhados em sala de aula. O projeto é realizado no Instituto de Física Teórica (IFT) na Universidade Estadual Paulista (UNESP) e pertence ao grupo *International Center for Theoretical Physics – South American Institute for Fundamental Research* (ICTP-SAIFR). No momento de escrita desse texto, em 2020, faço parte como colaborador do grupo, realizando atividades para formar outros professores.

Conseguimos manter 50 alunos do ensino médio frequentando as aulas do “Projeto CERN”, nas duas unidades da Escola Parque, e 30 alunos do ensino fundamental frequentando as aulas do “Projeto Sirius”, ao longo de todo o ano de 2018.

Em outubro, levamos 20 alunos do ensino fundamental para conhecer o CNPEM e as obras do Sirius, em Campinas, e 31 alunos do ensino médio para a Europa, a fim de conhecer o CERN. Na Europa, os alunos conheceram o LIP, em Lisboa, o CERN, em Genebra, e a casa e o museu do Einstein, na cidade de Berna.

Nas visitas ao CERN, os alunos assistiram aulas e participam de atividades no *S'Cool LAB*, laboratório didático de ensino que recebe professores e estudantes, como

mostra a figura 3. Eles ficaram durante uma manhã completa tendo aulas com pesquisadores do CERN e respondendo questões relativas à física de partículas.

Os alunos da Escola Parque que participaram da visita ao CERN tiveram aulas de física moderna comigo entre os meses de março e setembro, em sua maioria sobre física de partículas, o que os deixou preparados para a viagem de campo. No Sirius/CNPEM, não existe, até o momento da escrita da tese, um laboratório didático para receber professores e alunos da educação básica.

Figura 3: Aula de campo com 31 alunos do ensino médio, em 2018, no laboratório didático S'Cool LAB no CERN, na Suíça.



Fonte: autor

No ano seguinte, em 2019, demos continuidade aos dois cursos, com a mesma média de alunos frequentando as aulas presenciais. Realizamos as aulas de campo, em outubro de 2019, com outros 20 alunos do ensino fundamental visitando o CNPEM e outros 23 alunos do ensino médio visitando o CERN. As aulas do projeto se mantiveram em 2020, com uma mesma média de alunos, porém a aula de campo não aconteceu devido a pandemia da Covid-19.

Voltando um pouco no tempo, em maio de 2018, a direção da SBF entrou em contato com a direção do CNPEM, a fim de criar um curso para professores de física, semelhante a Escola CERN, que já era um sucesso. A direção do CNPEM, já sabendo do meu interesse, sugeriu meu nome à SBF, para fazer parte do comitê de organização. Na

primeira semana de junho de 2018, fui convidado pela professora Thereza Paiva, da SBF, para integrar a equipe, com membros da SBF e CNPEM.

Nessa comissão, conheci o professor Antonio Santos, e, em parceria com ele e dois outros pesquisadores do CNPEM, em junho do mesmo ano, começamos a nos reunir pensando em toda a estrutura dessa escola de formação continuada. Surgiu aí a ESPEM, que na 1^a edição teve o nome de Escola Síncrotron para Professores de Ensino Médio e, na 2^a edição, o nome de Escola Sirius para Professores do Ensino Médio.

Comecei, desde então, a escrever o novo projeto de doutorado, vinculado à criação da ESPEM, mesmo sem ter sido aprovado em um programa de doutorado, ainda. O objetivo era elaborar um curso para dar oportunidade a outros professores, para que esses, motivados, conseguissem mudar a vida de outras pessoas. Percebi aí mais uma chance de devolver para o ensino público as grandes oportunidades que tive.

No fim de 2018, realizei o processo de seleção pela quarta vez do doutorado e fui aprovado para ingressar na turma de 2019. O tema da pesquisa é “A Luz Síncrotron na formação de professores do Ensino Médio” e o Antonio Santos se tornou meu orientador no Doutorado.

1.2 – Justificativa para a pesquisa

É um consenso da sociedade, que é de extrema importância a melhor qualificação dos professores da educação básica para contribuírem no padrão de qualidade dos sistemas educacionais. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), a Educação é um dever da Família e do Estado, em que esses devem garantir um padrão de qualidade. No entendo, segundo algumas pesquisas acadêmicas (VILLANI; PACCA; FREITAS, 2009), por mais que houvesse uma evolução na formação inicial de professores, durante o período universitário, não houve, ainda, uma mudança efetiva na formação dos professores que gerasse impacto na qualidade das escolas brasileiras.

Há diversas pesquisas acadêmicas apontando que é necessário formar mais professores e com mais qualidade (CUNHA, 2006; ANGOTTI, 2006; BORGES, 2006; SANTOS & FREITAS, 2011; ARAUJO & ESTEVES, 2019), e esta formação não pode estar vinculada apenas ao período de graduação na licenciatura, e sim com uma formação continuada do professor em exercício (VILLEGAS-REIMERS, 2003).

Para Villegas-Reimers (2003), um curso de formação continuada, chamado pela autora de cursos na modalidade *in-service* (em serviço) que são *Professional Development Schools* (Escolas de Desenvolvimento Profissional, PDS, sigla em Inglês), é quaisquer tipos de curso realizado após a graduação (licenciatura), como minicursos, cursos de longa duração, cursos de pós-graduações. No Brasil, esses cursos são divididos em minicursos (com menos de 20 horas de duração), cursos de formação continuada (cursos entre 20 horas e 80 horas) e cursos de pós-graduação (acima de 80 horas), como especialização, mestrados e doutorados (MEC, 2015).

Diversas iniciativas vêm sendo criadas no país, especificamente na área do ensino de física, como o Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) (SBF, 2013). O MNPEF é um programa de pós-graduação criado por instituições de ensino superior em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF), com o objetivo de capacitar um número cada vez maior de professores da educação básica. Segundo Barroso (BARROSO, 2019), entre 2013 e 2015, sessenta instituições de ensino superior aderiram à parceria com a SBF e criaram programas de mestrado profissional com a estrutura do MNPEF, o que mostra um investimento grande na carreira docente do professor de física.

Apesar de diversas iniciativas com foco na criação de cursos para melhorar a capacitação e a qualidade do professor, comprovadas em números, percebemos que o Brasil está praticamente estagnado nas questões referentes à qualidade de ensino. Para isso, basta analisar os indicadores de qualidade dos sistemas educacionais, como os nacionais propostos pelo Ministério da Educação (MEC) e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), que são o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Iddeb) e Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), e pelos internacionais, propostos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA).

Pode-se falar em duas questões que colaboram com a desqualificação e descrédito da educação básica brasileira: uma é o distanciamento entre o que é ensinado nas escolas

de educação básica e as pesquisas realizadas nas universidades e centros de pesquisa (RICARDO, 2010), e outra é a falta de interesse em investir na educação básica por parte do governo. Reconhece-se a necessidade da mudança curricular nas escolas de educação básica para uma aproximação da ciência produzida nas universidades e centros de pesquisa, por meio da formação de professores (ZEICHNER, 1998). Na física, por exemplo, diversos autores defendem a introdução dos conceitos de física moderna e contemporânea (FMC) nos currículos da educação básica, associados ou não à física clássica (EIJKELHOF; KORTLAND; LOO, 1984; PINTO; ZANETIC, 1999; SOUZA; ARAÚJO, 2010; SILVA; ALMEIDA, 2011; MORAIS; GUERRA, 2013).

Entendendo que essa aproximação da ciência com a educação básica pode ser transformadora, ainda mais quando aplicada à formação de professores, percebe-se que quando a ciência e a tecnologia produzidas nacionalmente são reconhecidas e valorizadas há um chamado giro decolonial (MALDONADO-TORRES, 2007). Segundo Maldonado-Torres (2007), há um movimento de valorização da autonomia da produção brasileira, sem desvalorizar o que é produzido na América do Norte e na Europa. Essa valorização vem, entre vários fatores, como um reconhecimento que países em desenvolvimento produzem ciência e tecnologia, entre outros conhecimentos, de igual ou superior qualidade com a dos países já desenvolvidos, o que falta é um maior investimento do governo para os países em crescimento.

Então, após apresentarmos esses grandes desafios, entendemos que a criação de um curso de capacitação nacional para professores, que já estão atuando em sala de aula, em conjunto com a valorização da produção científica brasileira, pode colaborar na aproximação entre sociedade e universidade/centro de pesquisa e na melhoria da qualidade do ensino das ciências no Brasil.

A partir desta justificativa, será apresentado na próxima seção, a questão de pesquisa com os objetivos gerais e específicos.

1.3 – Questão e objetivos da pesquisa

No primeiro semestre de 2018, foi montada a comissão de organização da primeira edição da Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), formada pela colaboração entre a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Essa comissão foi composta por pesquisadores de diferentes áreas de atuação: pesquisadores de física aplicada atuantes no CNPEM e em institutos de física de universidades federais, e um pesquisador em formação na área de ensino de física, o autor dessa pesquisa, na época, professor da educação básica e mestre em ensino de ciências.

Apoiado no sucesso das experiências de outros cursos de formação continuada que tiveram o apoio da SBF (GAMA e BARROSO, 2009; MÁXIMO-PEREIRA, 2011; FERNANDERS e SANTOS, 2013; ABREU, 2015; GARCIA, 2015; DENARDIN, 2019), e entendendo a necessidade de valorização da ciência nacional com a aproximação dos professores de física de todo o país, apresentamos a seguinte questão como motivadora da pesquisa: “*Como a Escola Sirius para Professores de Ensino Médio interfere na formação do professor da educação básica, no diálogo entre professores de todo o Brasil e na produção de materiais didáticos atualizados e que valorizam a ciência e a tecnologia brasileiras?*”

Com essa questão, o objetivo geral dessa tese é contribuir para a formação do professor de física no Brasil. Como objetivos específicos, selecionamos duas questões:

- Qual o impacto da ESPEM na formação do professor?
- Qual o impacto da ESPEM na divulgação da ciência para a sociedade?

A partir das questões que norteiam a tese, bem como o objetivo geral e os objetivos específicos, a pesquisa foi elaborada e os caminhos foram construídos no decorrer dos dados analisados. Na próxima seção, será apresentado o caminho realizado pela pesquisa, dialogando, quando necessário, com os referenciais teóricos.

1.4- Caminhos da pesquisa: metodologia e aportes teóricos

1.4.1 – A comissão de organização da ESPEM

Em 2018, começaram a ser realizadas as reuniões para traçar as estratégias da primeira edição da ESPEM, realizada em janeiro de 2019. A comissão (figura 4) foi composta pelo autor desta pesquisa e por um professor do IF/UFRJ (pesquisador de física atômica, usuário do sincrotron brasileiro, com experiência em sincrotrons internacionais, professor dos cursos de graduação e pós-graduação, que possui experiência nos cursos de mestrado e doutorado em ensino de física), que representaram a Sociedade Brasileira de Física (SBF), um pesquisador do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e um pesquisador e integrante da comunicação institucional do CNPEM, que representaram esta instituição.

Figura 4: Comissão de organização da ESPEM 2019: Antonio Carlos Fontes dos Santos (UFRJ, SBF), Túlio Rocha (LNLS/CNPEM), Vitor Acioly Barbosa (UFRJ, SBF) e Renan Picoreti (CNPEM).



Fonte: autor

Para a segunda edição, realizada em janeiro de 2020, as reuniões de planejamento ocorreram ao longo de 2019. A comissão foi alterada, sendo incluídos ao grupo,

pesquisadores dos outros laboratórios do CNPEM, sendo um professor do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e colaborador LNLS, um pesquisador do Laboratório Nacional de Biociências (LNBIO), um do Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR) e um do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNANO), em um total de nove membros (figura 5): Gustavo de Medeiros Azevedo (UFRGS e LNLS/CNPEM), Ingrid David Barcelos (LNLS/CNPEM), Murilo Santhiago (LNNano/CNPEM), Juliana Helena Costa Smetana (LNBio/CNPEM), Juliana Conceição Teodoro (LNBR/CNPEM), Renan Picoreti (CNPEM), Vitor Acioly Barbosa (UFRJ, SBF), Antonio Carlos Fontes dos Santos (UFRJ, SBF) e Thereza Cristina de Lacerda Paiva (UFRJ, SBF). O maior número de pessoas no comitê de organização com diferentes formações acadêmicas deu à segunda edição uma característica diferente, o que facilitou o diálogo dos conceitos das pesquisas realizadas no CNPEM com os conceitos que podem ser aplicados na educação básica.

Figura 5: Comissão de organização da ESPEM 2020



Fonte: autor

A comissão deu total autonomia para o autor dessa pesquisa propor estratégias de criação do curso, pois para a elaboração de um curso para professores da educação básica é necessário que pelo menos um dos membros conheça bem o segmento que será atendido pelas organizações e, ao mesmo tempo, esteja na área de pesquisa em ensino. Também foi autorizada, pelas instituições organizadoras, a utilização de todos os dados gerados

pela ESPEM para responder as questões e objetivos desta pesquisa de doutorado, que estava em construção.

A partir desse ponto, foi elaborado o edital com todos os critérios de seleção para os professores participantes.

1.4.2 – Elaboração da estrutura física e acadêmica da ESPEM

Para organizar um curso que atendesse a vinte professores, em 2019, e trinta e cinco professores, em 2020, sendo professores de diferentes estados e formação, foi necessário pensar em estratégias que aproximassem as diversas realidades. Uma das estratégias foi elaborar um cronograma com aulas teóricas que incluíam conteúdos fundamentais para o entendimento de algumas aplicações no complexo de laboratórios, a fim de revisar o conteúdo e, assim, nivelar o conhecimento dos participantes. Na tabela I, está sendo apresentada a programação das duas edições da ESPEM. No total, foram realizadas seis aulas teóricas com os principais conceitos utilizados no complexo de laboratórios.

Tabela 1: Programação da ESPEM

Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Manhã	Introdução à ESPEM	Aula 1: Radiação Eletromagnética	Aula 3: Luz Síncrotron	Aula 4: Espectroscopia	Aula 6: Imageamento
Manhã	Introdução ao CNPEM	Aula 2: Aceleradores de Partículas	Oficina Didática 1	Aula 5: Difração	Oficina Didática 2
	Almoço				
Tarde	Introdução e Visita ao LNNano	Introdução e Visita ao LNBio	Introdução e Visita ao LNBR	Visita ao UVX	Visita ao Sirius
Tarde	Seminários de Pesquisadores do LNNano	Seminários de Pesquisadores do LNBio	Seminários de Pesquisadores do LNBR	Seminários de Pesquisadores do LNLS	Seminários de Pesquisadores do LNLS
Tarde	Minapresentações dos Professores Participantes				
Tarde	Seminários de Pesquisadores do LNNano	Seminários de Pesquisadores do LNBio	Seminários de Pesquisadores do LNBR	Seminários de Pesquisadores do LNLS	Seminários de Pesquisadores do LNLS

Fonte: Autor

A rotina do professor selecionado para a ESPEM incluía aulas teóricas, visitas nas estações experimentais, seminários com pesquisadores dos laboratórios nacionais, oficinas didáticas para elaboração de estratégias para relacionar os conteúdos vistos no curso com aplicações em sala de aula e apresentações dos professores participantes, a fim de estimular uma troca de experiência.

Segundo dados do INEP, em 2009, havia 44.566 professores ministrando a disciplina de física no Brasil, sendo apenas 12.355 com licenciatura em física, e o restante, 32.211, com formação em outras disciplinas. Com esses dados, percebemos que há uma grande necessidade de investimento nos professores que estão em sala de aula. Entendendo que as oportunidades de formação profissional são bem divergentes quando é analisado o tamanho do país, um dos objetivos, para a organização curricular da ESPEM, era diminuir esse distanciamento acadêmico entre os professores selecionados.

Para concorrerem a vaga, os professores precisavam comprovar que estavam em atividade de docência, além de possuírem a licenciatura plena em física. Caso não possuísse a licenciatura, ele poderia apresentar um certificado de complementação pedagógica que habilitasse oficialmente para dar aulas de física no ensino médio. No Brasil, devido à carência na formação de professores de física, principalmente nas cidades do interior, diversos professores ensinam física sem possuírem a licenciatura plena.

O concorrente deveria apresentar o currículo atualizado e com alguns certificados descritos no edital. Além disso, era necessário escrever duas cartas, sendo uma de motivação, explicando por que gostaria de participar da ESPEM, e outra de intenção, expondo os detalhes das propostas de trabalho que pretendia aplicar, caso fosse selecionado.

Alguns critérios foram colocados em prioridade por toda a comissão para que começasse o processo de seleção:

- i) o equilíbrio entre o número de vagas por região do Brasil, dando mais oportunidades as regiões mais desfavorecidas financeiramente e academicamente, como mostra a figura 4;
- ii) a divisão do número de vagas por gênero, para dar mais oportunidades às mulheres, pois há a necessidade de um maior incentivo e uma representatividade das mulheres na área da física, como mostra a figura 5;

- iii) o maior número de vagas para professores que trabalham em escolas com menores condições de investirem na formação docente, como as escolas estaduais e municipais, como mostra a figura 6.

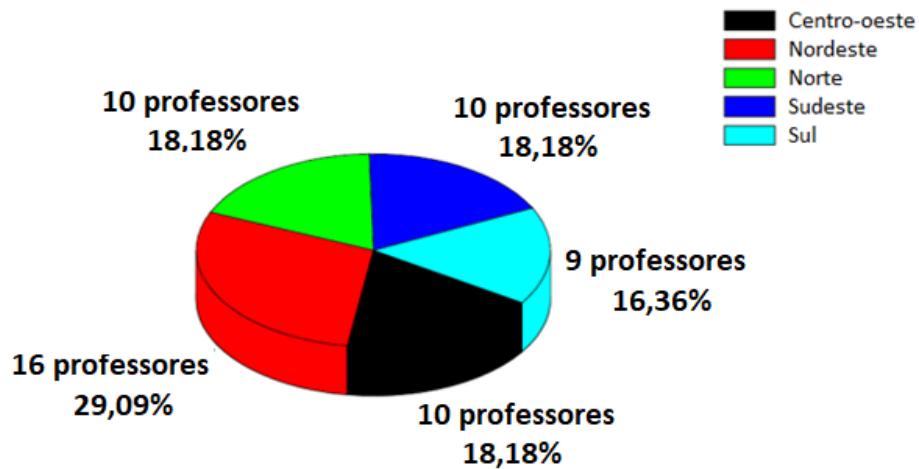


Figura 6: Número de professores selecionados por região nas duas edições da ESPEM

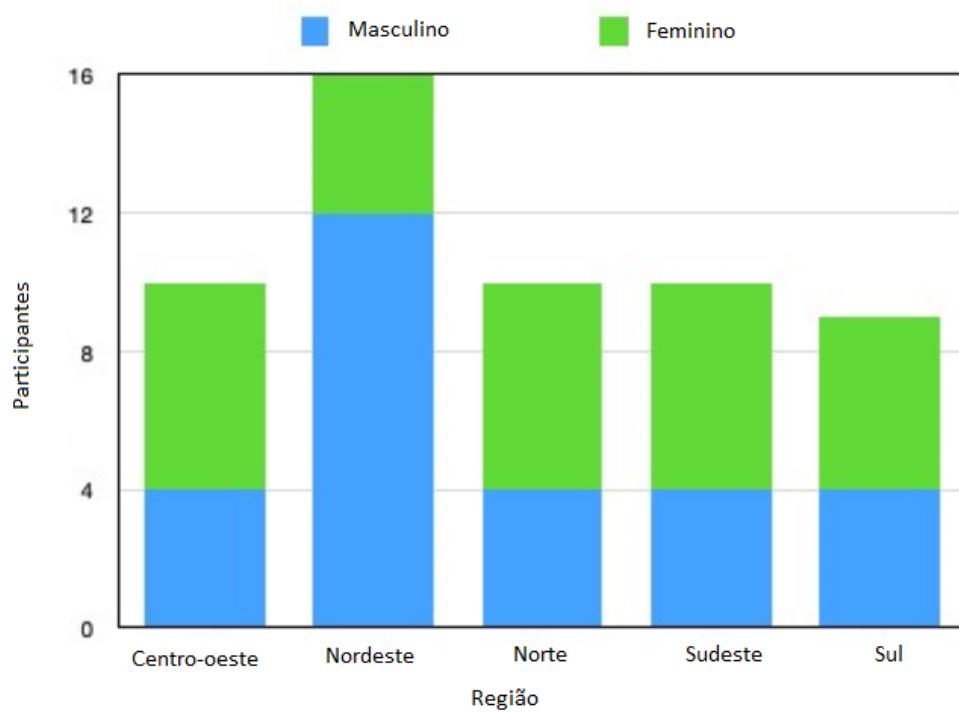


Figura 7: Equilíbrio do número de professores selecionados por gênero nas duas edições da ESPEM

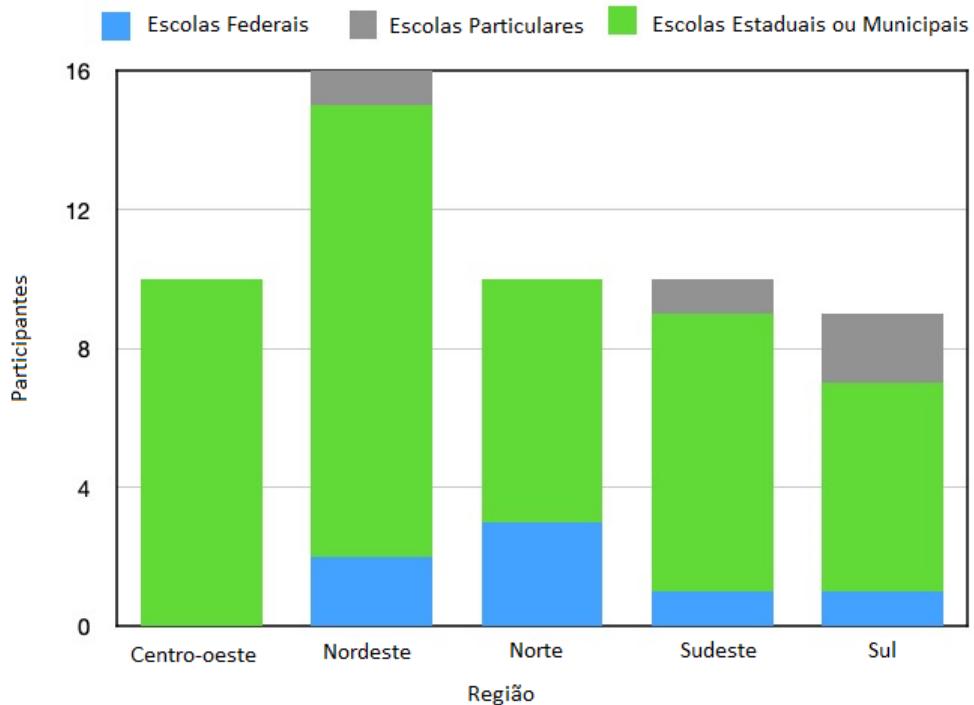


Figura 8: Número de professores selecionados por tipo de escolas nas duas edições da ESPEM

Outros critérios de seleção foram utilizados para classificar os candidatos, como a participação em eventos organizados e apoiados pela SBF que tenham ligação com ensino, ou apoiados por outras instituições, como a Olimpíada Brasileira de Física (OBF), Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas (OBFEP), a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), entre outros.

Antes da realização da primeira edição, foi decidido também que os professores selecionados deveriam assinar um termo de compromisso para disseminarem em sua comunidade escolar todas as atividades relacionadas à divulgação das pesquisas do CNPEM e da SBF ao retornarem para suas cidades. A comissão se comprometeu, a cada edição, em acompanhar as atividades realizadas pelos professores, além de promover atividades nos eventos acadêmicos de ensino e pesquisa de física, como o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), entre outros.

1.4.3 – Seleção dos professores: a primeira coleta de dados

Todos os dados das duas edições são públicos e estão nos websites das instituições organizadoras (ESPEM, 2019; ESPEM, 2020), mas, por decisão da pesquisa, os professores selecionados foram representados pelos códigos P1, P2, P3,, P55, como mostra a tabela 2, sendo vinte professores selecionados em 2019 e trinta e cinco professores selecionados em 2020, em um total de cinquenta e cinco participantes.

Tabela 2: Cinquenta e cinco professores selecionados nas duas edições, pela região, Estado, Ano de participação, gênero e rede de ensino que trabalha prioritariamente.

Professor	Região	UF	Ano	Gênero	Rede de Ensino onde trabalha
P1	Centro-oeste	MT	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P2	Centro-oeste	MS	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P3	Centro-oeste	DF	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P4	Centro-oeste	MT	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P5	Centro-oeste	DF	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P6	Centro-oeste	GO	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P7	Centro-oeste	MS	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P8	Centro-oeste	MT	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P9	Centro-oeste	MT	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P10	Centro-oeste	MT	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P11	Nordeste	MA	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P12	Nordeste	PB	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P13	Nordeste	PB	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P14	Nordeste	PI	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P15	Nordeste	SE	2020	Masculino	Rede particular
P16	Nordeste	PB	2020	Masculino	Rede pública federal
P17	Nordeste	BA	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P18	Nordeste	BA	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P19	Nordeste	CE	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P20	Nordeste	CE	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P21	Nordeste	MA	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P22	Nordeste	PB	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual

P23	Nordeste	PE	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P24	Nordeste	PE	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P25	Nordeste	PI	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P26	Nordeste	SE	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P27	Norte	AC	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P28	Norte	RR	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P29	Norte	TO	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P30	Norte	AM	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P31	Norte	PA	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P32	Norte	AM	2020	Masculino	Rede pública federal
P33	Norte	AM	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P34	Norte	PA	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P35	Norte	PA	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P36	Norte	AC	2020	Masculino	Rede pública federal
P37	Sudeste	RJ	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P38	Sudeste	ES	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P39	Sudeste	MG	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P40	Sudeste	SP	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P41	Sudeste	RJ	2020	Masculino	Rede particular
P42	Sudeste	SP	2020	Feminino	Rede pública federal
P43	Sudeste	ES	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P44	Sudeste	MG	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P45	Sudeste	SP	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P46	Sudeste	RJ	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P47	Sul	PR	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P48	Sul	PR	2019	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P49	Sul	RS	2019	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P50	Sul	PR	2020	Feminino	Rede particular
P51	Sul	SC	2020	Masculino	Rede particular
P52	Sul	SC	2020	Feminino	Rede pública federal
P53	Sul	PR	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual
P54	Sul	RS	2020	Feminino	Rede pública municipal ou estadual
P55	Sul	SC	2020	Masculino	Rede pública municipal ou estadual

Fonte: autor

Os primeiros dados coletados foram as informações na seleção de cada professor. Após selecionados, os professores tiveram suas cartas de intenção separadas e arquivadas, para que, os dados ali registrados, pudessem ser comparados após a participação.

1.4.4 – Análise documental das cartas de intenção dos professores selecionados antes da realização do curso

Um dos critérios mais importantes era as atividades que os professores selecionados realizariam após a participação do curso. Por isso, a pesquisa teve como um de seus objetivos analisar as cartas de intenção de cada selecionado e comparar com as atividades após a participação, para diversos tipos de avaliações.

Cada candidato enviou uma carta de uma página, dentro do formato e limite exigidos no edital, para o processo seletivo, descrevendo todas as ações que aplicaria em suas instituições de ensino e em sua cidade, se fosse selecionado. As cartas dos selecionados foram armazenadas para depois de meses de realização do curso serem analisadas novamente.

As cinquenta e cinco cartas das duas edições da ESPERM foram analisadas com base em Bardin (2011), que explica que as leituras poderiam ser categorizadas e os pontos comuns e interessantes para a pesquisa, armazenados. Essas categorias, quando agrupadas, receberam o nome de unidades de significado (GARNICA, 1997).

Essa análise, também conhecida como análise documental, é uma coleta de dados em uma pesquisa qualitativa, realizada de modo não mecânico. Na medida em que as informações são coletadas e separadas, elas podem ser comparadas com outras informações, dando uma orientação à pesquisa.

1.4.5 – A observação participante durante a realização do curso: uma pesquisa etnográfica

A pesquisa etnográfica analisa o comportamento de um determinado grupo ou de um indivíduo quando está imerso em uma rotina, em que todos os fatores são considerados, como a descrição detalhada do campo de pesquisa e a interpretação do pesquisador (SAMPIERE, COLLADO, LUCIO, 2013).

Essa parte da pesquisa foi realizada com a observação participante, onde o pesquisador estava imerso em todas as etapas do campo de pesquisa. De acordo com Marconi e Lakatos (2011), a observação participante pode ser difícil, pois há uma relação dos comportamentos interpessoais entre os sujeitos da pesquisa e o pesquisador.

Entretanto, a pesquisa etnográfica com observação participante está vinculada à interpretação do observador, e essa coleta de dados é naturalmente influenciada. Para Angrosino (2009): “*A ‘realidade’ que nós etnógrafos percebemos é, pois, sempre condicional; não podemos presumir que outro etnógrafo, olhando em outro momento para o mesmo conjunto de ‘fatos’, chegará exatamente às mesmas conclusões.*”.

Durante todas as etapas presenciais, o pesquisador esteve com os professores participantes. As informações foram registradas nos momentos formais e informais da semana do curso, nas duas edições, e de diferentes modos, sendo utilizadas anotações, gravações de áudios, filmagens. No fim de cada dia, essas informações foram armazenadas para serem analisadas em outro momento e fizeram parte da análise geral de dados.

1.4.6 – Metodologias de coletas de dados após a realização do curso

Todos os cinquenta e cinco professores participantes autorizaram a realização de gravações de áudio e vídeo assim como a utilização da imagem durante o evento para a divulgação nas mídias sociais e para a coleta de dados para esta pesquisa. Essa autorização foi feita por meio do preenchimento de um Termo Livre e Esclarecido da pesquisa e do CNPEM, os quais se encontram nos apêndices.

Para coletar o máximo de dados possíveis, com diferentes percepções, em dois anos de realização do curso, foram realizadas cinco diferentes metodologias:

1º - um questionário para os cinquenta e cinco professores participantes, que deveria ser respondido até uma semana depois do último dia de realização do curso, com questões objetivas. Em cada uma havia espaço para comentários individuais, se fosse da vontade do entrevistado. Para Ribeiro (2008), há grandes vantagens em realizar um questionário, pois as questões costumam ser padronizadas, de forma a garantir uma uniformidade, além de deixarem em aberto o tempo livre para as pessoas pensarem sobre as respostas.

2º - entrevistas individuais semiestruturadas – que estão disponíveis nos apêndices – com quatro professores escolhidos aleatoriamente, sendo dois do curso de 2019 e dois do curso de 2020. Para Manzini (1991), em uma entrevista semiestruturada, as perguntas seguem um roteiro, porém de acordo com o andamento da conversa, outras questões que contribuam com a pesquisa podem surgir, dando ao entrevistado uma liberdade para a resposta. Cada entrevista foi realizada por videoconferência, durou aproximadamente vinte e cinco minutos e foi gravada e integralmente transcrita.

3º- um grupo focal com onze participantes que não participaram das entrevistas semiestruturadas, escolhidos aleatoriamente, sendo cinco de 2019 e seis de 2020. Para Morgan e Krueger (1993), a troca de informações do grupo, com as discussões, relatos de experiências e reações dos participantes, pode dar à pesquisa um espectro maior de dados quando comparado com entrevistas individuais e questionários. O grupo focal foi realizado em uma reunião virtual, com a duração de uma hora e quarenta minutos, em que todos os participantes estavam com as câmeras abertas e autorizaram a gravação – que se encontra nos apêndices. Toda a reunião do grupo focal foi transcrita para que os dados coletados fossem utilizados na pesquisa.

4º - entrevistas individuais com perguntas abertas para dez participantes que não participaram das entrevistas semiestruturadas e do grupo focal. Para Mattar (1994), uma entrevista individual com perguntas abertas dá liberdade ao respondente de se expressar, independentemente da opinião de outros participantes, o que pode contribuir com informações importantes para a pesquisa como um todo. Essas entrevistas foram realizadas por aplicativos de comunicação individual e remotamente.

5º - formulário virtual para coleta de dados dos cinquenta e cinco professores participantes das duas edições para identificar todas as atividades realizadas, entre dez e 22 meses após a realização do curso. O formulário foi por aplicativos virtuais, e o entrevistado poderia responder livremente, podendo consultar o pesquisador, porém com um prazo de quatro dias de resposta, estipulado pelo pesquisador.

1.4.7 – Aporte teórico

Com o objetivo de responder o problema investigado pela pesquisa (*Como a Escola Sirius para Professores de Ensino Médio interfere na formação do professor da educação básica, no diálogo entre professores de todo o Brasil e na produção de materiais didáticos atualizados e que valorizam a ciência e a tecnologia brasileiras?*) e atender ao objetivo geral de contribuir para a formação do professor de física no Brasil, assim como responder aos objetivos específicos apresentando dados que identificam o impacto da ESPEM na formação do professor e na divulgação da ciência para a sociedade, foram utilizados, além dos referenciais teóricos já citados para as metodologias de coletas de dados, outros aportes teóricos, que darão suporte, no decorrer da pesquisa, fazendo um diálogo sobre a elaboração de cursos de formação continuada com a avaliação desses cursos na visão dos professores participantes e na visão da comissão de organização (CARVALHO & GIL-PÉREZ. 2011; PARK & OLIVER, 2008; PIMENTA, 1997; SHULMAN, 1986, 1987, 2005; TARDIF, 2002, 2005; GUSKEY, 2000).

Nas questões referentes à qualidade da formação docente, é feito um diálogo entre os conceitos presentes em alguns trabalhos dos autores Shulman e Tardif. Shulman (1986) apresenta três categorias de conhecimentos para o desenvolvimento cognitivo do professor: o conhecimento do conteúdo, o pedagógico e o curricular. O conhecimento do conteúdo é a busca da compreensão de toda a estrutura da disciplina, de forma que o professor crie uma organização cognitiva dessa estrutura, para dominar aspectos atitudinais, conceituais, procedimentais, representacionais e que darão validade ao conteúdo. O conhecimento pedagógico do conteúdo se relaciona com o professor apresentar o conteúdo e torná-lo acessível e comprehensível aos alunos, para que o professor adapte o seu conteúdo à linguagem e vivência dos alunos. E o conhecimento curricular relaciona-se quando o professor conhece a estrutura curricular do conjunto de programas elaborados, para que o ensino de assuntos específicos seja trabalhado de acordo com o nível dos alunos.

O canadense Maurice Tardif cita Shulman em diversas pesquisas que abordam a temática da qualidade de formação docente (TARDIF, 2002; TARDIF & LESSARD, 2005). Eles concordam com a ausência da preocupação da formação do professor por parte do governo e das universidades. Esses trabalhos, realizados entre as décadas de 1980

a 2010, nos Estados Unidos e Canadá, possuem uma forte ligação com a realidade brasileira. Para Tardif (2002), é necessário que a formação dos professores, durante a universidade ou na formação continuada, seja prioridade para os projetos de governo.

Tardif (2002) apresenta dados que colaboram com as questões dessa pesquisa, como a necessidade da aproximação das universidades com as escolas básicas, sendo isso um dos principais objetivos de uma reforma no ensino. No Brasil, há um grande distanciamento entre essas duas instituições (universidade e escola básica), além da pouca valorização financeira do professor, o que faz com que ele tenha dois ou mais empregos e, consequentemente, não tenha tempo para uma formação complementar. Além disso, poucas instituições de ensino básico no Brasil reconhecem, financeiramente, a formação complementar do professor, como mestrados e doutorados. Para Tardif (2002), o professor precisa se dedicar integralmente a um projeto educacional de uma única escola, e a universidade ou centro de pesquisa precisa dar a esse professor uma formação contínua, proporcionando condições de realizar projetos de mestrado e doutorado.

A preocupação com a formação docente brasileira vem sendo influenciada por autores americanos e canadenses, desde a década de 1960. Quando Shulman (1986) manifesta uma crítica à educação americana e identifica os problemas da educação com a precária formação docente na época, ele segue os passos de autores que já realizavam severas críticas ao sistema de ensino americano, como Gage (1963) e Doyle (1977). Como citado acima, para Shulman (1986), a qualidade da formação docente está ligada ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (da sigla em inglês “*Pedagogical Content Knowledge*”, *PCK*), antes dividido por ele três categorias de conhecimentos (dos conteúdos, o pedagógico e o curricular), e que foi atualizada em sete novos conhecimentos (SHULMAN, 2005):

- Conhecimento do conteúdo a ser ensinado: refere-se ao conhecimento da disciplina na qual o professor é um especialista (física, geografia, história, matemática etc.);
- Conhecimento pedagógico geral: reporta-se, especialmente, àqueles princípios e estratégias gerais de manejo e organização da aula que transcendem o âmbito da disciplina que o professor ministra;
- Conhecimento do currículo: trata-se de um especial domínio dos materiais e dos programas que servem como “ferramentas para o ofício” do docente;

- Conhecimento pedagógico do conteúdo: refere-se ao especial amálgama entre matéria e pedagogia, que constitui uma esfera exclusiva dos professores, sua forma própria e especial de compreensão profissional;
- Conhecimento dos alunos e de suas características;
- Conhecimento dos contextos educativos: abarca desde o funcionamento do grupo ou da aula, a gestão e o financiamento dos distritos escolares, até o caráter das comunidades e culturas;
- Conhecimento dos objetivos, das finalidades e dos valores educativos e de seus fundamentos filosóficos e históricos.

Tardif (2002) contribui, reforçando suas pesquisas no tema e concordando com alguns tópicos da *PCK*, apresentando os diferentes saberes necessários à formação docente de qualidade:

- Saberes da Formação Profissional: Conjunto de saberes que, baseados nas ciências e na erudição, são transmitidos aos professores durante o processo de formação inicial e/ou continuada. Também se constituem o conjunto dos saberes da formação profissional os conhecimentos pedagógicos relacionados às técnicas e métodos de ensino (*saber-fazer*), legitimados cientificamente e igualmente transmitidos aos professores ao longo do seu processo de formação;
- Saberes Disciplinares: São os saberes reconhecidos e identificados como pertencentes aos diferentes campos do conhecimento (linguagem, ciências exatas, ciências humanas, ciências biológicas, etc.). Esses saberes, produzidos e acumulados pela sociedade ao longo da história da humanidade, são administrados pela comunidade científica e o acesso a eles deve ser possibilitado por meio das instituições educacionais;
- Saberes Curriculares: São conhecimentos relacionados à forma como as instituições educacionais fazem a gestão dos conhecimentos socialmente produzidos e que devem ser transmitidos aos estudantes (*saberes disciplinares*). Apresentam-se, concretamente, sob a forma de programas escolares (objetivos, conteúdos, métodos) que os professores devem aprender e aplicar;
- Saberes Experienciais: São os saberes que resultam do próprio exercício da atividade profissional dos professores. Esses saberes são produzidos pelos docentes por meio da vivência de situações específicas relacionadas ao espaço da escola e às relações

estabelecidas com alunos e colegas de profissão. Nesse sentido, “incorporam-se à experiência individual e coletiva sob a forma de habitus e de habilidades, de saber-fazer e de saber ser” (TARDIF, 2002, p. 38).

Uma outra questão que Tardif (2002) apresenta, de forma indireta, e conversa com uma parte desta pesquisa, é a decolonialidade, quando o autor comenta:

“...se a pesquisa universitária vê nos professores sujeitos do conhecimento, ela deve levar em consideração seus interesses, seus pontos de vista, suas necessidades e suas linguagens, e assumir isso através de discursos e práticas acessíveis, úteis e significativas para os práticos. Se sou professor numa universidade do Rio de Janeiro e publico um artigo em inglês numa boa revista americana, é claro que isso é excelente para o meu currículo e para a minha ascensão a carreira universitária, mas será que isso tem alguma utilidade para os professores do bairro da Pavuna nesta cidade? Este exemplo mostra que a pesquisa universitária sobre o ensino é demasiadas vezes produzidas em benefício dos próprios pesquisadores universitários. Noutras palavras, ela é esotérica, ou seja, modelada para e pelos pesquisadores universitários, e enunciada em linguagem acadêmica e em função das lógicas disciplinares e das lógicas de carreira na universidade. Em consequência, ela tende a excluir os professores de profissão ou só se dirige a eles por meio de formas desvalorizadas como a da vulgarização científica ou da transmissão de conhecimento de segunda mão. (TARDIF, 2002, p.239)”

O autor apresenta características coloniais presentes na academia e na formação docente e mostra a importância da decolonialidade na pesquisa nacional.

Com base nas características da formação docente de qualidade definidas pelos referenciais, a ESPEM tem diversos objetivos, entre eles, complementar a formação de qualidade do professor que está em sala de aula, dando estímulo à continuidade da formação individual, criando parcerias institucionais e valorizando a produção acadêmica e científica nacional, além de divulgar e popularizar a ciência.

No decorrer da pesquisa, cada capítulo pretende responder aos objetivos específicos, e, ao final, iremos concluir com o diálogo dos resultados dos capítulos, apresentando a resposta à questão da pesquisa. A partir dos dados coletados antes (pelos cartas de intenção), durante (observação participante) e depois (questionário, entrevistas e grupo focal) de cada edição da ESPEM, iremos identificar a interferência do curso de

formação continuada no professor que está em sala de aula, seja no campo de formação acadêmica, atitudinal e de suas práticas pedagógicas.

1.5- Organização da Tese: o formato *Multipaper*

Há uma tradição na academia de que as dissertações de mestrados e teses de doutorado devem assumir um formato monográfico. Esse formato tem a característica de possuir um início, um desenvolvimento e um fim. Tradicionalmente é um documento extenso e dividido em capítulos separados pela introdução, revisão da literatura, referencial teórico, procedimentos metodológicos, resultados e conclusões (MAUCH e PARK, 2003).

Na literatura, há grandes questionamentos em relação a esse formato e que chamam a atenção da comunidade acadêmica sobre a possibilidade de dissertações e teses no formato *Multipaper*, apresentando aspectos favoráveis no contexto das pesquisas qualitativas, como Garnica (2011), Costa (2014), Barbosa (2015), Duck e Beck (1999), Paltrifge (2002) e Badley (2009).

O formato *Multipaper* é uma compilação de um certo número de artigos e vem como uma alternativa de construção de uma pesquisa acadêmica. Mesmo sofrendo certa resistência na academia (BARBOSA, 2015), esse formato vem sendo aplicado em diversos programas de pós-graduação *stricto sensu* nas principais universidades brasileiras (MUTTI e KLÜBER, 2018), em pesquisas nas áreas de educação e ensino, principalmente nos cursos de matemática e ciências, como a Física, Química e Biologia.

Segundo Barbosa (2015):

Mesmo que estes artigos sejam delimitações de um projeto mais amplo, cada um deles deve ter todas as características necessárias para viabilizar suas publicações. Além disto, o autor pode agregar capítulos introdutórios, em que circunstancia a dissertação ou tese, e capítulos finais, para retomar e globalizar os resultados relatados nos artigos.”

Este trabalho atende às características do formato *Multipaper*, delimitando quatro artigos para compor a tese. Cada artigo tem seu próprio caminho e elementos necessários para que um seja independente do outro. Os quatro artigos fazem parte de um projeto

mais amplo e ao mesmo tempo respondem a questões e reflexões quando são analisados individualmente, colaboram para uma pesquisa que conecta um artigo a outro, e, com isso, fomenta a discussão para a reflexão da pesquisa maior.

Alguns autores descrevem as vantagens para o formato *Multipaper*, como Duke e Beck (1999) e Barbosa (2015), uma vez que:

a dissertação ou tese como uma coleção de artigos exige do mestrando ou doutorando o desenvolvimento de competências que lhe serão exigidas posteriormente como pesquisador (DUKE e BECK, 1999). Selecionar periódicos, preparar manuscritos em conformidade com suas normas e, assim, exercer a capacidade de síntese [...], sem perder a consistência, são, entre outras, algumas das demandas postas aos pesquisadores. Neste formato, o futuro pesquisador já precisa lidar com uma modalidade de relatório de pesquisa predominante – o artigo- que todos nós temos que produzir como participantes da comunidade científica. Trata-se, portanto, de oferecer ao mestrando ou doutorando uma socialização antecipada com um fazer que é próprio do trabalho do pesquisador (BARBOSA. 2015, p. 353).

O formato *Multipaper* traz à pesquisa algumas vantagens, pois amplia o acesso a partes da pesquisa em diferentes periódicos da área, dando ao grupo de pesquisa uma maior produtividade e melhor divulgação pela publicação. Há uma discussão sobre o momento da publicação e isso depende do tipo de pesquisa e do programa de pós-graduação. Esta pesquisa está vinculada a duas grandes instituições nacionais, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Para uma maior divulgação da escola de formação continuada, optamos por submeter alguns dos artigos.

Quando é falado em acessibilidade, os trabalhos escritos no formato monográfico, ou seja, dissertações e teses no modo tradicional, ficam geralmente atrelados às bibliotecas das universidades ou grandes bancos de dados que normalmente são de domínio público. Devido ao grande número de páginas, isso pode limitar a análise e a leitura desses documentos. Uma outra vantagem para esse formato *Multipaper* é que artigos são escritos com um número reduzido de páginas e, quando são publicados em periódicos, podem facilitar o acesso e a visibilidade dos diferentes tipos de leitores.

Contudo, existem algumas desvantagens. Como os artigos são independentes, pode-se passar uma interpretação errada de fragmentação. Procuramos compensar essa

desvantagem elaborando um capítulo inicial com a introdução estendida, que mostra o contexto em que a pesquisa está inserida, e apresenta a conexão que une os quatro artigos. Ao fim da tese, apresentaremos um sexto capítulo com o resultado dos quatro artigos, relacionando-os nas considerações finais.

Outra desvantagem é que alguns trechos na leitura completa da tese terão ideias e conceitos que aparecerão em todos os artigos, dando a ideia de repetição. Porém, só é percebido na leitura da tese completa, o que não acontecerá na leitura individual em cada periódico.

Uma das características da estrutura da tese no formato *Multipaper* é que cada capítulo terá uma introdução, a apresentação da metodologia, o desenvolvimento, resultados com considerações finais e as suas referências. Pelos capítulos serem artigos, eles poderão apresentar metodologias diferentes para achar os resultados, o que contribui para o enriquecimento da pesquisa mais ampla. Os apêndices de todos os artigos, estarão reunidos em conjunto ao fim de toda a tese.

Um outro ponto a ser analisado é a escolha dos periódicos, que muitas vezes delimitam o número de palavras e as características. Compensaremos esse ponto na introdução e conclusão da tese.

Por concordarmos com os argumentos citados e analisando as vantagens e desvantagens, decidimos seguir o formato *multipaper* e a tese ficou dividida em:

Capítulo 1 – Introdução

Foram apresentadas as trajetórias pessoal e profissional do autor da pesquisa, pois elas o motivaram na escolha do tema. Nota-se que, na introdução, há uma necessidade de uma apresentação completa e extensa, para ser o primeiro elo entre os artigos.

A tese investiga a influência de um curso de formação continuada na formação dos professores que já estão em sala de aula. Na introdução, foi apresentada a questão de pesquisa da tese, seguida dos objetivos gerais e específicos, das metodologias aplicadas e dos aportes teóricos utilizados em toda a pesquisa. Neste trecho, foi realizada uma subdivisão para descrever todos os detalhes que fazem os artigos dialogarem.

Capítulo 2 – Artigo 1

Este capítulo apresenta a criação e a estruturação do curso de formação continuada que é a base desta pesquisa, passando pelo objetivo do curso, pela seleção, pelos conteúdos e pela avaliação de alguns professores participantes, seguido das considerações finais.

Este artigo foi publicado na revista *A Física na Escola* – Volume 18, nº 2 de 2020.

Capítulo 3 – Artigo 2

Aborda a parte da pesquisa que identifica a necessidade de valorização da ciência brasileira. É desenvolvida uma discussão com base nos referenciais e no discurso dos professores participantes. Após a apresentação da metodologia, serão apresentados os resultados com uma discussão, seguidos das considerações finais.

Este artigo foi submetido a um periódico que, no período de elaboração do artigo, lançou uma edição especial que tinha o mesmo tema da pesquisa.

Capítulo 4 – Artigo 3

Elucida diferentes metodologias de coletas de dados diversos, a fim de realizar uma avaliação do curso de formação continuada na visão dos professores participantes e no olhar da comissão de organização. Em seguida, foram apresentadas a aplicação com relatos dos participantes, a análise dos resultados e as considerações finais.

Este artigo será submetido após a defesa da tese, por decisão do grupo de pesquisa.

Capítulo 5 – Artigo 4

Este capítulo analisa o impacto da ESPEM nos professores participantes, por meio dos resultados das entrevistas semiestruturadas, do grupo focal remoto e demais pesquisas. Foram identificadas as ações desses professores após a participação do curso, com seus colegas, alunos e comunidade. Em seguida, apresentamos a conclusão, com a discussão dos resultados.

Este artigo foi submetido em um periódico internacional, motivo pelo qual está na língua inglesa, mas uma possibilidade do formato *Multipaper* e autorizado pelo programa de pós-graduação. Foi publicado pela revista *Physics Education*.

Capítulo 6 - Integração da Discussão e Considerações Finais

Integra os resultados dos quatro artigos, fazendo a conexão com o resultado da pesquisa como um todo. Em seguida, apresenta os próximos passos do curso de formação para professores, seguidos das considerações finais da pesquisa.

1.6 – Referências:

ABREU, P.T. As escolas de professores no CERN em língua portuguesa. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) Nós, professores brasileiros de física do ensino médio, estivemos no CERN. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física. 2015. p. 37-58.

ANGOTTI, J. A. P. Desafios para a formação presencial e a distância do físico educador. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 143-150, 2006.

ANGROSINO, M. V. Etnografia e observação participante. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BADLEY, G.. Academic writing: contested knowledge in the making?. Quality Assurance in Education, v. 17, n. 2, p. 104-117, 2009.

BARBOSA, J. C. Formatos insubordinados de dissertações e teses na Educação Matemática. In: D'AMBROSIO, B. S.; LOPES, C. E. (Org.). Vertentes da subversão na produção científica em educação matemática. Campinas: Mercado de Letras, 2015. p. 347-367.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro.2. reimpr. da 1. ed. de 2011. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARROSO, M.F. Início do MNPEF. Disponível em
[http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=489:início-do-npef&catid=150:opiniao&Itemid=316](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=489:inicio-do-npef&catid=150:opiniao&Itemid=316). Acesso em: 20 dez. 2020

BRASIL. Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005. Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 2005.

BONIFÁCIO DE ARAÚJO, R.; ESTEVES, M. A formação continuada de professores e a elevação da qualidade da educação básica. *EccoS – Revista Científica*, 0(51), e15127. doi:<https://doi.org/10.5585/eccos.n51.15127>, 2019

BORGES, O. Formação inicial de professores de física: formar mais! Formar melhor! Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2006.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de Ciências: tendências e inovações. Rev. Téc. Anna Maria Pessoa de Carvalho. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

COSTA, W. N. G. Dissertações e teses *Multipaper*: uma breve revisão bibliográfica. Anais... Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática, v. 8, n. 1, 2014.

CUNHA, S. L. S. Reflexões sobre o EAD no ensino de física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 151-154, 2006.

DENARDIN, L.; LIMA, R. W. M.; HARRES, J. B. S. Evolução do perfil acadêmico profissional de professores brasileiros participantes da escola de física do CERN em língua portuguesa. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 3, 2019.

DOYLE, W. Paradigms for research on teacher effectiveness. In: SHULMAN L. S. (dir.), Review of research on education vol. 5, Itasca: F.E. Peacock, p. 163-199, 1977.

DUKE, N. K.; BECK, S.W. Research news and comment: Education should consider alternative formats for the dissertation. Educational Researcher, v. 28, n. 3, p. 31-36, 1999.

EIJKELHOF, H.; KORTLAND, K.; LOO, F. V. D. Nuclear weapons: a suitable topic for the classroom? Physics Education, 19, p. 11-15, 1984.

ESPEM (2019) - <<http://sbfisica.org.br/v1/escola-lnls-sbf/index.php/pt/index.html>> Acesso em: 20 dez. 2020.

ESPEM (2020) - <<https://pages.cnpem.br/espem/>> Acesso em: 20 dez. 2020.

FERNANDERS, S.; SANTOS. A. Física de Partículas no Ensino Médio: propostas didáticas com abordagens diversas. 2013.

GAGE, N.L. Paradigms for research on teaching. In: GAGE, N.L. (org.). Handbook of research on teaching. A Project of the American Educational Research Association. Chicago: Rand McNally, 1963.

GAMA, E. e BARROSO, M.F. Física na Escola na Europa. Física na Escola, v.10, n.2, p.32-35. 2009.

GARCIA, N.M.D. A Escola de Física CERN e sua contribuição na formação de professores brasileiros de Física do Ensino Médio. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física. p. 59-82. 2015.

GARNICA, A. V. M. Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia. Interface. São Paulo, p. 109-122, 1997.

GARNICA, A. V. M. Apresentação. In: SOUZA, L. A. de. Trilhas na construção de versões históricas sobre um Grupo Escolar. 2011. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - UNESP de Rio Claro: São Paulo, 2011.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. de S. Professores do Brasil: impasses e desafios. Brasília: UNESCO, 2009.

GUSKEY, T. Evaluating Professional Development. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
<https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Censo do ensino superior 2007. Brasília: Inep, 2009. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior/resumos-tecnicos>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopse Estatística da Educação Básica 2018. Brasília: Inep, 2019. Disponível em <<http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

MALDONADO-TORRES, N. "Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto", em Castro-Gómez, Santiago & Grosfoguel, Ramon (coords.) El giro decolonial: reflexiones para uma diversidad epistêmica más allá del capitalismo global. Bogotá: Siglo del Hombre Editores; Universidad Central, Instituto de Estudios Sociales Contemporáneos, Pontificia Universidad Javeriana, Instituto Pensar. 2007.

MANZINI, E. J. A entrevista na pesquisa social. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia científica. 6^a ed. São Paulo: Atlas. 2011.

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise, 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2v., v.2. 1994.

MAUCH, James E.; PARK, Namgi, J. *Guide to the successful thesis and dissertation.* New York: Marcel Dekker, 2003.

MÁXIMO-PEREIRA, M. LHC: o que é, para que serve e como funciona. Física na Escola. v.12, n.1, p.37-41, 2011

MEC (2015). Conselho Nacional de Educação: Conselho Pleno. Resolução: Nº 2, DE 1º DE JULHO DE 2015.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. Revista Brasileira de Física, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 1502-1-1502-9, 2013.

MORGAN, D. L., KRUEGER, R. A. When to Use Focus Groups and Why. In: D. L. Morgan (Ed.), *Successful Focus Groups: Advancing the State of the Art* (pp. 3-9). Newbury Park, CA: Sage Publications. 1993.

MUTTI, Gabriela S. L.; KLÜBER, Tiago E. Formato Multipaper nos programas de pós-graduação stricto sensu brasileiros das áreas de educação e ensino: um panorama. V Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos. Foz do Iguaçu. 2018

OLIVEIRA, Sérgio de Freitas. As vozes presentes no texto acadêmico e a explicitação da autoria. *Pedagogia em Ação*, [S.l.], v. 6, n. 1, mar. 2015. ISSN 2175-7003. Disponível em: . Acesso em: 20 dez. 2020.

PALTRIDGE, B. Thesis and dissertation writing: an examination of published advice and actual practice. *English for Specific Purposes*, 21(2), 125-143, 2002.

PARK, S.; OLIVER, S. Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical ContentKnowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Educacion*, v. 38, n. 3, p. 261–284, 2008.

PIMENTA, Selma Garrido (Org.). *Didática e Formação de Professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal*. São Paulo: Cortez, 1997.

PINTO, A.C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999.

Ribeiro, Djamila. *Lugar de fala* - São Paulo: Sueli Carneiro ; Pólen, 2019.

RIBEIRO, Elisa. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. In: Evidência, olhares e pesquisas em saberes educacionais. Número 4, maio de 2008. Araxá. Centro Universitário do Planalto de Araxá.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). *Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação)*. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SANTOS, M.; FREITAS, D. A construção de saberes docentes por licenciandos e sua influência na identificação inicial com a profissão. *Interacções*, n. 18, 2011, pp. 157-177.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. *Metodologia de pesquisa*. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SBF. Sociedade Brasileira de Física. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Início do MNPEF. 2013 Disponível em http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=polos%2Ftodos&field_ano_tid>All Acesso em 20 dez, 2020.

SHULMAN, L. S. Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the new Reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, L. S. Conocimiento y emseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*. V.9, n.2, Grnada, España, p. 1-30, 2005.

SILVA, C. S., ALMEIDA, M. J. P. M. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n.3, p. 624-652, 2011.

SOUZA, A. J.; ARAÚJO, M. S. T. A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS: um caminho para introduzir tópicos de FMC no ensino médio. *Educar*, Curitiba, v. 37, p. 191-209, 2010.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Vozes, 2002.

TARDIF, M.; LESSARD, C. O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2005.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; FREITAS, D. Science teacher education in Brazil: 1950-2000. *Science & Education*, Dordrecht, v. 18, n. 1, p.125-148, 2009.

VILLEGRAS-REIMERS, E. Teacher professional development: an international review of the literature. Paris: International Institute for Educational Planning, 2003

Capítulo 2

Artigo 1

A luz síncrotron iluminando a formação de professores

Artigo publicado na Revista: *A Física na Escola – Volume 18, nº 2 de 2020*

Este artigo analisa a criação da Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), apresentando os objetivos e a estrutura acadêmica do curso de formação continuada, e apresenta alguns relatos de professores participantes. Foi publicado em um periódico, cujo objetivo é atender a professores de física da educação básica. Essa pesquisa faz parte de uma pesquisa mais ampla que envolve diversos aspectos relacionados à criação da ESPEM.

Capítulo 2 – Artigo 1

A luz síncrotron iluminando a formação de professores

Vitor Acioly

Renan Picoreti

Túlio Rocha

Gustavo Azevedo

Antonio Santos

Resumo

Esse artigo apresenta as duas primeiras versões de um curso de formação continuada para professores de física de ensino médio, em que eles visitam todos os espaços do maior complexo de laboratórios científicos brasileiros e do mais novo acelerador de partículas brasileiro, o Sirius, além de terem aulas teóricas. Esse curso foi realizado em uma parceria do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais com a Sociedade Brasileira de Física com duração de uma semana nos meses de janeiro de 2019 e 2020, a Escola de Síncrotron/Sirius para Professores do Ensino Médio. Durante a Escola, os professores conheceram as instalações do Centro Nacional de Pesquisa de Energia e Materiais, e seus quatro grandes laboratórios: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, o Laboratório Nacional de Biociências, o Laboratório Nacional de Biorrenováveis e Laboratório Nacional de Nanotecnologia. Com a duração de uma semana, os cursos foram ministrados por pesquisadores do próprio CNPEM, que tiveram como objetivo mostrar os conceitos envolvidos e as aplicações dos diversos laboratórios, tendo como meta levar as ideias da aplicação da física moderna para a sala de aula. Os professores que participaram dos cursos, após estarem imersos em toda a atmosfera de pesquisa da ciência de ponta, possuem a missão de divulgarem os avanços da ciência e tecnologia brasileira para os alunos.

Palavras-chave: luz síncrotron, formação em serviço, professores de ensino médio.

2.1-Introdução

Os desenvolvimentos em ciência e tecnologia acontecem de forma rápida na sociedade atual. No entanto, os livros didáticos e os materiais educacionais dos ensinos médio e superior não conseguem acompanhar tais avanços. Além disso, os professores do ensino médio não têm muitas oportunidades para aprender e entender as novas ciências e tecnologias [1]. Os currículos dos cursos de licenciatura em Física pararam no tempo e estão desconectados com a ciência de ponta que é produzida às vezes na própria universidade. Assim, as aulas de física no ensino médio não podem acompanhar as tecnologias avançadas, embora os alunos façam muitas perguntas sobre a ciência básica das novas tecnologias. É fundamental que os alunos consigam satisfazer as suas curiosidades a tempo, motivando-os a aprender sobre os avanços científicos e tecnológicos.

Há uma grande necessidade de integração na formação do professor de física com a produção, reconhecimento e valorização da ciência nacional [2], para que o próprio professor, ao entrar em sala de aula, a defenda e não busque apenas referências externas da ciência “que deu certo”. Essa busca pela melhor formação começa pelo entendimento de conceitos básicos sobre determinados fenômenos da ciência, que desmistifica e aproxima os professores em formação.

O entendimento de forma didática associada a conteúdos como eletromagnetismo, os tipos de radiação, a física moderna [3,4], entre outros assuntos associados à aplicação na tecnologia, aproxima o professor do mundo da pesquisa científica, e contribui para a popularização da ciência dentro e fora da escola.

Neste sentido, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) entendendo essa necessidade da aproximação dos professores de todo o Brasil e da necessidade de divulgar a ciência brasileira de ponta dentro e fora das escolas, criaram um curso de formação continuada para professores de física que já estão em sala de aula.

Aproveitando o momento de grande interesse da mídia e do público em geral pela maior obra de infraestrutura científica construída no país, o Sirius, foi criada a Escola

Síncrotron para Professores de Ensino Médio, que depois passou a se chamar Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM).

Mas o que é o Sirius? É um conjunto de aceleradores de partículas responsáveis pela geração de luz síncrotron. Essa é uma das primeiras fontes de luz síncrotron de quarta geração do mundo. Quando se fala em acelerador de partículas, o imaginário da população em geral é motivado, pois faz referência às grandes estruturas científicas já existentes. Um exemplo é a Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (CERN), na Suíça, onde fica localizado o maior acelerador de partículas do mundo, o Grande Colisor de Hádrons (LHC).

A luz síncrotron é uma radiação eletromagnética intensa, colimada e de amplo espectro, que vai do infravermelho ao raio-x, e que é gerada ao curvar a trajetória dos elétrons nos aceleradores de partículas. Essa radiação pode ser usada como um super microscópio, sondando dimensões de ordens atômicas. As questões envolvidas nos experimentos em fontes de luz síncrotron despertam o interesse do público, principalmente quando a pessoa mais próxima de um cientista é um professor de física. Este foi um dos objetivos principais da criação da ESPEM, aproximar os professores das escolas brasileiras da ciência e tecnologia de ponta produzidas por pesquisadores brasileiros em laboratórios nacionais.

O Sirius é administrado pelo Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) que é uma organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Localizado em Campinas-SP, possui quatro laboratórios referências mundiais e abertos à comunidade científica e empresarial.

O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) opera a única fonte de luz Síncrotron da América Latina e está, no momento em que este artigo é escrito, construindo o Sirius, o novo acelerador brasileiro, de quarta geração, para análise dos mais diversos tipos de materiais, orgânicos e inorgânicos. O Laboratório Nacional de Biociências (LNBio) desenvolve pesquisas em áreas de fronteira da Biociência, com foco em biotecnologia e fármacos. O Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR) pesquisa soluções biotecnológicas para o desenvolvimento sustentável de biocombustíveis avançados, bioquímicos e biomateriais, empregando a biomassa e a biodiversidade brasileira. O Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) realiza pesquisas com materiais avançados, com grande potencial econômico para o país.

Os quatro Laboratórios têm, ainda, projetos próprios de pesquisa e participam da agenda transversal de investigação coordenada pelo CNPEM, que articula instalações e competências científicas em torno de temas estratégicos [5].

Mas como aproximar essa tecnologia de ponta brasileira das escolas de educação básica e da sociedade?

As ações para esse movimento de aproximação têm que ser realizadas em algum dos lados responsáveis: professores, escolas ou centros de pesquisa. Consequentemente, haverá a necessidade de investimentos em algum ou todos os meios que podem ser responsáveis por essa popularização da ciência.

Quando se fala no investimento no ensino de física, lembra-se na formação dos professores de física. No Brasil, há uma carência de professores de física e uma dificuldade na formação de professores, seja durante a graduação na licenciatura em física pelas universidades [5], ou pela formação continuada do professor que já está atuando em sala de aula. Falta motivação para o ensino, ainda mais quando se trata das condições diversas da educação brasileira nesse país continental é um dos principais fatores dessa carência.

Com essa experiência de professores de ensino médio que têm interesse em se qualificar para intimamente se motivarem em conjunto com a criação de um grande centro tecnológico com ciência de ponta com pesquisadores de excelência, foi criado em 2018 um grupo para elaboração da Escola para Professores, com representantes do LNLS e da Sociedade Brasileira de Física. O objetivo foi produzir um curso que contribua para a formação continuada de professores de Física em serviço.

Este artigo está dividido como segue: após esta introdução, os objetivos gerais e específicos da ESPEM são apresentados na segunda seção. A terceira seção apresenta os critérios de seleção utilizados de modo a atingir ampla diversidade regional e de gênero. A quarta seção discute o conteúdo lecionado durante a Escola. Em seguida, apresentamos os relatos de alguns dos professores participantes de como o conhecimento adquirido durante a Escola contribui para o enriquecimento de suas práticas em sala de aula. No final, algumas considerações são apresentadas.

2.2-Objetivos da ESPEM

A ESPEM foi concebida como uma formação em serviço, se propondo ao fomento de reflexões sobre a prática profissional a partir do conteúdo da física contemporânea. Muitos estudos acadêmicos apontam o grande distanciamento entre pesquisas científicas e ensino básico [6], e os professores não podem ficar de fora desde processo de revolução educacional. Ter um complexo de laboratórios com tecnologia de ponta e um acelerador de partículas no Brasil, oferece uma oportunidade única para a formação de professores do ensino básico e fundamental. Entre os objetivos da ESPEM, podemos citar: promover o ensino da física e, em particular da física envolvida na utilização da radiação síncrotron, no ensino médio; promover o intercâmbio de conhecimentos e experiências entre professores de diferentes regiões do Brasil; expor os professores de física do ensino médio ao mundo da pesquisa; estimular atividades relacionadas à popularização da física dentro e fora da sala de aula; estreitar os laços entre o CNPEM e as escolas brasileiras.

Reconhecendo a importância da mudança da atual estrutura dos cursos de formação de professores, da aproximação das pesquisas científicas brasileiras na área da educação básica [7] e da necessidade da troca de experiências e vivências dos professores em diferentes cidades, a criação da ESPEM converge com a motivação do professor [8]. Ao participarem da ESPEM os professores passam então de educadores a educandos, e nessa visão de alunos, os participantes se sentem motivados a aprender.

Para que haja uma transformação e mudança, é preciso trabalhar a motivação dos educadores e estudantes. Segundo Acioly [9]:

“A motivação do aluno é algo fundamental para os processos de ensino e aprendizagem, não apenas para o de Ciências, mas para o de qualquer conhecimento. É preciso captar e prender a atenção do aluno, para que o ensino seja mais efetivo, além de mais agradável, tanto para quem aprende como para quem ensina. O conceito da motivação está ligado à necessidade do ser humano de sobrevivência.”

Um professor motivado, ao ter a oportunidade de ficar uma semana em um complexo de laboratórios de pesquisa de ponta e que tem ligação com sua área de

formação, consegue fazer correlações com os conhecimentos teóricos envolvidos nas pesquisas com os conteúdos escolares. Segundo um participante da ESPEM 2019:

“Eu consigo, hoje, conciliar alguns assuntos da Física para o que foi vivenciado ou é vivenciado lá no acelerador de partículas. Primeiro, porque quando a gente começa a falar de partícula, os nossos alunos ou, às vezes, até nós professores... falávamos de uma coisa que era muito distante. Acelerador de partícula a gente só conhecia nos livros ou na televisão, quando passava alguma reportagem falando sobre o CERN ou outro acelerador de partículas. Eu não sabia que tinha um acelerador de partículas no Brasil. Isso não era do meu conhecimento. Ainda mais do tamanho e da magnitude que é o Sirius, ou que vai ser o Sirius, não é? Mas para a nossa prática pedagógica é muito enriquecedor, porque a gente consegue conciliar os nossos conteúdos vendo um livro didático que a gente tem que trabalhar em sala de aula com os nossos alunos, com aquilo que é feito lá, aquilo que é feito no acelerador de partículas.”

Com base na experiência de diversos professores de física que frequentaram outros cursos de formação, como, por exemplo, a Escola CERN em língua portuguesa, que é um curso de formação continuada que ocorre uma vez por ano na Organização Europeia de Pesquisas Nucleares (CERN), citados em diversos artigos [10-16], foi sugerido um curso de formação para contribuir para a formação de professores de física no CNPEM. Sendo uma intenção do CNPEM em conjunto com a SBF, foram selecionadas uma comissão que teve como objetivo elaborar um curso para contribuir para a formação continuada de professores, apresentando a tecnologia e ciência de ponta brasileira, elaborando todas as etapas do processo seletivo: da divulgação, passando pela seleção de professores e finalizando na elaboração do curso.

Um dos professores selecionados, que participou das duas escolas, a Escola CERN e ESPEM, afirma:

“A ESPEM, em particular, quando comparo com a Escola CERN, foi muito mais proveitosa até por causa da língua. Mesmo sendo uma escola em português, é aquele português de Portugal, que quando é falado rápido, fica complicado. Eu acho que mesmo a relação com os pesquisadores, aqui é muito mais tranquilo, pois você conversa muito com todos eles. Então, para mim, as expectativas eram as melhores possíveis. Eu acho que foi tudo ótimo nessa história. Embora a escola do CERN tivesse mais coisas na minha área de formação, essa escola para mim foi mais inovadora, porque tinha muitas coisas que eu não conhecia. Tem muitas coisas que eu ainda não conheço.”

Com base nas duas turmas que já aconteceram em 2019 e 2020, a ESPEM tem atingido o objetivo de aproximar a pesquisa de ponta com o ensino básico. Com base na experiência trazida dos selecionados, e com a proposta das oficinas didáticas, propostas começaram ser elaboradas e estruturadas para relacionar as aplicações da ciência envolvida em todo complexo de laboratórios com os conteúdos da educação básica.

Os participantes tiveram contato com a mais alta tecnologia de ponta desenvolvida e aplicada no Brasil. Além de terem aulas e palestras de física moderna e clássica com os pesquisadores de renome mundial e visitaram diversas instalações do CNPEM. Os professores tiveram aulas de radiação eletromagnética, aceleradores de partículas, produção de luz sincrotron, ótica de raios X e detectores: espalhamento e difração de raios X, espectroscopia de raios X e tiveram a missão de serem embaixadores do Sirius em seus estados.

A participação de vinte professores em 2019 e trinta e cinco professores em 2020, sendo de praticamente todos os estados da federação, e de realidades bem distintas, enriqueceu muito mais o curso e criou laços entre os professores que eram alunos naquele momento e com os pesquisadores que estavam no papel de professores.

2.3- Seleção dos professores

Os dois primeiros cursos realizados, em 2019 e 2020, tiveram entre os critérios de seleção a necessidade de estar em sala de aula, para que a troca fosse mais rica. Ela ocorreu entre os meses de agosto e janeiro anteriores da realização de cada Escola.

Como o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) tem como objetivo, na idealização desse curso de formação continuada de professores, estimular e formar futuros cientistas no âmbito nacional, foi decidido, em comum acordo com a comissão de organização, realizar uma seleção em que os professores escolhidos fossem os embaixadores do CNPEM em seus estados. Com isso a seleção teve como objetivo atingir o maior número de estados e de regiões do Brasil, dentro no número de vagas dando um certo equilíbrio dentro dos pré-requisitos solicitados no edital.

A primeira edição da ESPEM, intitulada Escola de Síncrotron Para Professores do Ensino Médio, foi realizada de 14 a 18 de janeiro de 2019. Dentre mais de 200 inscrições recebidas de todo o País, foram escolhidos 20 professores, sendo 12 do gênero feminino, de 16 estados (AC, AM, ES, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PI, PR, RJ, RR, RS, SP, TO) e do Distrito Federal.

Os critérios utilizados na seleção dos professores, na primeira edição, especificavam que os professores deveriam, dentre os vários pré-requisitos: trabalhar no ensino médio em pelo menos uma escola pública, podendo acumular cargo com outra escola pública ou escolas privadas; comprometer-se em assinar o termo de compromisso em divulgar a ESPEM em seu retorno à sua cidade de origem, explicando como será essa divulgação; comprovar a participação em diferentes projetos, como o PIBID, as Olimpíadas e outros eventos e/ou atividades de pesquisa ou extensão ligados ao ensino de Física; comprovar a participação de eventos sobre o ensino de Física como simpósios, congressos e encontros, como exemplo o Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF) e apresentar uma justificativa de seu interesse em participar do projeto.



Fig. 1 – Professores da turma de 2019 com as bandeiras de seus estados de origem no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

Já a segunda edição da ESPEM, intitulada Escola de Sirius Para Professores do Ensino Médio, foi realizada de 20 a 24 de janeiro de 2020. Dentre as inscrições recebidas de todo o país, foram escolhidos trinta e cinco professores, em um aumento do número de vagas devido ao sucesso do ano anterior, sendo quinze do gênero feminino, de vinte estados (AC, AM, BA, CE, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, PI, RS, RJ, SC, SE, SP) e do Distrito Federal.

A maior parte dos critérios utilizados na seleção dos professores na edição de 2020 foi mantido em relação ao ano anterior. Porém, devido ao aumento do número de vagas oferecidas, os professores precisavam escolher em qual critério gostariam tentar a seleção: as vagas relativas as escolas municipais e estaduais, as da rede federal ou das instituições particulares.

Para a segunda edição das trinta e cinco vagas oferecidas para a escola, vinte e cinco foram para professores de escolas municipais e estaduais, cinco para professores de escolas privadas e cinco para professores de escolas federais. Caso o professor acumulasse mais de um vínculo em diferentes esferas de atuação, ele deveria escolher no ato da inscrição em qual tipo de vaga ele gostaria de concorrer no processo seletivo.



Fig. 2 – Professores da turma de 2020 exibem orgulhosamente as bandeiras de seus estados de origem na entrada no Sirius.

2.4- Conteúdo didático e programação

Na seleção e adequação dos conteúdos apresentados, foi levada em conta a sua contextualização e a interdisciplinaridade. As duas versões da ESPEM tiveram duração de 6 dias no CNPEM, os professores ficaram durante o dia inteiro imersos em aulas teóricas, visitas aos laboratórios, seminários com pesquisadores dos laboratórios nacionais, oficinas didáticas para elaboração de propostas para trabalhar os assuntos apresentados no ensino médio e miniapresentação dos participantes selecionados.

As aulas teóricas e expositivas foram realizadas nos laboratórios e auditórios dos laboratórios nacionais e incluíram tópicos que de certa forma dialogavam com assuntos que poderiam ser trabalhados na educação básica como: aceleradores de partículas, produção de luz sincrotron, óptica de raios X e detectores, e conceitos básicos de técnicas experimentais como espalhamento e difração, espectroscopia, entre outros.

Em cada uma das aulas, foram explorados diferentes conceitos básicos da física clássica e física moderna no contexto da produção e uso de luz sincrotron. Dentre eles, movimento circular, sistemas oscilatórios, eletromagnetismo, relatividade especial, teoria quântica e interação da radiação com a matéria.

Diariamente, os participantes foram também introduzidos às pesquisas de cada laboratório e realizaram visitas as respectivas instalações. Por fim, para a imersão dos participantes com a pesquisa de ponta realizada no CNPEM, foram apresentados seminários com temas atuais em diferentes áreas em que atuam os pesquisadores do Centro.

A necessidade de aproximar a ciência e tecnologia de ponta da educação básica ficou bem clara na fala de um dos professores selecionados:

"Bom, a Escola Sirius, na verdade, é uma oportunidade para nós professores termos acesso a um centro de pesquisa de excelência. E o que a gente entende da ESPEM e dessa essa relação com a SBF, a Sociedade Brasileira de Física? Que é uma oportunidade, para nós professores da área, de termos uma educação continuada, direcionada, fazer links com o mundo prático das pesquisas de ponta. Então, para nós é uma grande oportunidade. Ninguém gostaria de deixar essa oportunidade passar, não é mesmo? Eu acho

que qualquer professor que tem acesso a uma semana imerso lá, aprendendo sobre conteúdos que a gente passa no dia a dia da sala de aula e que a gente explica, mas a gente adoraria ver aplicações práticas, e pesquisas bem aprofundadas sobre o tema. Claro que todo mundo adoraria viver isso?!

Então, a escola serviu como um divisor de águas para a grande maioria de todos os professores lá. Porque a maioria tinha uma vivência muito clara na sala de aula com o ensino médio. A gente tinha uma experiência de lidar com esse público, mas esse enriquecimento do que a gente viveu lá nos auxiliou muito no dia a dia. Foi bem positivo esse nosso vínculo com a Escola Sirius.”

Em alguns momentos, durante a programação, para incentivar a troca de experiências e interação, os professores participantes se reuniram para elaborar propostas de aplicação de conteúdos estudados na ESPEM para o ensino médio, e discutir a aplicação de experimentos de baixo custo para realização em suas salas de aula, além de pensar em estratégias de divulgação das pesquisas realizadas no CNPEM em seus estados. Realizaram também uma pequena apresentação de suas propostas escritas na carta de intenções e justificativa para os demais participantes.

Ficou visível na fala de alguns participantes a criação dos assuntos ali estudados com a rotina escolar. Por exemplo uma professora que participou em 2020 relatou:

“Quando aparecesse um conteúdo... Tipo assim: apareceu, no primeiro ano [do ensino médio] Movimento Circular. Aí, eu ia usar a trajetória aproximadamente circular que os elétrons fazem lá, para dar um exemplo. Quando eu fui falar de eletromagnetismo no terceiro ano [do ensino médio]... A história de quando a carga tem um sinal ela vai para um lado, quando tem o sinal oposto ela vai para outro. Então, a minha intenção era usar isso na sala de aula.”

E outro professor participante em 2019, concordou:

“No meu planejamento, por exemplo, eu já coloco essa questão do acelerador de partículas, quando eu vou falar de determinados assuntos. Quando vou falar de Óptica, lembro muito da questão do monocromador porque aquilo me chamou a atenção. Como é manipulado, como conseguem manipular a faixa de energia e a faixa de luz que eles querem utilizar... Quando eu vou falar sobre elétrons, por exemplo - eu começo falando sobre elétrons para os alunos do terceiro ano [do ensino médio]. Quando a gente vai ver mais a fundo a questão da eletricidade - que eu sempre começo falando sobre os átomos - eu

resgato essa questão dos modelos atômicos... Eu sempre falo do movimento desse elétron bem próximo à velocidade da luz para gerar essa radiação toda, que é utilizado pelo acelerador de partículas.”

Ao final do evento, os participantes receberam um certificado com a quantidade de horas comprovando sua participação, para a apresentação em suas escolas de origem e para usar como carta de entrada em futuras apresentações.

2.5-Avaliação da escola pelos participantes

Ao finalizar as duas edições da ESPEM, os professores participantes deram seus depoimentos sobre a experiência na escola formação continuada e como foi a contribuição em sua rotina de trabalho, e um dos participantes relatou:

“...a escola serviu como um divisor de águas para a grande maioria de todos os professores que participaram. Porque a maioria tinha uma vivência muito clara na sala de aula com o ensino médio. A gente tinha uma experiência de lidar com esse público, mas esse enriquecimento do que a gente viveu lá nos auxiliou muito no dia a dia. Foi bem positivo esse nosso vínculo com a Escola Sirius.”

Quando a pergunta foi relacionada à contribuição da ESPEM para as práticas pedagógicas, um outro professor, relatou:

“A ESPEM nos colocou em contato com professores de vários estados, com situações totalmente distintas das nossas. Então, o que achávamos que era um problema, percebíamos que muitos outros professores de outros lugares resolveram, deram soluções para os mesmos problemas, ou similares, com uma opção criativa, utilizando elementos de mais prática em sala de aula, utilizando os poucos recursos que tinham para incentivar... Então, a gente conseguiu aproveitar bastante essa experiência dos outros para compreender as nossas problemáticas nas nossas escolas e comunidades. Principalmente, para aqueles que lidam com a escola pública. E a gente conseguir entender o problema, conseguir achar soluções e ter com quem compartilhar também. Porque agora nós já temos a vivência de outros que passaram pela experiência

e alguns tiveram sucesso, outros, insucesso, mas essa troca de experiência nos ajudou a entender a nossa situação em nossa cidade, na nossa comunidade, e poder atuar de forma mais efetiva.”

Ao ser perguntado sobre as expectativas sobre a ESPEM, um professor relatou:

“As expectativas eu falo quais eram: conhecer os laboratórios; conhecer os pesquisadores e conversar com eles; entender o que se fazia lá, a partir do ponto de vista técnico e a partir do ponto de vista deles, porque eles têm um compromisso muito grande de retornar para a sociedade todo investimento que eles fizeram. Então, eu queria ter essa interação com eles. As expectativas foram atendidas, foram ultrapassadas. O que a gente via era muita proatividade neles. Todos aqueles que se apresentaram, se apresentaram porque queriam estar falando com a gente. Eles queriam estar apresentando. Eles sabiam dos nossos dilemas e eles até falavam “Eu vim da escola pública também”, “Eu não tinha nada disso na minha época”, “Eu comecei meu trabalho na escola, depois virei pesquisador, mas agora é o momento de eu poder retribuir com alguém”. Então, as expectativas foram ultrapassadas! Além de conhecer a estrutura e tudo aquilo que eu desejava conhecer, conhecer as pessoas por trás daquilo. Foi muito legal! Conhecer a boa vontade, a empatia deles com a gente, o desejo de passar o conhecimento e o desejo de estarem disponíveis. Porque nós temos o contato de boa parte deles, não é? Eles se colocaram sempre à disposição para qualquer dúvida. E isso é ótimo! Com certeza foram ultrapassadas as expectativas!”

Um outro comentário que vale destaque foi:

“Eu não tinha grandes expectativas. Eu acreditava que seria uma espécie de curso, como se fosse um evento de uma semana, um congresso, alguma coisa desse gênero. Eu fiquei muito surpresa, primeiro por conseguir compreender que os brasileiros desenvolvem, sim, pesquisa de ponta, e que nós temos centros de pesquisa de contribuem para a ciência mundial. Eu fiquei surpresa também com a estrutura, a dimensão, o tamanho dos laboratórios de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais. Me surpreendi com o nível do curso. Achei que tudo foi transposto com uma linguagem muito acessível, e que houve uma real preocupação de fazer com que o curso não fosse destinado a acadêmicos, mas sim a professores. Então, foram superadas as minhas expectativas.”

Os professores apontam ainda alguns pontos que poderiam ser melhorados, por exemplo, um tempo maior para visitas, aprimorar as oficinas didáticas, adicionar palestras sobre o ensino de física moderna e contemporânea, distribuição de bibliografia antes do

evento e permitir momentos para a discussão da aplicação em sala de aula dos temas tratados.

Mas o que é percebido em todos os relatos é um reconhecimento da grandeza do projeto e da necessidade de continuar sempre inovando, aumentando o número de vagas e tornando o projeto cada vez mais multidisciplinar, como, por exemplo, a sugestão de inclusão de professores de Química e Biologia.

2.6-Considerações finais

Um dos relatos mais frequentes que os professores apresentaram para descrever a ESPEM foi a oportunidade de interagir com colegas de todas as regiões do Brasil, sendo também uma oportunidade única de entrar em contato com pesquisadores e pesquisas de ponta realizadas no Brasil, promovendo sinergias entre os professores e pesquisadores através da troca de conhecimentos e de experiência. Entendemos que a ESPEM é mais do que um curso de formação continuada; é uma oportunidade de desenvolver colaboração para um objetivo compartilhado, que é o envolvimento efetivo de professores de física do Ensino Médio com a física moderna, a descoberta científica e a inovação, combinando recursos humanos com o objetivo de melhorar o ensino de Física no Brasil. Vários dos professores têm realizado, desde então, seminários e apresentações sobre o que aprenderam na ESPEM para seus alunos e outros colegas professores. Isso ilustra o potencial multiplicativo desta iniciativa para divulgar a ciência e tecnologia na sociedade, principalmente nas regiões mais afastadas do país.

2.7-Referências

- [1] REZENDE, F.; LOPES, A.; EGG, J. Identificação de problemas do currículo, do ensino e da aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de professores. Ciência& Educação, v. 10, n. 2, p. 185-196, 2004.
- [2] RICARDO, Elio Carlos. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação). 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010, v., p. 29-51.
- [3] SINFLRIO, D. A.; FONSECA, P.; COELHO, L. F. S.; SANTOS, A. C. F. Teaching electromagnetism to high-school students using particle accelerators. Physics Education, v. 41, p. 539-541, 2006.
- [4] SANTOS, A. C. F., FONSECA, P.; COELHO, L.; Can accelerators accelerate learning? In: XX International Conference on the Application of Accelerators in Research and Industry, 2008, ort Worth, USA AIP Conference Proceedings, v. 1099, p. 211-213 (2009)
- [5] <http://cnpem.br/> Acesso: 26 de maio 2020
- [6] NORMAN E.; LARIMER E.; RECH G.; LEE J.; VUE C.; LEUBANE T.; ZAMVIL K.; GUTHRIE L. Bringing atomic and nuclear physics laboratory data into the classroom, American Journal of Physics 72 (5), 652-654, 2004
- [7] ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisadoracadêmico. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Org.)Cartografias do trabalho docente. Campinas: Mercado de Letras, 1998.
- [8] TAPIA, Jesus Alonso. *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz.* Tradução Sandra Garcia. 2. Ed., São Paulo: Loyola, 1999.
- [9] ACIOLY-BARBOSA, Vitor. Visitas virtuais como instrumento motivacional para o ensino de ciências e divulgação científica / Vitor Acioly Barbosa. – Niterói: [s.n.], 2015.

- [10] GAMA, E. e BARROSO, M.F. (2009). Física na Escola na Europa. *Física na Escola*, v.10, n.2, p.32-35.
- [11] MÁXIMO-PEREIRA, M. LHC: o que é, para que serve e como funciona. *Física na Escola*. v.12, n.1, p.37-41, 2011
- [12] FERNANDERS, S.; SANTOS. A. Física de Partículas no Ensino Médio: propostas didáticas com abordagens diversas. 2013
- [13] ABREU, P.T. As escolas de professores no CERN em língua portuguesa. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) *Nós, professores brasileiros de física do ensino médio, estivemos no CERN*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física. 2015. p. 37-58.
- [14] GARCIA, N.M.D. A Escola de Física CERN e sua contribuição na formação de professores brasileiros de Física do Ensino Médio. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) *Nós, professores brasileiros de física do ensino médio, estivemos no CERN*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física. 2015. p. 59-82.
- [15] DENARDIN, L.; LIMA, R. W. M.; HARRES, J. B. S. Evolução do perfil acadêmico profissional de professores brasileiros participantes da escola de física do CERN em língua portuguesa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 3, 2019.
- [16] ALEXOPOULOS, A.; PAVLIDOU, M.; CHEROUVIS, S.” Playing with Protons”: a training course for primary school teachers at CERN Phys. Educ. 54 (2019) 015013 (13pp)

Capítulo 3

Artigo 2

Luz Síncrotron Promovendo o Giro Decolonial

Este artigo analisa os aspectos coloniais nos discursos dos professores participantes da Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), apresentando referenciais de pesquisas ligadas a decolonialidade e o papel da ESPEM de promover esse Giro Decolonial. Apresentando a valorização da ciência produzida no Brasil, para contribuir para que o professor da educação básica, leve esses conceitos que o Brasil produz ciência de ponta, para as escolas de ensino fundamental, ensino médio, universidades, outros professores e a população em geral. Essa pesquisa faz parte de uma pesquisa mais ampla que envolve diversos aspectos relacionados à criação da ESPEM.

Capítulo 3 – Artigo 2

Luz Síncrotron Promovendo o Giro Decolonial

Vitor Acioly

Rodrigo Moraes

Antonio Santos

Resumo

Este artigo é um recorte de uma pesquisa de doutorado de caráter qualitativo, visando, inicialmente, investigar como os processos de treinamento em serviço contribuem para que docentes da área de exatas transformem suas práticas de ensino, por meio da valorização dos seus saberes e das possibilidades de reflexão e aprendizagem. Pela análise do discurso dos sujeitos participantes de um curso de formação em serviço, percebeu-se que, no imaginário deles, existia um *locus* exclusivo de produção de conhecimento significativo e que esse tipo de percepção colaborava de maneira efetiva para invisibilizar contribuições científicas brasileiras. Com a intenção de entender a origem desses discursos subalternizados, apresenta-se uma breve revisão da literatura sobre a colonialidade do saber, tendo como referência o grupo Modernidade/Colonialidade. Os dados empíricos foram produzidos pela observação participante em curso de formação em serviço oferecido pela Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM) oferecido nos anos de 2019 e 2020, a partir de narrativas dos sujeitos participantes. Os resultados indicam uma subalternização epistemológica por meio de discursos que exaltam a produção científica de países europeus e que apagam a produção científica brasileira. As análises também indicam o papel da ESPEM na promoção de uma virada decolonial.

Palavras-chave: Escola Sirius. Luz Síncrotron. Decolonialidade. Ensino de Matemática e Física. Formação de Professores.

3.1- Introdução

“Sabemos agora, nem tudo que é bom vem de fora.” (Jorge Aragão, cantor brasileiro)

Uma gama enorme de autores consagrados já teceu duras críticas aos diversos sistemas coloniais e analisou males que esses sistemas ofereceram às diversas populações em diferentes regiões geográficas e períodos históricos. A historiografia tradicional nos conta que o Brasil esteve inserido nesse sistema, oficialmente, até setembro de 1822, quando se instaurou o império independente do Brasil.

Entretanto, por meio de uma análise mais apurada dos fatos, percebe-se que a dominação colonial não se esgotou após a “independência,” nem mesmo após a Proclamação da República em 1889, visto que, comportamentos e saberes dos colonizadores europeus continuaram introjetados no tecido social brasileiro de maneira unilateral e sólida.

Aníbal Quijano (2005, 2007) explicou essa permanência, imposição ou hierarquia cultural europeia (valores, estética, formatos políticos, ciência, entre outros) por meio do conceito da colonialidade - forma atual de colonialismo - que se manifesta em três dimensões: colonialidade do poder, colonialidade do ser, colonialidade do saber. Entre os povos colonizados como o brasileiro, a colonialidade é identificada com facilidade, quando, por exemplo, busca-se copiar o comportamento e o pensamento eurocentrados aplicando-os nas diversas faces das relações sociais.

Cabe dizer, para evitar interpretações equivocadas, que o imbróglio não são as heranças culturais absorvidas pela população ao longo dos anos. Esta herança se torna problemática quando somente o conhecimento, os valores, a estética, a ciência, entre outros, de um único grupo hegemônico (no caso, europeu e, mais recentemente, norte-americano) são considerados como relevantes. Torna-se nociva quando as “outras culturas” e os “outros saberes” para além da Europa e da América do Norte são desvalorizados, invililizados ou obliterados.

Dentro dessa perspectiva, a repetição do discurso de que apenas os saberes europeus ou europeizados portam conteúdo relevante, conduziu inúmeros brasileiros a converterem-se, percebendo ou não, em eurocêntricos. Por conseguinte, a supervvalorização da imagem europeia e norte-americana cria para o sujeito brasileiro a necessidade de ser o reflexo do sujeito europeu ou norte-americano. Cria-se, no imaginário do brasileiro, a percepção de que, para obter a “perfeição”, é precisose aproximar ao máximo, em diversas instâncias, do que é considerado europeu ou europeizado.

Dentro das fronteiras a que se propõe este ensaio, ou seja, nos limites que circundam as chamadas “ciências exatas”, foram identificados, nesta pesquisa, aspectos de colonialidade e consequente visão eurocêntrica em professores de Matemática e Física que participaram de curso oferecido pela Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM). A ESPEM oferece curso de formação para professores em serviço da educação básica, com duração de uma semana. O curso é realizado no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), onde os professores selecionados, ficam imersos no ambiente de pesquisa em contato direto com pesquisadores de diversas áreas de atuação.

Levanta-se a hipótese, neste ensaio, de que a massificação dos ensinamentos de caráter eurocentrado no decorrer de suas formações ofuscou a percepção desses educadores em relação à produção científica nacional. As heranças científicas do colonizador se tornam um problema quando educadores passam a conceber que apenas os países da Europa e os Estados Unidos capacitaram-se para fornecer — no passado e na atualidade — à humanidade todas as cabeças pensantes, todos os cientistas que nos presentearam com todas as teorias matemáticas e leis que explicam os fenômenos da natureza.

Educadores atrelados a esse ponto de vista monofásico tendem a desenvolver sentimentos de inferioridade “intelectual científica regional” e, consequentemente, compartilham esse sentimento, consciente ou inconscientemente, com estudantes. Inclinam-se a não reconhecer ou mesmo não acreditar que existe ciência de ponta feita no Brasil.

Este ensaio tem por finalidade se aprofundar nesse complexo tema, levando em consideração que o problema nasce da classificação hierárquica entre os saberes, quando

se considera que o método científico e a própria ciência europeia são superiores a “outros conhecimentos”.

O objetivo é investigar e identificar, com base nas entrevistas realizadas com educadores que participaram da formação do ESPEM nos anos de 2019 e 2020, como os processos de formação em serviço contribuem para que professoras e professores da área de exatas transformem suas práticas docentes, de modo a valorizar mais os próprios saberes e as possibilidades de reflexão e aprendizagem.

Foram observados, de maneira espontânea, alguns aspectos de colonialidade entre os pesquisados. Por meio desta investigação, percebeu-se que, no imaginário das pessoas entrevistadas, existia um *locus* exclusivo de produção de conhecimento significativo, que pode colaborar, de maneira efetiva, para invisibilizar contribuições científicas brasileiras.

Como argumenta o sociólogo Guerreiro Ramos, as pessoas são “seres em situação” que, ao se defrontarem com a realidade histórico-social, não estão libertas de “julgamentos de valor, pré-noções e mesmo de *tendências*” (Ramos, 1995, p. 35). As instituições de ensino brasileiras seguem o modelo eurocentrado de ensino. Sendo assim, não é surpresa que tenhamos, no país, majoritariamente, educadores “ocidentalcêntricos”.

Qualquer centro de produção de conhecimento ou tecnologia fora da Europa (e também, na história mais recente, os Estados Unidos) é percebido como mera cópia e/ou inferior, causando a sensação de que regiões fora do norte epistemológico não produzem ciência de ponta. Em outras palavras, a produção de conhecimento desses “outros” pesquisadores é apagada ou relegada a segundo plano, sendo desconsideradas não apenas pelos “colonizadores atuais,” mas também pelos que se encontram em plena colonialidade, ou seja, os “novos colonizados”.

Pensar essas questões e encontrar meios efetivos para mudanças nesse cenário, visando à libertação dos entraves da colonialidade, é fundamental para reduzir complexos psíquicos de inferioridade desenvolvidos por educadores. Dessa forma, busca-se colaborar para eliminar das diversas dimensões das ciências classificadas como exatas, parafraseando o dramaturgo Nelson Rodrigues, o “complexo de vira lata” desenvolvido pelo povo brasileiro, em particular estudantes.

Para isso se faz necessário “aprender a desaprender” (Mignolo, 2008, p. 290), por exemplo, desaprender a história única de produção científica que é contada pelos manuais das áreas ligados a exatas. Vislumbra-se contribuir para que docentes conheçam e reconheçam que existe produção científica de matemáticas (os), físicas (os), químicas (os) brasileiras(os), entre outros, que conheçam, sobretudo, a produção científica de negros e mulheres, grupos minoritários em matemática e física.

Cabe ressaltar que além de sub-representados, matemáticas (os) negras (os) e físicas (os) negras (os) têm suas produções científicas apagadas dos manuais didáticos, o que colabora para manutenção da colonialidade. Com isso, acredita-se que estes servirão de fonte de propagação da ciência brasileira, especialmente na educação básica.

Crease, Martin, e Staley (2019) argumentam que o legado das influências coloniais permeia as artes e humanidades, as ciências sociais e até as ciências biomédicas. Pode-se imaginar, enfatizam os autores, que o caso é muito menos evidente para a matemática e a física. Porém, as contribuições dos conhecimentos físicos, matemáticos e tecnológicos para o imperialismo nos séculos XIX e XX, por meio das formas de produção de energia, de transporte, dos sistemas de comunicação e do desenvolvimento bélico, demonstram que estas disciplinas foram fundamentais para o colonialismo, que também moldou a construção nacional de países em desenvolvimento como o Brasil.

Durante o período colonial brasileiro, o colonizador e seus descendentes se apropriaram com exclusividade das riquezas simbólicas e materiais do país. Após esse período, os brasileiros permaneceram em colonialidade, com os feitos culturais e científicos invisibilizados ou considerados inferiores.

Despertar a consciência e favorecer o reconhecimento de que centros de produção científica e tecnológica nacionais realizam pesquisa de ponta faz parte do processo de redução da colonialidade e visão eurocêntrica na esfera educacional. Nesse sentido, ao se relacionar com o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), o ESPEM se torna um polo em potencial para de(s)colonizar a perspectiva dominante que reconhece somente a Europa e os Estados Unidos como produtoras de ciência confiáveis.

3.2-Metodologia

Os dados deste estudo foram coletados de forma descritiva, por meio da observação integral e participativa e com de entrevistas aos participantes da Escola Síncrotron para Professores do Ensino Médio (ESPEM) em 2019, que mudou de nome para Escola Sirius para Professores do Ensino Médio. A ESPEM oferece curso de formação complementar para professores da educação básica que estão em atuação, com duração de uma semana. O curso é realizado no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), onde os professores selecionados ficam imersos no ambiente de pesquisa, em contato direto com pesquisadores de diversas áreas de atuação.

O CNPEM fica localizado em Campinas, São Paulo. No momento da elaboração deste trabalho, está sendo construído o Sirius, nova fonte de luz síncrotron brasileira (Acioly, 2020).

A ESPEM tem como objetivo apresentar aos grupos de professores selecionados a maior quantidade de informações de todo o complexo de laboratórios, para que os professores sejam porta-vozes, em suas cidades de origem, da ciência de ponta que o Brasil produz. Na turma de 2019, na primeira edição da ESPEM, foram escolhidos vinte professores, de dezesseis estados (AC, AM, ES, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PI, PR, RJ, RR, RS, SP, TO) e do Distrito Federal. Na segunda edição, em 2020, foram escolhidos trinta e cinco professores de todas as regiões do Brasil (AC, AM, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RS, SC, SE, SP) e do Distrito Federal.

Um dos objetivos deste trabalho é identificar, no professor da educação básica que está, durante a ESPEM, imerso em um ambiente de pesquisa brasileira de ponta, fatores que possam contribuir com a valorização ou desvalorização da ciência brasileira. A partir desses fatores, potencializar e fomentar, nos participantes e no leitor, a importância do investimento na ciência e na tecnologia brasileiras.

Um dos autores deste trabalho participou de todas as etapas da ESPEM: da estruturação do curso, passando pela seleção dos professores, até a participação de todo o curso. Foram feitas observações informais e formais durante e após as duas edições. A primeira etapa da pesquisa teve um caráter naturalista, ou seja, realizada no campo

(durante a ESPEM), não incluiu entrevistas, pois foram feitas de modo que o pesquisador se integrasse à rotina dos pesquisados. Em uma segunda etapa, foram realizadas as observações formais por meio de entrevistas gravadas e transcritas, após a ESPEM, com os professores participantes.

Como procedimentos metodológicos, foram utilizados a pesquisa qualitativa de caráter etnográfico (uma abordagem de pesquisa que foca em como as pessoas criam e compreendem suas vidas, bem como uma descrição meticolosa da rotina do grupo de pesquisado) usando a observação participante. Foram utilizados também estudo teórico-bibliográfico sobre decolonialidade, observações e entrevistas semiestruturadas com os professores selecionados para a ESPEM.

A metodologia qualitativa supõe que cada um tem uma história para contar (Bogdan e Biklen, 2006). A etnografia está ligada aos comportamentos interpessoais de um estudo de grupos humanos, em que suas crenças e produções de materiais são identificados e valorizados (Angrosino, 2009). A pesquisa etnográfica, com a observação participante, permite, por meio da interação entre pesquisador e sujeitos da pesquisa, dar voz e ouvir os envolvidos na pesquisa, possibilitando relacionar as reflexões com as ações do grupo no momento analisado (Mattos e Castro, 2011).

A observação participante está condicionada ao papel do pesquisador e ao nível de imersão e de envolvimento no campo de estudo. É um processo complexo, pois trata-se das relações e comportamentos humanos, junto com a coleta de dados. O pesquisador pode fazer parte do grupo, como descreve Marconi e Lakatos (2011): “*Participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo*”. Ele se incorpora ao grupo a ponto de ser membro do mesmo, vivenciando o que eles vivenciam”. O pesquisador que realizou a observação participante também é professor da educação básica, o que facilitou a coleta de dados.

Houve uma grande riqueza de informações coletadas, já que a seleção teve como meta abranger o máximo de estados brasileiros. Os professores participantes trabalhavam na educação básica com disciplinas ditas exatas como física, matemática e química. Os selecionados elaboraram uma carta de interesse e uma proposta de atividade, entre outras etapas, para concorrer à vaga. Um dos pré-requisitos para participar da ESPEM era possuir licenciatura em física. A seleção não valorizava a quantidade de pós-graduações

ou a ausência de uma, o que deixou a escola mais interessante, pois havia professores recém-formados em contato com professores com pós-doutorados.

Nas observações formais, com as entrevistas, foram coletados dados relacionando as perspectivas de cada professor em sua prática pedagógica com a aplicação da ciência de ponta brasileira e o reconhecimento e valorização em sua sala de aula. Os dados foram analisados de forma indutiva (Bogdan e Biklen, 2006), ou seja, não foram procurados dados ou evidências que provassem ou desaprovassem hipóteses prévias. Pelo contrário, as abstrações foram construídas à medida que as informações reunidas foram agrupadas em unidades de significado (Garnica, 1997).

As duas edições da ESPEM tiveram um conjunto de atividades que fez com que os professores de ensino médio se sentissem como parte do complexo de laboratórios, criando uma rotina de estudos e visitas. Os professores chegavam ao auditório principal no início da manhã, onde ficavam até o final da tarde.

As atividades envolviam aulas teóricas sobre conteúdos que dialogavam com as pesquisas lá realizadas, visitas aos principais laboratórios experimentais, atividades didáticas para discutir a aplicação em sala de aula de determinados conceitos apresentados, e apresentações das pesquisas realizadas nos laboratórios nacionais seguidas de conversa informal.

Todos os momentos eram bem aproveitados, pois em cada intervalo, por exemplo, para refeições, descanso ou deslocamento, os professores interagiam com os pesquisadores, o que aproximava ainda mais a pesquisa aplicada ao ensino.

Para a observação formal, foram realizadas entrevistas por videoconferência gravada, com quatro professores que participaram da ESPEM, sorteados aleatoriamente. Já era sabido que todos os participantes trabalhavam com ensino médio regularmente. Foram escolhidos dois participantes de cada edição do curso. Houve contato prévio com os professores para apresentar os objetivos e propostas da pesquisa. As entrevistas duraram aproximadamente vinte e cinco minutos e foram transcritas integralmente em conjunto com os pesquisados, para garantir a fidelidade das informações.

Os professores pesquisados não tiveram o nome citado por decisão do grupo de pesquisa, pois alguns membros do grupo atuam como formadores e organizadores da

Escola. Assim, os professores foram identificados como: professor 1 – P1, professor 2 – P2, professor 3 – P3 e professor 4 – P4.

Descrição das (os) professoras (es) pesquisadas (os):

P1 – Possui quarenta e três anos, com duas formações, sendo a primeira, há vinte anos, na Engenharia Civil em uma universidade federal e a segunda, há seis anos em licenciatura em física e matemática, em uma universidade privada. Com experiência de seis anos na educação básica nas redes estaduais e privadas, participou da ESPEM em 2020.

P2 – Possui cinquenta e oito anos. Graduou-se há trinta e cinco anos em licenciatura e bacharelado em física, em uma universidade católica. Realizou mestrado e doutorado na área de física em universidades estaduais. Trabalhou, desde a finalização do doutorado, no nível superior e, há onze anos, trabalha na educação básica em instituição federal. Participou da ESPEM em 2020.

P3 – Possui trinta e um anos, com licenciatura em física há sete anos e diploma duplo por uma universidade federal brasileira e outro por uma universidade em Portugal. Possui mestrado em ensino de Física. Trabalha na rede estadual há cinco anos em uma região rural. Participou da ESPEM em 2019.

P4 – Possui trinta e dois anos de idade, com licenciatura em física há seis anos por uma universidade federal. Leciona na rede estadual desde o título de graduação, porém já lecionava antes da obtenção da licença na rede privada de ensino. Está finalizando o mestrado profissional em ensino de física. Participou da ESPEM em 2019.

3.3- Resultados e discussão

No decurso da leitura das transcrições das entrevistas buscou-se entender o conteúdo presente nas falas dos entrevistados, durante os momentos de ponderação, utilizando as propostas de Garnica (1997) de como proceder na análise do discurso.

Após as transcrições das entrevistas, foram iniciadas as análises Ideográfica e Nomotética (Garnica, 1997). A análise Ideográfica

“...(busca tornar visível a ideologia presente na descrição ingênuas dos sujeitos, podendo para isso lançar mão de ideogramas ou símbolos expressando ideias), o pesquisador procura por unidades de significado, o que faz após várias leituras de cada uma das descrições. As leituras prévias fazem parte de uma primeira aproximação do pesquisador em relação ao fenômeno, numa atitude de familiarização com o que a descrição coloca. As unidades de significado, por sua vez, são recortes julgados significativos pelo pesquisador, dentre os vários pontos aos quais a descrição pode levá-lo. Para que as unidades significativas possam ser recortadas, o pesquisador lê os depoimentos à luz de sua interrogação, por meio da qual pretende ver o fenômeno, que é olhado de uma dentre as várias perspectivas possíveis”.(Garnica, 1997)

Com o avanço da leitura das transcrições, foram se revelando acepções em cada frase, destacando-se, gradativamente, o que as pessoas entrevistadas expressavam consciente ou inconscientemente em seus discursos. Buscou-se, então, indicar conceitos comuns que afloraram com maior evidência. Em outras palavras, foram observados os conteúdos confluentes das entrevistas.

Essas similaridades nas falas, conhecidas como “unidades de significado” (Garnica, 1997), fomentaram a oportunidade de vislumbrar as visões de mundo das pessoas entrevistadas, possibilitando uma análise comparativa dos diferentes sujeitos quanto às suas percepções sobre a formação de professores de física em serviço em geral, e acerca da produção científica brasileira, em particular.

Neste sentido, dada a dificuldade de análise das transcrições das entrevistas, as falas foram separadas em pequenos elementos. Estas unidades de significado se

constituem como distinções percebidas, de forma espontânea, pelo pesquisador no discurso dos sujeitos entrevistados (Garnica, 1997). Elas são percebidas apenas, graças às perspectivas do pesquisador. Assim, na análise das transcrições de cada entrevista, almejou-se identificar a presença deste conteúdo, construindo as unidades de significado, que foram reconhecidas e salientadas.

A análise das transcrições das entrevistas não assumiu categorias teóricas determinadas *a priori*. Pelo contrário, foi trazido à superfície o cerne das unidades de significado após leituras realizadas de forma independente por três dos autores das transcrições. Admite-se, no entanto, que durante a leitura e interpretação das transcrições, a intuição, a sensibilidade e a subjetividade do leitor são fundamentais na dinâmica de análise dos dados. Portanto, as unidades de significado constituem uma coleção de elucubrações decorrentes dos discursos dos sujeitos, mas que somente vêm à tona graças aos valores, experiências e perspectivas do investigador.

Assim, baseados nas transcrições das entrevistas, os resultados foram separados em várias categorias que serviram como suporte para análise. Neste artigo, é tratada uma destas categorias em particular: a colonialidade do saber. Das quatro transcrições, três (P2, P3 e P4) apresentaram, explicitamente, um *locus* exclusivo de produção de conhecimento significativo, demonstrando uma invisibilização das contribuições científicas brasileiras.

O extrato da fala de um professor apresentado a seguir é um exemplo de como os sujeitos estabelecem uma hierarquia de saberes socialmente construída, em que a produção científica europeia estaria situada em um nível mais elevado, dentro da narrativa que representa a colonialidade epistêmica.

P4: “Primeiro, conforme a gente estava falando anteriormente, a gente achava que aquilo era uma coisa muito distante da gente. Eu achava que, para que a gente conseguisse chegar a essa ciência mais refinada, de ponta, teria que ir para a Europa, para a Suíça, para conseguir ver isso. Mas não! Está aqui próximo da gente! Está aqui em Campinas, aqui em São Paulo. Então para a gente conseguir alcançar esse acelerador, vamos dizer assim, para a gente chegar nele, trabalhar com ele e entender o que acontece ali, a gente não precisa ir tão distante”.

Na fala do professor, observa-se que o colonialismo epistêmico julga a produção científica oriunda dos países ditos em desenvolvimento, como o Brasil, como menos importante em relação à produção dos países ditos desenvolvidos, como os europeus. Pelos cientistas e matemáticos apresentados nos livros didáticos, geralmente, é possível conhecer as contribuições de homens, brancos, europeus ou norte-americanos e, em raríssimas ocasiões, cientistas asiáticos.

Morais e Santos (2019) afirmam:

“É comum em nossas aulas apresentarmos somente homens da ciência de origem europeia: Newton, Celsius, Joule entre outros, todos comprovadamente espetaculares em suas áreas. Nesses compêndios há um desfile de cientistas europeus, euro-americanos ou europeizados, o que traduz em nosso imaginário a sentença capital de que apenas a Europa ou os brancos (o gênero empregado aqui é proposital) construíram os pilares da ciência. É importante destacar que esta assertiva não é uma exclusividade do campo das ciências exatas. Para citar, espaços acadêmicos tradicionais insistem há anos que o pensamento filosófico - ato de refletir sobre si mesmo - e as ciências seriam universais e exclusividade do ocidente.” (Morais e Santos, 2019)

Vários estudos sugerem que essa subalternização do saber é evidenciada diariamente. Matos e Quintaneiro (2019) descrevem uma significação da subalternização docente em licenciandos em matemática por meio da análise dos discursos de autoridade que silenciam e invisibilizam as epistemologias do espaço profissional do professor da escola básica.

A seguir, os extratos das falas de dois sujeitos:

P2: “Então, falar para eles (os alunos) de uma escola que está lá na Suíça é legal, mas falar para eles de uma escola aqui em Campinas é muito, muito bacana! Então, eu não sei nem te dizer...”

P3: “e, principalmente, a valorização da nossa ciência. Talvez, colocar o aluno como um possível cientista porque uma das conclusões que eu tive depois dessa vivência foi que nós estamos precisando e vamos precisar de cientistas brasileiros”.

Observa-se nas falas dos sujeitos, surpresa ao aprender que, no Brasil, há laboratórios de grande porte como o Sirius, e sobre a pesquisa de fronteira que é realizada

naquele espaço. A colonialidade é propositalmente desumana, induzindo os colonizados a se convencerem de que são inferiores ao colonizador, e incidindo nos modos de conhecimento e de sua produção. Este fato é observado na fala da professora P3:

P3: “Eu fiquei muito surpresa, primeiro, por conseguir compreender que os brasileiros desenvolvem, sim, pesquisa de ponta, e que nós temos centros de pesquisa que contribuem para a ciência mundial. Eu fiquei surpresa também com a estrutura, a dimensão, o tamanho dos laboratórios de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais”.

A colonialidade gera uma subalternidade. Essa sujeição do conhecimento ao ponto de vista eurocêntrico de produção do saber confere à Europa o poder de definir o que é conhecimento. A colonialidade epistêmica está entranhada nas instituições escolares, elevando a produção científica europeia a uma posição de superioridade.

P4: “Eu, particularmente, não sabia que tinha um acelerador de partículas no Brasil. Isso não era do meu conhecimento. Ainda mais do tamanho e da magnitude que é o Sirius, ou que vai ser o Sirius, não é?”

Considere, ainda, o extrato abaixo:

P4: “Então, eles achavam que isso era muito distante. Achavam que teriam que sair do Brasil para fazer algumas pesquisas, mas não! Já sabem que tem aqui e que, no Brasil, eles conseguem fazer isso.”

Em suma, a colonialidade marginaliza os que não cresceram dentro do ideal cultural europeu ou norte-americano. Os sujeitos colonizados são levados a ansiarem a se comportar e a pensar de acordo com seus colonizadores. Isso os leva a imitar padrões estabelecidos pelos norte-americanos e europeus. As universidades e instituições de pesquisas brasileiras aspiram à qualidade norte-americana ou europeia, reverenciando os sujeitos que tenham obtido sua formação nos países do Hemisfério Norte, considerados como padrão, e atribuindo-lhes uma distinção eminente. O eurocentrismo, idealizado como um padrão cultural e epistêmico, induz os povos colonizados a se perceberem excluídos e à ilusão de que a produção do conhecimento científico não é possível no Brasil.

Por outro lado, observou-se também nas falas dos professores, com a participação na ESPEM, uma revisão das posturas anteriores. Se antes, havia uma percepção produzida dentro de uma visão eurocêntrica, que depreciava a produção científica brasileira, agora, é possível enxergar novas possibilidades. De acordo com o P4:

P4: “Eles acreditam que isso, muitas vezes, não parece ser feito aqui no Brasil, e a escola Sirius mostra que o Brasil tem esse potencial, que o Brasil tem esse capital intelectual para fazer a coisa acontecer aqui mesmo”.

Maldonado-Torres (2007) intitula esse movimento de giro decolonial. Essa virada constitui um algoritmo de entendimentos e práticas que se esbarram na decolonização epistêmica dos sujeitos colonizados. Constitui também uma estratégia de transmutação metódica das consequências da modernidade revelada pelos sujeitos. Para o grupo Modernidade/Colonialidade, o conteúdo da colonização é parte integrante da modernidade.

Neste sentido, a decolonialidade é entendida como um conjunto de mecanismos de contestação, almejando uma transformação drástica das formas hegemônicas de influência, de controle, de existir e de saber. O giro decolonial constitui uma oportunidade de decolonialidade epistêmica, possibilitando aos sujeitos dar novos significados a tudo o que conhece e experimenta, admitindo assim, os danos psicológicos causados pela colonialidade, principalmente, pela subordinação ao eurocentrismo.

Schulman (1986, 1987) faz proposições acerca dos componentes do conhecimento prático para os professores: o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento curricular. Complementando Schulman, entende-se que um componente adicional se faz necessário: aquele que possui um caráter pedagógico decolonial em conjunção com uma educação antirracista e intercultural.

3.4- Considerações finais

Em resumo, os autores, enquanto professores, pesquisadores e formadores de professores que estão experimentando a intersecção entre o ensino e a pesquisa, procuram reunir, neste artigo, um recorte de uma pesquisa de caráter qualitativo, almejando inquirir, de modo geral, como os processos de treinamento em serviço, em particular da ESPEM, contribuem para que docentes da área de exatas transformem suas práticas em sala de aula, por meio do reconhecimento dos seus saberes e das possibilidades de reflexão e aprendizagem.

Os resultados da pesquisa identificam nas falas dos entrevistados uma subalternização epistemológica por meio de discursos que exaltam a produção científica de países europeus e que apagam a produção científica brasileira. Também são apresentadas discussões que realizadas em sala de aula, Morais e Santos (2017, 2019), e do grupo de pesquisa, Ferreira da Silva et al (2018), Morais (2019).

Entende-se que as percepções e práticas que os pesquisadores e professores do ensino universitário e médio compartilham em sala de aula precisam ser desconstruídas para a promover o giro decolonial. Espera-se que as experiências vividas pelos participantes da ESPEM, todos professores em serviço, oriundos de todas as regiões brasileiras, sejam levadas as suas respectivas salas de aula e locais de trabalho, e que forneçam oportunidades de reflexão e análise de suas práticas.

Mais do que respostas, o presente artigo traz à baila questões fundamentais, tais como: a pesquisa acadêmica deve e/ou pode ser decolonizada? O ensino de matemática, física e química pode ser decolonizado? Como seria o ensino destas disciplinas na sua forma decolonizada? Essas questões têm se tornado cada vez mais prementes, à medida que muitas disciplinas e instituições tentam avaliar como foram moldadas pelas práticas coloniais.

Embora tenham sido identificados aspectos de colonialidade nas vivências de alguns professores que ficaram imersos durante uma semana na formação da ESPEM, realizada no maior complexo de laboratórios da América Latina, cabe ressaltar que a instituição realiza um trabalho de reconhecimento e valorização da produção nacional. A construção do Sirius, a nova fonte de luz síncrotron brasileira, utilizou técnicas, mão de obra qualificada e materiais planejados e criados nacionalmente. Segundo informações da própria comunicação interna do CNPEM:

“Grande parte dos componentes que compõem o acelerador de elétrons do LNLS, precisou ser fabricado internamente, o que garantiu que a atual fonte de luz sincrotron fosse construída com um índice de nacionalização de 85%.”
(LNLS, 2020)

Durante toda a ESPEM, nas duas edições, os palestrantes e toda a equipe de organização, deixaram bem claro para os professores participantes a importância da valorização da ciência brasileira de ponta, como demonstra a fala de um dos membros da comissão durante o evento de 2019:

“É necessário que os professores da educação básica das escolas brasileiras, que são os porta-vozes e representantes da ciência para seus alunos e a população em suas cidades, saibam que nós brasileiros possuímos e produzimos uma ciência e tecnologia de ponta e que muitas vezes somos referências para diversos laboratórios internacionais.” (Comunicação privada, 2019)

Os dados empíricos produzidos a partir de narrativas dos sujeitos participantes indicam uma subalternização epistemológica por meio de discursos que exaltam a produção científica de países europeus e que apagam a produção científica brasileira. No entanto, essas mesmas análises indicam a contribuição da ESPEM na promoção, ainda que de forma tímida, de um giro decolonial.

No entanto, não se deve cometer o equívoco de confundir a decolonialidade epistêmica com o abandono da contribuição científica e tecnológica alcançada pela Europa e América do Norte, evitando, assim, discursos românticos e maniqueístas. Não é proposto o desprezo absoluto pelas heranças científicas, mas um chamado às contribuições do Sul. Tampouco se compactua com a crença pós-moderna de que o racionalismo seja uma justificativa para práticas de poder.

Contudo, é importante frisar que se fala de uma racionalidade que "manifesta-se de modo singular nas diferentes sociedades" (Lemos, 2019, p. 26), e não apenas na Europa. Nesse sentido, o afastamento em relação à ciência é tão perigoso e nocivo quanto a eliminação de outros saberes, principalmente, quando ameaça a saúde e o bem-estar. O que se busca promover é o pensamento de uma sociedade pluralista, corroborando com o compromisso de ouvir múltiplas vozes.

A título de provocação, e na mesma linha de Ballestrin (2013), indaga-se se há alguma possibilidade de rompimento com a colonialidade sem renunciar aos avanços científicos oriundos da Europa e América do Norte. O triunfo da decolonialidade do saber está associado de modo indissolúvel a sua situação de subalternidade? Como resistir ao pensamento eurocêntrico que permeia as instituições científicas brasileiras? Estariam os empreendimentos decoloniais livres de contradições? Neste trabalho, não há a presunção de apresentar soluções concludentes, mas apenas acenar para que pesquisadores brasileiros atentem e debatam o “giro decolonial”.

3.5- Referências

- ACIOLY, V.; PICORETI, R; ROCHA, T.C.R.; AZEVEDO, G. de M. & SANTOS, A.C.F. (2020) *A luz síncrotron iluminando a formação de professores. A Física na Escola*, V. 18, nº 2 de 2020 .
- ANGROSINO, M. V. (2009). *Etnografia e observação participante*. Porto Alegre: Artmed.
- BALLESTRIN, L. (2013). *América Latina e o giro decolonial*. Revista Brasileira de Ciência Política, nº11. Brasília, maio - agosto de 2013, pp. 89-117.
- BODGDAN, R.; BIKLEN, S. K. (2006). *Qualitative research for education: an introduction to theories and methods*, fifth edition, Boston, Pearson.
- CNPEM (2020). Disponível em: <http://cnpem.br/>. Acesso: 21 de julho 2020.

CREASE, R.P.; MARTIN, J.D. & STALEY, R. (2019). *Decolonizing Physics: Learning from the Periphery*. *Phys. Perspect.* 21, 91–92. <https://doi.org/10.1007/s00016-019-00240-1>

FERREIRA DA SILVA, D.A.; MORAIS R.F.; DE ALMEIDA, V.M. OSSOFO A.A.; DE OLIEIRA T.G. & SANTOS, A. (2018). *Identidades de gênero e de raça nas trajetórias acadêmicas em ciências exatas*. *Perspectivas da Educação Matemática*, v. 11, n. 27, 28 fev.

GARNICA, A. V. M. (1997). *Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia*. Interface. São Paulo, agosto de 1997, p. 109-122.

LNLS.CNPEM (2020). Disponível em: <https://www.lnls.cn pem.br/o-lnls/projeto-e-construcao/>. Acesso: 12 de julho de 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (2011). *Metodologia científica*. 6^a ed. São Paulo: Atlas.

LEMOS, M. R. (2019). *Modernidade & Colonialidade: uma crítica ao discurso científico hegemônico*. Curitiba: Appris.

MALDONADO-TORRES, Nelson (2007). "Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto", em Castro-Gómez, Santiago & Grosfoguel, Ramon (coords.) *El giro decolonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá*

del capitalismo global. Bogotá: Siglo del Hombre Editores; Universidad Central, Instituto de Estudios Sociales Contemporáneos, Pontificia Universidad Javeriana, Instituto Pensar.

MATOS, D.; Quintaneiro, W. (2019). *Lugares de Resistência na Formação Inicial de Professores: Por Matemática(s) Decoloniais, Perspectivas da Educação Matemática*, INMA/UFMS, v. 12, n. 30.

MATTOS, C.L.G. (2011). *A abordagem etnográfica na investigação científica*. In Mattos, CLG.,and Castro, PA., orgs. Etnografia e educação: conceitos e usos [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p. 49-83. ISBN 978-85-7879-190-2. Available from SciELO Books.

MIGNOLO, W. (2008). *Desobediência epistêmica: a opção descolonial e o significado de identidade em política*. Cadernos de Letras da UFF–Dossiê: Literatura, língua e identidade, v. 34, p. 287-324.

MORAIS, R. F. (2019). *Identidades racializadas e a atitude de negras(os) frente à física*, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MORAIS, R. F. & SANTOS, A.C.F. (2017). Lewis Howard Latimer e sua história aprisionada, Física na Escola. Volume 15, p. 19.

MORAIS, R. F. & SANTOS, A.C.F. (2019). *A importância de um currículo com elementos afrocentrados para a constituição de uma visão epistemológica menos eurocentrada*. Revista Exitus. Santarém/PA, Vol. 9, N° 4, p. 66 – 94.

QUIJANO, A. (2005). *Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina*. In: LANDE, E. (Org.). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais*. Perspectivas latino-americanas. Buenos Aires: Clacso, p.107-130.

QUIJANO, A. (2007). *Colonialidad del poder y clasificación social*. In: Castro-Gomes, S; Grosfoguel, R. (Orgs.). El giro decolonial. Bogotá: Siglo del Hombre Editores,p. 93-126.

RAMOS, A. (1995). *Introdução crítica à sociologia brasileira*. Editora UFRJ.

SHULMAN, L. S. (1986). *Those who understand: knowledge growth in teaching*. Educational Researcher, v. 15, n. 4, p. 4-14.

SHULMAN, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: foundations of a new reform*. Harvard Educational Review, v. 57, n. 1, p. 1-22.

Capítulo 4

Artigo 3

Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM): uma pesquisa qualitativa dos resultados gerados pela escola de formação continuada

Este artigo apresenta as metodologias de coletas de dados e a análise desses dados coletados na Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM). Essa pesquisa, tem como objetivo fazer uma avaliação da escola de formação continuada, em que os cinquenta e cinco professores que participaram das duas edições da ESPEM, responderam a diversas questões para esta parte da pesquisa. Essa pesquisa faz parte de uma pesquisa mais ampla que envolve diversos aspectos relacionados à criação da ESPEM.

Capítulo 4 – Artigo 3

Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM): uma pesquisa qualitativa dos resultados gerados pela escola de formação continuada

Vitor Acioly

Antonio Santos

Resumo

A Escola Sirius para professores do Ensino Médio (ESPEM) é um curso de formação continuada, realizado no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), em Campinas, com a colaboração da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Com o objetivo de responder à pergunta “*Como a ESPEM interfere na formação do professor da educação básica, no diálogo entre professores de todo o Brasil e na produção de materiais didáticos atualizados e que valorizam a ciência e tecnologia brasileira?*”, foram aplicadas diferentes metodologias para coleta de dados em uma pesquisa qualitativa. Buscou-se: i) identificar as expectativas dos professores; ii) os produtos gerados; iii) o alcance dos principais resultados da ESPEM. Para tanto, foi feita uma análise documental das cartas de intenção dos participantes selecionados. Durante o curso, foi realizada uma observação participante. Finalmente, após o curso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas individuais, um grupo focal e alguns questionários.

Palavras-chave: luz síncrotron; formação continuada; escola de desenvolvimento profissional; professores de Ensino Médio.

4.1- Introdução

Há um consenso que todo profissional deve ter um aperfeiçoamento em sua profissão, independentemente de sua área. Porém, quando falamos de professores (as), essa necessidade é percebida e registrada em diversas pesquisas nacionais e internacionais (DAY, 2001; PACCA & VILLANI, 2018; VILLEGAS-REIMERS, 2003). Um curso de formação continuada ou desenvolvimento profissional pode ter diversas interpretações, uma delas é que são:

“iniciativas de formação no período que acompanham o tempo profissional dos sujeitos. Apresenta formato e duração diferenciados, assumindo a perspectiva da formação como processo. Tanto pode ter origem na iniciativa dos interessados como pode inserir-se em programas institucionais. Neste último, os sistemas de ensino, universidades e escolas são as principais agências de tais tipos de formação” (CUNHA, 2003).

Um curso de formação para professores pode ser dividido em dois tipos: durante a formação inicial (*pre-service*) e durante a atuação (*in-service*) (VILLEGAS-REIMERS, 2003).

Como é ampla a definição do que pode ser um curso de formação continuada, o Ministério da Educação, na Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, afirma que atividades ou cursos de atualização, com carga horária mínima de 20 (vinte) horas e máxima de 80 (oitenta) horas, por atividades formativas diversas, direcionadas à melhoria do exercício do docente, entram no rol de opções do curso de formação continuada (MEC, 2015).

A ESPEM (ACIOLY, 2020) é um curso de formação continuada para professores que estão em sala de aula, em que um dos objetivos é criar parcerias entre professores da educação básica e pesquisadores das universidades e centros de pesquisas, para melhorar a qualidade da aula e dar mais significado ao processo de ensino-aprendizagem (VILLEGAS-REIMERS, 2003).

A comunicação entre as pesquisas acadêmicas e a prática docente ainda é muito problemática. Pugliese (2017) aborda essa contradição:

[...] se o pesquisador em educação ou ensino de física desenvolve [...] metodologias, materiais, procedimentos, interpretações e modelos para a

melhoria do processo educativo em nível básico, por que os professores não modificam suas práticas e permanecem com aulas conservadoras, tradicionais e/ou espetaculares? (PUGLIESE, 2017)

A Escola Sirius para Professores do Ensino Médio busca, por meio da interação entre os pesquisadores da ciência de ponta brasileira que trabalham no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) e os professores participantes, uma qualidade na formação do professor que dialogue com o mundo da pesquisa, estreitando os laços entre os laboratórios e as escolas de educação básica (ACIOLY, 2020).

4.2- Aportes teóricos para uma avaliação da ESPEM

Para a análise do curso de formação continuada, buscando a relação entre os diferentes conhecimentos ou saberes, há, na literatura, diversas abordagens que seguem a corrente “o pensamento do professor”, como o canadense Tardif (2002), os americanos Shulman (1986 e 1987), Oliver e Park (2008), que abordam as concepções do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (na sigla em inglês “*Pedagogical Content Knowledge*”, *PCK*), as brasileiras Selma Pimenta (1997) e Ana Maria Pessoa de Carvalho, na pesquisa com Daniel Gil-Perez (2011), entre outros.

Já para a avaliação desses cursos, a referência escolhida foi o americano Thomas Guskey (2000), que discute os processos de avaliação de um curso de desenvolvimento profissional. Neste caso, cabe a aplicação para curso de formação continuada.

Na estruturação da ESPEM como um curso de desenvolvimento profissional docente, foi valorizada a busca pelo diálogo entre o centro de pesquisa, a escola e a sociedade. Foram definidas estratégias conceituais que dialogam com os autores, em que os professores têm a oportunidade de atualizar os conhecimentos científicos e pedagógicos.

Na seleção dos professores, foi considerada a experiência vivenciada por cada candidato em relação aos conhecimentos pedagógicos, ou seja, o professor precisava de um conhecimento pedagógico prévio. Partindo desse ponto, a ESPEM se preocupou mais com as atualizações do conteúdo das ciências, em que os professores seriam

contemplados com diferentes saberes, conhecimentos e competências da profissão docente (SHULMAN, 1987; TARDIF, 2002; VILLEGRAS-REIMERS, 2003).

O diálogo entre os pesquisadores de ciência e tecnologia de ponta com os professores da educação básica possibilita, para o professor participante da ESPEM, uma ampliação dos saberes de natureza científica e pedagógica. Segundo Tardif (2002), a prática docente é formada por diferentes saberes: saberes da formação profissional, disciplinares, curriculares e experienciais.

Para Shulman (1986), há um repertório mínimo de conhecimentos necessários à prática docente que é a concepção que reúne o conteúdo com a pedagogia. Em 1987, Shulman explica na PCK, que, para ele, o conteúdo planejado e ministrado na ação docente envolve: compreensão, transformação, ensino, avaliação, reflexão e nova compreensão.

Park e Oliver (2008) contribuem colocando novos componentes para o PCK: orientações para o ensino, conhecimento sobre a compreensão dos alunos, do currículo, das estratégias instrucionais para o ensino, da avaliação da aprendizagem e eficácia docente.

Os autores brasileiros tendem a concordar sobre os tipos de saberes necessários para profissão docente. De acordo com Pimenta (1997), há três tipos de saberes articulados entre si: o saber da matéria (o conhecimento do professor sobre a disciplina que ensina), o pedagógico (uma mistura dos conhecimentos da matéria com os saberes da educação e da didática) e o da experiência (experiências vivenciadas pelo professor em seu contexto).

As ideias de Carvalho e Gil-Perez (2011) contribuem com um repertório de saberes necessários na área de Ciências. Os autores dão sugestões sobre o que os professores de Ciências em sua prática docente devem “saber” e “saber fazer”, baseadas na ideia de aprendizagem como construção de conhecimento e a necessidade de transformação do pensamento espontâneo do professor (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 2011).

Na visão de Guskey (2000), uma avaliação dos cursos de desenvolvimento profissional, pode ser dividida em cinco níveis. Sendo a ESPEM do campo de pesquisa, esses níveis seriam: i) Reação inicial dos professores imediatamente após a realização da

ESPEM; ii) Aprendizagem dos participantes sobre os temas abordados no curso de modo direto (apenas com as aulas) ou indireto (com estudo dos temas de acordo com as fontes apresentadas pela organização); iii) Suporte organizacional e transformação do ambiente no qual o participante está imerso profissionalmente (escola em que o professor trabalha) após a participação, de modo a fomentar a aplicação dos conceitos aprendidos no curso; iv) Uso de novos conhecimentos e habilidades pelos participantes a partir das informações adquiridas no curso; v) Resultados na aprendizagem dos estudantes que tiveram aula após a participação de seus professores na ESPEM, reconhecendo a mudança da atitude do professor.

Neste artigo, foi utilizada a definição dos autores sobre uma escola de formação continuada ou desenvolvimento profissional, e a visão de avaliação de um curso desse tipo, para responder à questão: “Como a ESPEM interfere na formação do professor da educação básica, no diálogo entre professores de todo o Brasil e na produção de materiais didáticos atualizados e que valorizam a ciência e tecnologia brasileira”?

4.3- Metodologias utilizadas para a responder à questão

Como o primeiro autor deste trabalho é membro da comissão de organização da ESPEM e participou de todas as etapas, desde a organização do curso e seleção dos professores até a entrega dos certificados, passando pela imersão no campo de estudo da pesquisa, a coleta de dados pode ser realizada em três etapas.

A primeira etapa de coleta de dados foi antes da ESPEM, abrangendo a análise documental das cartas de intenção dos professores selecionados. Em novembro de 2018, após a seleção dos participantes, foram analisadas as vinte cartas dos selecionados para o curso que ocorreu em janeiro de 2019. Em novembro de 2019, foram analisadas as trinta e cinco cartas de intenção dos professores que participaram da edição de janeiro de 2020.

A figura 1 mostra o mapa do Brasil, apresentando o número de professores participantes por estado. A Tabela 1 indica o número de participantes e o ano, por estado.

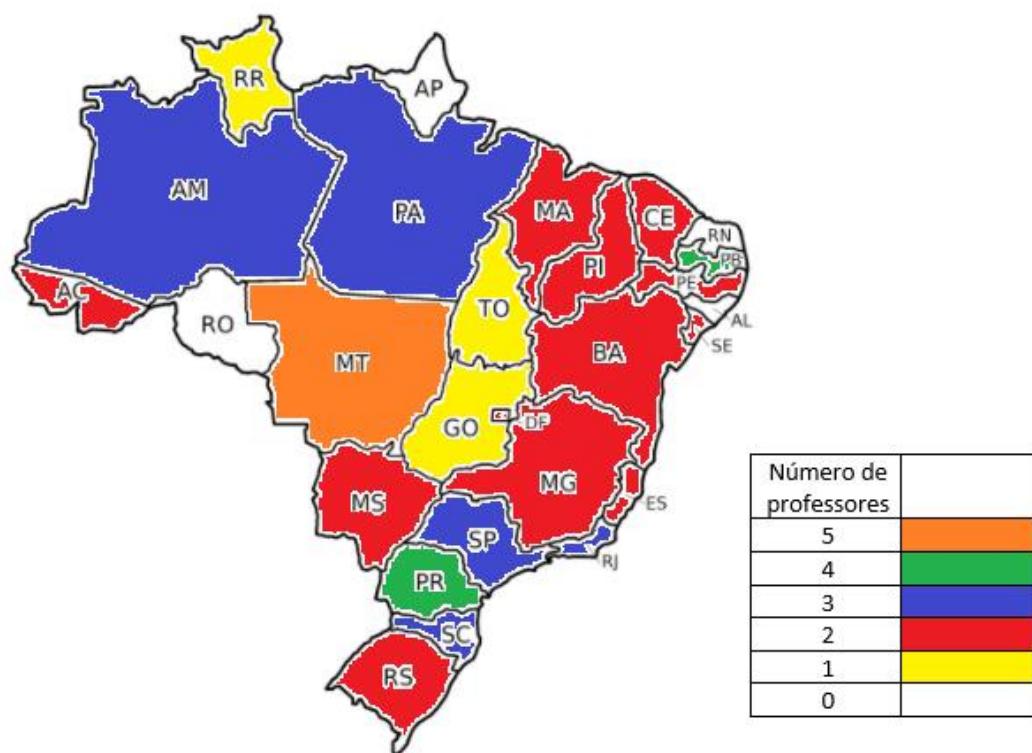


Figura 1: Mapa do Brasil com o alcance da ESPEM nos Estados Brasileiros

Estados	2019	2020	TOTAL
Acre (AC)	1	1	2
Alagoas (AL)	0	0	0
Amapá (AP)	0	0	0
Amazonas (AM)	1	2	3
Bahia (BA)	0	2	2
Ceará (CE)	0	2	2
Distrito Federal (DF)	1	1	2
Espírito Santo (ES)	1	1	2
Goiás (GO)	0	1	1
Maranhão (MA)	1	1	2
Mato Grosso (MT)	2	3	5
Mato Grosso do Sul (MS)	1	1	2
Minas Gerais (MG)	1	1	2
Pará (PA)	1	2	3
Paraíba (PB)	2	2	4
Paraná (PR)	2	2	4
Pernambuco (PE)	0	2	2
Piauí (PI)	1	1	2
Rio de Janeiro (RJ)	1	2	3
Rio Grande do Norte (RN)	0	0	0
Rio Grande do Sul (RS)	1	1	2
Rondônia (RO)	0	0	0
Roraima (RR)	1	0	1
Santa Catarina (SC)	0	3	3
São Paulo (SP)	1	2	3
Sergipe (SE)	0	2	2
Tocantins (TO)	1	0	1
BRASIL	20	35	55

Tabela 1: Tabela com números de professores participantes por Estado

Nesta parte da pesquisa, a análise documental foi baseada em Bardin (2011). Após a leitura das cartas de intenção dos candidatos selecionados, foi feita uma categorização dos pontos comuns e interessantes para a pesquisa. Essas categorias foram agrupadas em unidades de significado (GARNICA, 1997), definidas no trabalho como US.

A segunda etapa de coleta de dados foi durante o curso, em uma observação integral e participante. O pesquisador estava imerso e envolvido no campo de estudo. Não é um processo simples, pois as relações e comportamentos humanos se misturam com a coleta de dados. Segundo Marconi e Lakatos (2011), é interessante que ocorra uma “participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste.” (p.194)

A observação participativa, como procedimento metodológico para a coleta de dados desta parte da pesquisa, acompanha um caráter etnográfico, ou seja, está ligada a uma descrição detalhada da rotina do grupo pesquisado (BODGDAN & BIKLEN, 2006). A pesquisa qualitativa etnográfica com a observação participante aproxima e auxilia, por meio de uma interação entre os sujeitos da pesquisa e o pesquisador, a dar voz e ouvir os pesquisados e a gerar reflexões e novas ações em relação ao grupo no momento da coleta de dados (MATTOS & CASTRO, 2011).

A terceira etapa da coleta de dados foi realizada após a ESPEM de cinco maneiras. A primeira, com a resposta de um questionário online na semana seguinte do curso com os cinquenta e cinco professores. A segunda, com entrevistas individuais semiestruturadas com quatro professores escolhidos aleatoriamente, sendo dois do curso de 2019 e dois do curso de 2020. A terceira foi a realização de um grupo focal remoto com onze professores também escolhidos aleatoriamente, e que não participaram das entrevistas semiestruturadas, sendo cinco do ano de 2019 e seis do ano de 2020.

A quarta forma de coleta de dados foi feita meses depois da realização do curso. Dez participantes, que não estiveram nas entrevistas semiestruturadas nem no grupo focal, responderam a entrevistas individuais por um aplicativo de celular. Na quinta forma, os cinquenta e cinco professores responderam um formulário, com os dados das atividades aplicadas após a ESPEM.

4.4- Aplicação das diferentes modalidades de coleta de dados

4.4.1 – Coleta de dados antes da ESPEM: uma análise das cartas de intenção

A análise documental é um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob forma diferente da original, a fim de facilitar a sua consulta (BARDIN, 2011). Essa análise foi realizada após a seleção dos professores, de posse das cinquenta e cinco cartas de intenção, comparando-as com as informações obtidas após a realização da ESPEM.

Para Bardin (2011), para realizar uma análise documental, é necessário separar o processo em três momentos cronológicos:

- 1º) a pré-análise;
- 2º) a exploração do material;
- 3º) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise é a realização de uma leitura flutuante, para que o pesquisador, tenha uma orientação e crie uma estratégia para a escolha dos documentos. Como o tema da pesquisa envolve a formação continuada de professores que já estão atuando e que tinham sido selecionados para participar da ESPEM, a etapa da pré-análise não precisou ser realizada, pois já tínhamos os cinquenta e cinco documentos desejados. Na etapa de exploração do material, já procuramos identificar trechos que envolviam temas que dialogavam com a pesquisa, por exemplo, a formação de professores e suas possibilidades.

A principal etapa, a terceira, envolve, segundo Bardin (2011), a categorização dos trechos, classificando-os e organizando-os de forma a ter uma linha de pensamento, que converse com a pesquisa. Bardin (2011) define essas categorias como unidades de registro, porém, por afinidade, escolhemos outra nomenclatura, que dialoga com a autora. Nesta pesquisa, as categorias foram chamadas de Unidades de Significado - US (GARNICA, 1997).

As US foram divididas em US1 que abordavam relatos sobre a oportunidade de trocar experiência com professores de todo o país e US2, sobre a oportunidade de capacitação sobre temas mais avançados (ciência e tecnologia de ponta brasileira e física moderna e contemporânea) para melhorar o ensino de Física, tornando-o mais interessante para seu público-alvo.

Para analisar e avaliar os resultados da ESPEM, pela visão dos professores participantes, e entender se os objetivos das instituições organizadoras (CNPEM e SBF) estão sendo alcançados, os dados coletados, separados e categorizados das cartas de intenção, foram comparados com outras informações, obtidas com diferentes metodologias de coleta de dados, após a ESPEM. Os professores pesquisados não tiveram seus nomes citados por decisão do grupo de pesquisa e foram identificados pela região de seu estado e ano que participaram da ESPEM.

4.4.2 – Coleta de dados durante a ESPEM: uma observação participante

A pesquisa pela observação participante pode ser definida como um processo no qual há um relacionamento multilateral entre o investigador e o grupo pesquisado, de modo que essa interação traga, para o pesquisador, um entendimento científico do grupo (MAY, 2001). Essa metodologia representa um excelente recurso para uma inserção profunda no curso de formação continuada, fazendo com que o investigador compreenda de modo natural as questões dos participantes.

O número grande de professores de diversos estados e culturas, reunidos das 8 horas às 18 horas, durante cinco dias e com um mesmo objetivo, trazia para a ESPEM um clima de união e cooperação. Durante as aulas e palestras, os professores participantes passaram para o lugar de alunos, e, além de fazerem todas as anotações das aulas teóricas e visitas experimentais, perguntavam sobre conceitos de aplicação de determinados fenômenos com muita qualidade, de forma sempre a gerar ricas trocas entre a pesquisa de ponta e a educação básica.

Sendo o primeiro autor um dos membros da organização da ESPEM e professor da educação básica, ele conseguiu fazer parte do universo dos participantes, entendendo melhor a visão de quem realiza o curso, participando das relações sociais, bem como dos momentos de “bastidores”. Ao mesmo tempo, compreendeu as demandas da organização e, com isso, buscou um melhor diálogo entre as partes.

Há grandes vantagens da observação participante, pois quanto maior for o tempo de contato do observador com o grupo analisado, maiores serão as possibilidades de interpretação alcançadas. Esse maior envolvimento pessoal e a identificação de afinidades profissionais gera uma maior confiabilidade.

Há diversos tipos de registros de informações na observação participante. Nesta pesquisa, foi utilizado um celular, de modo que as informações puderam ser escritas, além do fácil acesso para realizar gravações de áudios e vídeos, nos mais diferentes momentos. As falas dos participantes que envolviam questões sobre a realização da escola de formação continuada, os conteúdos vistos, a interação entre os professores de diferentes regiões, entre outros, eram selecionadas e categorizadas pelo pesquisador. Para a análise dos resultados da ESPEM, foram selecionados alguns desses trechos para serem comparados com as cartas de intenção de antes do curso e as entrevistas realizadas depois do curso.

A programação das duas versões da ESPEM, em 2019 e 2020, teve o objetivo de proporcionar ao professor participante a sensação de fazer parte do complexo de laboratórios. A rotina de estudos e visitas completava o dia, durante a semana do curso. Sempre havia palestras introdutórias, aulas teóricas, visitas às estações experimentais, além de fazer parte da programação, um tempo para conversas informais entre os pesquisadores e os participantes da ESPEM.

Essas conversas aconteciam nos horários de refeições e de deslocamento entre os laboratórios, em que alguns dos pesquisadores faziam questão de conversar e conhecer um pouco dos professores participantes. O dia sempre finalizava com apresentações das pesquisas realizadas no CNPEM e com a reunião do grupo de professores para pensarem propostas pedagógicas para aplicação, em suas escolas, do que foi visto durante as apresentações teóricas e experimentais. Os professores participantes ainda se reuniam no fim do dia, para jantar com o grupo e conversar, de modo bem informal.

4.4.3 – Coleta de dados após a ESPEM: uma avaliação para o professor participante e para as instituições organizadoras

Após a ESPEM, um dos objetivos da pesquisa foi entender os frutos gerados, para avaliá-los. Essa avaliação foi realizada em dois caminhos. O primeiro, com relação às aspirações dos professores participantes, seguiu a linha dos referenciais dos autores que seguem as concepções do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) e dos brasileiros que pesquisam sobre os saberes necessários para profissão docente (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 2011; PARK & OLIVER, 2008; PIMENTA, 1997; SHULMAN, 1986; SHULMAN, 1987; TARDIF, 2002).

O segundo caminho seguiu a linha de Guskey (2000). Com a análise dos dados coletados, foi identificado nas falas dos participantes se a ESPEM atingiu os cinco níveis categorizados pelo autor.

Como foram cinquenta e cinco participantes nas duas edições da ESPEM, o grupo de pesquisa resolveu traçar uma estratégia com diferentes coletas de dados, para, após o curso, aumentar o campo de resposta.

O grupo começou a coleta de dados com um questionário para os cinquenta e cinco professores participantes, imediatamente após a realização do curso. Em seguida, foram realizadas quatro entrevistas semiestruturadas (MANZINI, 1991), focadas em assuntos que variaram de acordo com o roteiro de perguntas. As informações retiradas desse tipo de entrevista podem ser mais livres do que uma padronização de alternativas (MANZINI, 1991).

A entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto, mediante conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social (MARCONI & LAKATOS, 2011, p. 80).

Também foi realizado um grupo focal remoto com outros onze professores, que não participaram das entrevistas semiestruturadas, para a coleta de informações diferentes das anteriores. Esse grupo focal foi realizado em uma plataforma de reunião virtual, com duração de uma hora e quarenta minutos, com todos os participantes com câmeras abertas.

Participaram do grupo, seis professores da edição de 2020 e cinco, do curso de 2019, além dos autores deste trabalho. Essa reunião foi gravada e todos os dados foram transcritos para depois serem analisados.

Uma pesquisa com um grupo focal tem como objetivo de detectar, a partir da troca de ideias e discussões do grupo, informações, conceitos, atitudes, experiências e reações, de um modo mais completo e rápido do que nas observações, entrevistas ou questionários (MORGAN & KRUEGER, 1993).

Após o primeiro questionário as entrevistas e o grupo focal, foram realizadas entrevistas individuais com perguntas abertas para dez outros participantes, meses depois da realização de cada edição. Há grandes vantagens de se realizar uma entrevista com perguntas abertas, pois, sendo realizadas individualmente, dá ao respondente uma liberdade de se expressar e realizar comentários e explicações que auxiliem na coleta de dados (MATTAR, 1994).

Por fim, todos os cinquenta e cinco professores participantes responderam a um formulário para coletar informações sobre as atividades realizadas em suas cidades, após a participação da ESPEM, motivados pelo curso de formação continuada. Todos os dados coletados foram transcritos e analisados, sendo categorizados em unidades de significado (GARNICA, 1997). Essas unidades de significado foram divididas de acordo com as avaliações do curso na visão dos professores e da organização da ESPEM.

4.5- Resultados e discussão

Ao examinar diferentes autores e abordagens, conclui-se que a visão de Guskey (2000) conversa com os autores Park e Oliver (2008) e Shulman (1987) nas concepções do PCK. Os dois primeiros níveis para Guskey - a reação inicial dos professores e o aprendizado dos participantes de forma direta ou indireta - junto com o quarto nível - o aprendizado e novas metodologias e habilidades aprendidas no curso, associadas à experiência pedagógica dos professores - reforçam uma avaliação positiva para a visão do participante de um curso de desenvolvimento profissional.

Na questão sobre a reação inicial dos participantes imediatamente após a participação da ESPEM, é praticamente unânime uma avaliação positiva para ambos os focos desta pesquisa: a avaliação do professor participante e do curso. Apresentamos, abaixo, um exemplo de cada relação entre os relatos dos professores participantes e os objetivos da pesquisa. A Tabela 2 apresenta os relatos dos professores após a realização da ESPEM.

Tabela 2: Relatos dos professores após a ESPEM que conversam com os referenciais

US	Relatos
Reação inicial dos participantes	<i>“...a escola serviu como um divisor de águas para a grande maioria de todos os professores lá. Porque a maioria tinha uma vivência muito clara na sala de aula com o ensino médio. A gente tinha uma experiência de lidar com esse público, mas esse enriquecimento do que a gente viveu lá (na ESPEM) nos auxiliou muito no dia a dia. Foi bem positivo esse nosso vínculo com a Escola Sirius.”</i>
Conceitos teóricos abordados no curso relacionados à experiência do professor e às futuras estratégias pedagógicas	<i>“...a gente participa de alguns momentos de enriquecimento pedagógico ao longo da semana. Então, observávamos aqueles que nos davam aula, trazendo conteúdo teórico e uma abordagem para o tema. E depois, a gente tinha a chance de conversar entre nós para pensar na melhor forma de aplicar esses conteúdos. O que aconteceu? A gente conseguiu organizar isso no nosso dia a dia, porque esse conjunto de experiências, tanto daqueles que deram as palestras quanto dos colegas que trocaram ideias, com certeza, nos deram condições de ampliar o nosso pensamento, pensar em novos conceitos, como organizar melhor os conceitos, o que a gente deve apresentar num primeiro momento, o que apresentar no final da aula. Como aplicar isso? Em que momento e de que forma conversar com os alunos? Então, nos ajudou muito a fazer essa estratégia de uma forma mais balizada, mais coerente. Nos dá mais um planejamento. Nos permite um planejamento mais detalhado, mais qualificado. Então foi muito produtivo nesse sentido sim, com certeza!”</i>
Desenvolvimento pessoal e atitudinal	<i>“Ao retornar, logo que foi possível, entrei em contato com a Gerência Regional de Educação da minha cidade para desenvolver o projeto de formação para docentes de física: Elaborando propostas para o ensino de física a partir do Sirius.”</i>
Aprendizado de novos conhecimentos entre os participantes	<i>“Os ‘novos conhecimentos’ que utilizei foi quando fui tratar do processo de radiação da luz síncrotron para estudos e desenvolvimento da pesquisa no Brasil. Para avaliação, utilizei o Plickers que foi apresentado por uma das participantes da ESPEM”.</i>

Fonte: Elaborado pelos autores

Uma professora da edição de 2020 comenta sobre a importância de os professores entenderem a pesquisa de ponta realizada por brasileiros:

“Antes da ESPEM, eu já tinha participado da Olimpíada de Astronomia... Jornada Espacial! Fui com um aluno meu que se classificou, e eu fui para o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Aí, eu fiquei com esse impacto.... Eu falei: “Nossa! O Brasil faz pesquisa de qualidade!” E eu fico muito chateada, muito triste, quando as pessoas falam “Ah! Brasil, né?”, como se estivessem menosprezando a capacidade do nosso povo. Aquilo ali mudou completamente minha ideia. E a ESPEM veio e terminou de mudar, sabe? Agora

eu tenho a clareza de que eu, enquanto professora, uma das minhas missões também é abrir os olhos dos nossos alunos de que a gente precisa parar de ter essa visão ruim sobre o nosso próprio povo, nossa própria capacidade. Nós temos que mostrar que nós temos capacidade, como quaisquer outros povos do mundo, não é? E aí, assim como eu vi no INPE, eu também vi no Sirius aquele mundo fantástico que todos nós tivemos a oportunidade de conhecer, e de ver o trabalho daquelas pessoas super, ultra competentes, maravilhosas! Então, foi esse impacto e essa mudança na Educação que eu acho que são muito necessários! A gente tem que tirar essa visão de colonizado e se tornar protagonista da nossa história. Parar de só admirar os outros e admirar os nossos feitos também. A gente tem que contar o que os nossos brasileiros fazem e que é de altíssima qualidade!"

Os professores participantes das duas edições mantêm contato por meio de um grupo em um aplicativo de celular. Além de usarem esse meio para uma troca de informações e conteúdos com experiências que deram certo ou não, têm acesso a um espaço de armazenamento em nuvem criado pela organização, com as apresentações e informações que aconteceram na ESPEM. Um professor participante em 2020 comenta sobre a importância da consulta desse espaço online:

"De todo o conteúdo visto, sempre tinha algo que já conhecia, mas confesso que a maioria das técnicas apresentadas foram novas, ao tratar do CNPEM/SIRIUS eu precisei rever materiais. Este ano, em fevereiro, quando iniciaram as aulas já comecei a falar da física a partir da física moderna e foi bem interessante ver o entusiasmo dos/as estudantes."

Alguns professores seguiram as propostas sugeridas nas cartas de intenção e realizaram algumas ações, como a criação de cursos para docentes e discentes em seus institutos, a elaboração de palestras com pesquisadores do CNPEM e a participação em eventos científicos para apresentar propostas metodológicas do uso da radiação síncrotron no ensino médio.

Tabela 3: Relato dos professores participantes e Unidades de Significados identificadas

Edição	Região	Relato	US
--------	--------	--------	----

2019	Nordeste	<i>"O evento despertou meu interesse em ter a oportunidade de trocar experiências com professores de ensino médio de várias partes do país, assim podendo buscar novos recursos e alternativas para futuramente inserir ao ensino da física moderna no ensino médio e na modalidade EJA."</i>	US1 e US2
2019	Sudeste	<i>"Participar de uma escola como esta é uma oportunidade ímpar, pois além de conhecer um moderno centro de pesquisa, tem-se um importante espaço para troca de experiências com pesquisadores e com outros professores de física."</i>	US1 e US2
2020	Nordeste	<i>"A formação na ESPEM é uma oportunidade única de aprendizado, network e motivação para a carreira docente. Nós, professores da região Nordeste, vivenciamos problemas estruturais do sistema educacional e temos chances limitadas para o desenvolvimento profissional na área de ensino de física."</i>	US1
2020	Sudeste	<i>"Desenvolver atividades e/ou projetos em conjunto com a nova rede de professores egressos da ESPEM 2020, potencializando o aprendizado interativo através do uso de comunidades via internet, explorando o relacionamento entre as turmas de diferentes escolas"</i>	US1
2019	Centro-oeste	<i>"Me proponho a reunir propostas de como tornar a sala de aula mais interessante para os alunos e de como trabalhar temas mais avançados com abordagens práticas sobre esses conceitos."</i>	US2
2020	Nordeste	<i>"Meu objetivo profissional é aproximar das salas de aula do Ensino médio uma discussão científica da atual física moderna, com rigor e criticidade teórica em linguagem acessível para os estudantes de modo a auxiliá-los no processo de ensino e aprendizagem, bem como no processo de desenvolvimento de um espírito crítico e participativo com foco nas novas exigências do século XXI."</i>	US2
2019	Norte	<i>"...a oportunidade de participar da Escola de Síncrotron e conhecer as atividades desenvolvidas no laboratório bem como as inúmeras aplicações da luz síncrotron (...) permite que venhamos mostrar aos estudantes que a física está em toda parte, haja vista que uma das muitas dificuldades dos estudantes está justamente em "enxergar" e compreender sua aplicação."</i>	US2
2019	Sul	<i>"Tornar familiar a adolescentes complexos conceitos da física moderna requer uma qualificação profissional com outra ordem de grandeza."</i>	US2

Fonte: Elaborado pelos autores

As redes sociais colaboraram para a manutenção dos contatos entre os professores participantes e os pesquisadores do CNPEM, o que facilitou a realização de um trabalho

de divulgação científica dos pesquisadores nas escolas dos professores, por todo o Brasil. Algumas pesquisadoras do CNPEM, mais especificamente do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), ficaram à disposição dos professores para realizar atividades em suas instituições. As pesquisadoras participaram ativamente de atividades propostas pelos professores participantes da ESPEM, em escolas de diversas regiões do Brasil.

Algumas ações dos professores após participarem da ESPEM estão registradas na tabela 4, como exemplo de divulgação e continuação do trabalho. Foram selecionados professores por região do Brasil.

Tabela4: trabalhos relevantes realizados pelos professores após a ESPEM

Região	Exemplos de ações dos professores após a ESPEM
Nordeste	Duas professoras que participaram da ESPEM em 2020 criaram um curso de formação continuada que funcionou remotamente, chamado Amplia Ciência (SOUZA e CAL, 2020). Foi um curso com a duração de quarenta horas para dezessete professores de física, química e biologia, que teve o objetivo de discutir a ciência moderna por meio da radiação síncrotron com foco na sala de aula. Nessa atividade, cinco pesquisadoras do LNLS foram convidadas para apresentar suas pesquisas.
Centro-oeste	Uma professora participante do ano de 2020 criou um programa online de palestras científicas chamado Talk com Ciência (DUARTE, 2020), onde diversos pesquisadores das áreas científicas são convidados para explicar suas pesquisas com uma linguagem acessível. Alguns desses falaram sobre temas que dialogavam com os estudados na ESPEM. O público-alvo incluía alunos de ensino médio, professores da educação básica e curiosos da ciência.
Sudeste	Uma professora participante da ESPEM de 2020, que é do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), é uma das organizadoras do Centro de Aprendizagem em Física Experimental (CAFE) (RIZZATO, 2020). Ela realizou diversas atividades sobre a radiação síncrotron, convidando pesquisadores do CNPEM para apresentar suas atividades. Esse ciclo de palestras tem o objetivo de apresentar assuntos científicos para alunos de ensino médio, Técnico e Superior, além de ter docentes convidados.
Sul	Uma professora do Instituto Federal Catarinense (IFC), participante da ESPEM em 2020, elaborou diversas atividades para discentes, docentes e funcionários administrativos de seu instituto. Foram apresentados conceitos de física moderna e contemporânea, além da valorização da ciência brasileira e das mulheres na pesquisa científica. Uma pesquisadora do LNLS participou realizando uma palestra para toda a comunidade escolar.
Norte	Um professor do Instituto Federal do Acre (IFAC), participante da ESPEM de 2019, elaborou diversas atividades pelo seu estado e estados vizinhos. Ele já possui uma vasta experiência em divulgação e popularização da ciência e foi para o interior do Acre, de Rondônia e do estado do Amazonas, de carro, levar ciência para diversas escolas e universidades.

Fonte: Elaborado pelos autores

Pelo relatos dos professores que realizaram as apresentações descritas na tabela 4, percebemos o quanto é difícil contabilizar o número de pessoas atingidas por essas aulas e apresentações, e que passaram a valorizar a ciência e a reconhecer que o Brasil produz ciência e tecnologia de ponta. Conclui-se que, quando um curso de formação continuada atinge e motiva determinados professores, esses profissionais passam o conhecimento adiante em seus espaços de atuação e o processo de ensino e aprendizagem pode acontecer de forma fluida. Segundo Acioly (2015):

“A motivação do aluno é algo fundamental para os processos de ensino e aprendizagem, não apenas para o de Ciências, mas para o de qualquer conhecimento. É preciso captar e prender a atenção do aluno, para que o ensino seja mais efetivo, além de mais agradável, tanto para quem aprende como para quem ensina. O conceito da motivação está ligado à necessidade do ser humano de sobrevivência.”

Durante o evento, alguns relatos foram registrados e depois comparados com as entrevistas realizadas com os mesmos professores. Por esses relatos, depreende-se a influência da ESPEM na formação do professor. Na tabela 5, são apresentadas as falas de dois professores que apresentaram mudanças de atitude e que afirmam terem sido motivados pela participação na ESPEM.

Tabela 5: Comparação entre relatos dos professores participantes durante e depois do curso em entrevistas.

ESPEM	Relato durante a ESPEM	Relato depois da ESPEM
2020	<i>“Eu estava bem desanimado com a carreira de professor de física, em que não via muitas perspectivas de desenvolvimento profissional, mas aqui na ESPEM, os assuntos falados aqui, me animaram em buscar um novo caminho pra carreira, assim que voltar para minha cidade, vou procurar alguma coisa na minha área.”</i>	<i>“Eu estava desanimado e não queria fazer o mestrado no ano passado. Aí, eu me motivei com a ESPEM, estou fazendo o mestrado, e o produto educacional vai ser física moderna! Já tem um embrião e até dezembro vai estar tudo certinho.”</i>

2019	<p><i>“Cara, preciso urgentemente baixar e imprimir esses cartões, pois tenho a certeza que meus alunos vão se interessar muito por isso. Essa realidade virtual e realidade aumentada que o Régis nos mostrou, vão aproximar muito meus alunos da ciência, alunos que talvez nunca consigam sair de suas cidades.”</i></p>	<p><i>“...eu levei aquele aplicativo do acceleratAR com um aluno que é bolsista aqui do planetário, e assim que a gente retornou eu fiz um estudo com ele do que era o Sirius, e a gente montou aquele vídeo institucional dentro do planetário. Então, em todas as sessões que a gente realiza no planetário, a gente fala do Sirius. Em 2019, a gente fez bastante movimentação relativa às escolas. A gente atendeu mais ou menos 19 escolas, e também nós fomos para o interior, no estado de Rondônia. Nós fomos para Ariquemes, Guajará-Mirim, e o shopping de Porto Velho. A gente montou o planetário... Só que no shopping de Porto Velho, não deu para a gente montar o sistema do acceleratAR por conta do esquema deles lá dentro. Então, a gente só mostrou o filme do Sirius. Depois a gente fez outra palestra. Então, na UniNorte foi para um grupo, foi bem lotado e foi bacana porque gerou bastante curiosidade de alunos de engenharia elétrica de vários períodos. E depois, lá em Guajará-Mirim, e em Ji-Paraná, com os alunos do ensino superior e do ensino médio também foi bastante interessante.”</i></p>
------	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores

Um dos pesquisadores que participou de uma dessas apresentações para os professores, comentou com o grupo de professores, em um dia de almoço, na edição de 2019:

“Nós nos preocupamos em montar apresentações didáticas que, ao mesmo tempo, têm que aprofundar no conteúdo, mas têm que ser acessível aos professores, pois nem todos tiveram a mesma formação. Nós fomos surpreendidos diversas vezes com perguntas muito interessantes e percebemos que podemos aprofundar determinado conceito sem menor problema. Nós vemos que vocês (os professores participantes) conseguem transformar aquele conteúdo que, às vezes, era difícil de entender, em aulas super didáticas para os alunos de suas cidades.”

Para ampliar a divulgação dos conceitos relacionados à radiação síncrotron no ensino de ciências, a comissão de organização da ESPEM sugeriu aos professores que integraram as turmas de 2019 e 2020 a participação em eventos científicos de ensino de ciências.

A própria comissão participou da divulgação da ESPEM no XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF), realizado na Bahia, em janeiro de 2019. Os membros da organização elaboraram um artigo que foi publicado na Revista Física na Escola (ACIOLY, 2020). Em outros dois eventos de ciência, foram apresentados trabalhos sobre a criação da ESPEM, como o “*Annual Users Meeting LNLS/CNPEM*” (Encontro Anual dos Usuários do LNLS/CNPEM) e o I Encontro sobre Divulgação e Ensino de Física de Partículas no ano de 2020.

Duas professoras da região Nordeste, presentes na ESPEM de 2020, participaram do XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVIII EPEF) e fizeram uma apresentação oral, com o trabalho: “Radiação Síncrotron no Brasil e a Tecnologia no Ensino de Física: Algumas Propostas” (SOUZA & CAL, 2020b). Esse mesmo trabalho foi apresentado na Jornada de Física no Instituto Federal da Bahia (IFBA).

Existe uma proposta da SBF para a organização dos principais eventos científicos para o ensino de Física como SNEF e EPEF a fim de criar uma sala de eventos para divulgar a ESPEM para outros pesquisadores de ensino de Física. Essa sala tem como objetivo promover o reencontro dos participantes, que fariam uma apresentação de suas atividades para os demais.

Há uma grande preocupação do comitê de organização da ESPEM com a aproximação da ciência de ponta e dos pesquisadores com os professores participantes. Isso foi evidenciado na fala de um dos participantes da 1ª edição da ESPEM, em 2019:

“Descrever o cenário de um curso de formação continuada para um profissional educador, eu acho que é muito difícil. Eu acho que o professor tem que estar com constante vontade de se atualizar e, eventualmente, às vezes, a gente não conhece os caminhos para isso, não é? Eu acho que a gente não conhece quais são os cursos ou os profissionais da área de ensino de Física que podem vir a contribuir para a gente estar se atualizando e se informar constantemente.”

Essa preocupação também foi ratificada na fala de um participante da 2ª edição, em 2020, quando disse:

“...a Escola Sirius, na verdade, é uma oportunidade para nós professores termos acesso a um centro de pesquisa de excelência. E o que a gente entende da ESPEM e dessa essa relação com a SBF, a Sociedade Brasileira de Física? Que é uma oportunidade, para nós professores da área, de termos uma educação continuada, direcionada, fazer links com o mundo prático das pesquisas de

ponta. Então, para nós, é uma grande oportunidade. Ninguém gostaria de deixar essa oportunidade passar, não é mesmo? Eu acho que qualquer professor que tem acesso a uma semana imerso lá, aprendendo sobre conteúdos que a gente passa no dia a dia da sala de aula e que a gente explica, mas a gente adoraria ver aplicações práticas, e pesquisas bem aprofundadas sobre o tema.”

Alguns professores, das duas edições, relataram que, a partir de março de 2020, devido à pandemia da Covid-19, e pela sua escola não realizar aulas remotas, não conseguiram aplicar nenhuma atividade.

Um problema encontrado foi o não cumprimento das propostas das cartas de intenção de alguns participantes. Alguns professores relataram que apenas tinham o interesse em conhecer o complexo de laboratórios, porém não se sentiram motivados a procurar novas estratégias para modificar sua sala de aula. Não é objetivo da ESPEM realizar uma visita guiada e, sim, encontrar professores parceiros e divulgadores, para que passem adiante os conceitos novos e a valorização da ciência brasileira.

Outro problema encontrado foi que algumas escolas não deram nenhum tipo de espaço para seus professores realizarem qualquer atividade. Seja espaço de apresentação para outros docentes ou a realização de um evento para os alunos. Alguns professores relataram que a sala de aula, sendo o único espaço de contato com os alunos, foi onde puderam falar sobre os conhecimentos trazidos da ESPEM. Alguns ainda relataram que, se o assunto não tivesse ligação com a grade curricular da disciplina, não poderiam falar sobre a ESPEM, por interromper o conteúdo tradicional. Alguns desses professores compartilharam o sentimento de angústia em relação a algumas instituições que não reconhecem e não valorizam a formação do professor e a ciência e tecnologia de ponta desenvolvidas no Brasil.

Esse terceiro problema vai na contramão do terceiro nível de avaliação de um curso de formação continuada (GUSKEY, 2000). São fatores externos que, muitas vezes, não dependem da organização do curso e nem do professor participante. Está ligado a um problema estrutural da crença na ciência ou na educação, e principalmente, na produção brasileira de qualidade. É necessário realizar um trabalho mais amplo para mobilizar as direções e coordenações das instituições educacionais, buscando diminuir o distanciamento entre a educação básica e a produção científica.

4.6- Conclusões e considerações finais

Com as informações coletadas antes, durante e depois das duas edições da ESPEM, em 2019 e 2020, chegou-se a algumas conclusões para responder à questão norteadora desta pesquisa: “*Como a ESPEM interfere na formação do professor da educação básica, no diálogo entre professores de todo o Brasil e na produção de materiais didáticos atualizados e que valorizam a ciência e tecnologia brasileira?*”.

Uma primeira conclusão é que, na visão dos professores que participaram da ESPEM, de acordo com os dados coletados pelos diversos tipos de entrevistas e na observação participante, as expectativas foram totalmente superadas. Os conteúdos vistos no CNPEM e suas aplicações, ficaram, acima do que acreditavam ser o curso. Muitos imaginavam que apenas iriam visitar o complexo de laboratórios e se surpreenderam com as sequências de aulas teóricas e revisão de conteúdo.

O acesso aos materiais institucionais, elaborados pelos pesquisadores e membros da comunicação interna do CNPEM, focados em elaborar conteúdos de divulgação científica e popularização da ciência; além do contato direto com alguns dos pesquisadores, que são referências internacionais durante todos os dias do curso, contribuíram para que as expectativas dos participantes fossem ultrapassadas.

Pela experiência como professores e como ex-alunos, sabe-se que, apenas poucos dias de aulas teóricas, visitas aos laboratórios e outras atividades, não resultariam em um aprendizado completo de todos os conteúdos. Um dos objetivos do curso era motivar o professor e fornecer acesso a todos os conteúdos após a ESPEM, estimular nesse professor, a continuação dos estudos e da divulgação do laboratório. Segundo Tardif e Lessard (2005), “ensinar é um trabalho emocional”. Um professor envolvido, que acredita e defende a ciência nacional, levará esse sentimento para seus alunos.

Para que as propostas pedagógicas pudessem ser elaboradas, os professores precisavam de alguma experiência profissional anterior, além de um envolvimento com os conteúdos para entender como aplicar esses conceitos em suas escolas. Com base em suas experiências e na conversa com os outros docentes, de diferentes formações, eles precisavam, juntos, compreender os conceitos envolvidos nas aulas teóricas e visitas experimentais. Também era preciso relacioná-los aos conceitos trabalhados pelos

currículos escolares, compartilhando com seus pares, para juntos, entenderem a viabilidade, e, aí então, finalizarem as propostas pedagógicas e, compartilharem os outros participantes.

Na figura 2, é apresentada uma sequência de seis atividades realizadas na ESPEM pelos professores. A imagem (a) é um exemplo de aula teórica. Alguns pesquisadores do CNPEM, que já possuíam experiência didática e foram escolhidos pela comissão, apresentaram revisão de determinados conceitos, dando liberdade para os professores do ensino médio tirarem suas dúvidas e trocarem experiências sobre a aplicação desses conceitos.

Nas imagens (b), (c) e (d), foram registrados momentos das visitas aos laboratórios e estações experimentais, em que os pesquisadores que possuíam melhor didática, os recebiam para explicar, em detalhes, alguns experimentos. Logo em seguida, todos se reuniam em auditórios para a realização de seminários sobre algumas aplicações práticas.

Na parte (e), é apresentado, o que foi denominado pela organização da ESPEM de oficina didática. O grupo de professores se dividia em pequenos grupos, sendo cada membro de uma região do Brasil, para conversar sobre as aulas teóricas e visitas experimentais e compartilhar suas realidades de trabalho. Alguns dos pesquisadores acompanhavam, para auxiliá-los nas dúvidas conceituais e, a partir daí, o grupo de professores elaborava propostas pedagógicas.

Na parte (f), os professores apresentavam para todo o grupo, as propostas que foram conversadas e planejadas, em conjunto, para aplicação na educação básica. Alguns professores, individualmente, apresentavam estratégias pedagógicas que já tivessem aplicado no Ensino Médio, antes da ESPEM, de modo a ampliar o leque de experiências para os colegas.

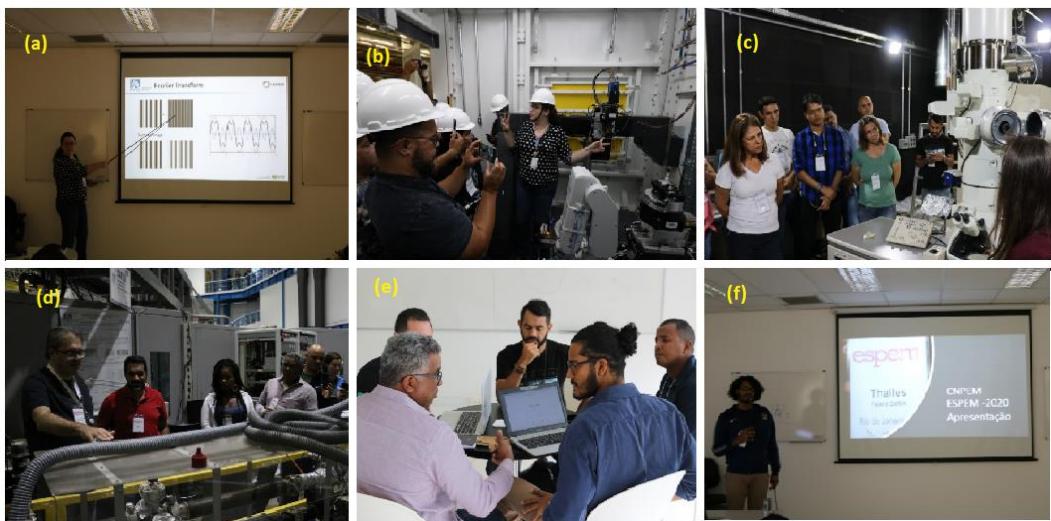


Figura 2: sequência de seis imagens com momentos da ESPEM

A partir dessas atividades, foram postos em prática os referenciais teóricos em relação à formação de professores, que priorizam a qualidade e a troca de experiências. As atividades exemplificam a formação com base nos diferentes saberes propostos por Tardif (2002): saberes da formação profissional, disciplinares, curriculares e experienciais.

Também foram evidenciadas as concepções do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (da sigla em inglês “*Pedagogical Content Knowledge*”, *PCK*), proposto por Shulman (1986,1987) em que o conteúdo planejado e ministrado na ação docente envolve: compreensão, transformação, ensino, avaliação, reflexão e nova compreensão.

Para a organização da ESPEM, os níveis de avaliação de um curso de desenvolvimento profissional, ou para adequação ao contexto desta pesquisa, um curso de formação continuada, seguindo o referencial de Guskey (2000), podem ser divididos em cinco. Porém, não há, por enquanto, um método para avaliar todos esses níveis. Seria preciso um trabalho de acompanhamento de todos os professores participantes e de uma avaliação dos alunos que tiveram aulas com temas relativos aos conteúdos abordados na ESPEM.

Ao analisar cada nível categorizado por Guskey (2000), apresentam-se conclusões por partes:

1º) Reação inicial dos professores imediatamente após a realização da ESPEM:

Praticamente cem por cento dos professores ficaram plenamente satisfeitos com a estrutura do curso, com os conteúdos abordados, com as visitas técnicas nas estações experimentais, com o contato com as pesquisas e seus pesquisadores, com o contato com professores de todo o Brasil e com o entendimento que o país produz pesquisa de ponta e que essa pesquisa contribui para a produção científica internacional.

2º) Aprendizagem dos participantes sobre os temas abordados no curso de modo direto (apenas com as aulas) ou indireto (com estudo dos temas de acordo com as fontes apresentadas pela organização):

Foram 55 professores participantes, de 22 estados mais o Distrito Federal, que possuem formações bem divergentes. Alguns recém-formados e outros com pós-doutorado, alguns professores com 40 anos de experiência em educação básica e outros no início da carreira de professor. Porém, todos com o desejo de aprender e compartilhar entre si as inovações da ciência e tecnologia produzidos no CNPEM. Como os temas abordados na ESPEM estão fora dos currículos tradicionais, praticamente todos relataram que aprenderam novos conceitos e novas abordagens. Os participantes da ESPEM têm acesso ao material usado durante todo o curso, permitindo que a formação e o estudo possam continuar.

3º) Suporte organizacional e transformação do ambiente em que o participante está imerso profissionalmente (escola em que o professor trabalha) após a participação, de modo a fomentar a aplicação dos conceitos aprendidos no curso:

Essa talvez seja a categoria mais difícil de analisar, pois depende de muitas variáveis. Cada instituição de ensino tem seus planos de ação definidos por órgãos ou decisões de pessoas. A mudança de atitude ou a abertura de um espaço para professores realizarem projetos ou ações de divulgação e ensino dependem das relações entre esses órgãos e as pessoas.

É possível dividir os resultados em três tipos de suportes organizacionais fornecidos aos professores participantes:

Um primeiro grupo, no qual muitos professores conseguiram total apoio de suas instituições de ensino para realizarem atividades para outros docentes, alunos, funcionários administrativos e até mesmo outras instituições de ensino e eventos

acadêmicos. Alguns desses professores relataram que suas instituições ofereceram um espaço para elaborar projetos de longa duração para divulgação da ciência brasileira.

Um segundo grupo, no qual os professores tiveram apoio parcial de sua instituição de ensino. Esse apoio se limitou a uma apresentação apenas, ou o não recebimento de uma falta ao trabalho, devido à apresentação do certificado de participação no curso. Alguns relataram que tiveram certa liberdade para falar sobre os temas vistos na ESPEM, porém, dentro do tempo de aula e do conteúdo de suas disciplinas.

Um terceiro grupo, no qual os professores não tiveram nenhum apoio de sua instituição. Alguns professores relataram não ter nenhum espaço para apresentar nenhum tipo de atividade vista na ESPEM nem para seus alunos nem para seus pares. Alguns comentaram que possuem uma coordenação pedagógica um pouco opressora, que não permite sequer que os conteúdos vistos no curso sejam abordados em suas disciplinas. Esses últimos comentam que fazem um trabalho meio subversivo, onde, dentro dos conteúdos, conseguem trabalhar os temas vistos.

Para análise dessa terceira categoria, conclui-se que há uma necessidade urgente de maior divulgação das pesquisas brasileiras em uma linguagem popular e acessível a todos, usando o máximo de mídias de informação. Infere-se também a necessidade de se dispor de materiais didáticos que relacionem os conteúdos das ciências com as pesquisas brasileiras, o que daria suporte aos professores, além da necessidade de conversar com diretores e coordenadores das escolas da educação básica, para mudar essas atitudes de rejeição.

4º) Uso de novos conhecimentos e habilidades pelos participantes a partir das informações adquiridas no curso:

Essa categoria foi contemplada por grande parte dos professores participantes, pois, durante o curso, eles se reuniam em oficinas pedagógicas para conversar sobre propostas de aplicação daquele conteúdo em sala de aula. Além disso, alguns pesquisadores apresentavam alternativas para uso em sala de aula, como aplicativos gratuitos de celular para realidade virtual e realidade aumentada ou para a realização de uma visita virtual. Outros apresentaram jogos educacionais para compreensão de alguns conteúdos. Foi uma troca muito rica, e, após o curso, nos aplicativos de comunicação em grupo, pelo celular, os professores ainda conversam sobre essas metodologias.

5º) Resultados na aprendizagem dos estudantes que tiveram aula após a participação do professor na ESPEM, reconhecendo a mudança da atitude do professor.

Este último nível depende de uma relação a ser criada pela comissão de organização da ESPEM com as instituições de ensino dos professores participantes. Refere-se à análise do que os alunos aprenderam após as aulas e as atividades que os professores participantes realizaram. Esta categoria também pode ser analisada pela ótica da mudança de atitude dos alunos sobre as informações levadas pelos professores participantes.

Uma pesquisa para avaliação de um curso de formação continuada pode durar anos e precisa contar com parcerias de diversas instituições. Porém, com os dados coletados foi possível responder à questão desta pesquisa e verificar que a ESPEM contribui para a formação do professor da educação básica, fomenta o diálogo entre professores de diferentes regiões, colabora na produção de metodologias pedagógicas para uso em sala de aula e para a divulgação da ciência e tecnologia de ponta brasileira produzida por brasileiros.

4.7– Referências

ACIOLY, V. (2015). *Visitas virtuais como instrumento motivacional para o ensino de ciências e divulgação científica.* (Dissertação de mestrado) / Programa de pós-graduação em ensino de ciências da natureza da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

ACIOLY, V.; PICORETI, R; ROCHA, T.C.R.; AZEVEDO, G. de M. & SANTOS, A.C.F. (2020) *A luz síncrotron iluminando a formação de professores. A Física na Escola,* V. 18, nº 2 de 2020 .

BARDIN, L. (2011). *Análise de Conteúdo. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro.* 1. ed. São Paulo: Edições 70.

BODGAN, R. & BIKLEN, S. K. (2006). *Qualitative research for education: an introduction to theories and methods.* 5th edition. Boston: Pearson.

CARVALO, A. M. P & GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações.* 10Ed. São Paulo: Cortez.

CUNHA, M. I. da. (2003). *Verbete Formação continuada.* Enciclopédia da Pedagogia Universitária. Porto Alegre: FAPERGS.

DAY, C. (2001). *Desenvolvimento Profissional de Professores: os desafios da aprendizagem permanente.* Porto: Porto Editora.

DUARTE, I. (2020). *Canal Talk com Ciência.*

<https://www.youtube.com/channel/UCBdEqJa0shBREk9zAcGBa0w>

GARNICA, A. V. M. (1997). *Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia*. São Paulo: Interface.

GUSKEY, T. (2000). *Evaluating Professional Development*. Thousand Oaks: SAGE Publications

MANZINI, E. J. (1991). *A entrevista na pesquisa social*. São Paulo: Didática.

MARCONI, M. A. & LAKATOS, E. M. (2003) *Fundamentos da Metodologia Científica*. 5^a ed. São Paulo: Atlas.

MARCONI, M. A. & LAKATOS, E. M. (2011). *Metodologia científica*. 6^a ed. São Paulo: Atlas.

MATTAR, F. N. (1994). *Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise*. 2a. ed. São Paulo: Atlas.

MATTOS, C. L. G. (2011). *A abordagem etnográfica na investigação científica*. In Mattos, CLG., & Castro, PA., orgs. *Etnografia e educação: conceitos e usos [online]*. Campina Grande: EDUEPB.

MAY, T. (2001). *Pesquisa social. Questões, métodos e processos*. Porto Alegre: Aramed.

MEC (2015). *Conselho Nacional de Educação: Conselho Pleno. Resolução: Nº 2, DE 1º DE JULHO DE 2015*.

MORGA, D. L. & KRUEGER, R. A. (1993). *When to Use Focus Groups and Why*. In: D. L. Morgan (Ed.), *Successful Focus Groups: Advancing the State of the Art* (pp. 3-9). Newbury Park, CA: Sage Publications.

PACCA, J. L. de A. & VILLANI, A. (2018). *A formação continuada do professor de Física*. *Estudos Avançados*, 32(94), 57-71. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0005>

PARK, S & OLIVER, S. (2008). *Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals*. Research in Science Education (pp. 261–284). Springfield, Austrália: Springer.

PIMENTA, S. G. (1997). *Didática e Formação de Professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal*. São Paulo: Cortez.

PUGLIESE, R. M. (2017). *O trabalho do professor de Física no ensino médio: um retrato da realidade, da vontade e da necessidade nos âmbitos socioeconômico e metodológico*. Ciência e Educação. (pp. 963-978) Bauru, SP.

RIZZATO, C. (2020). *Centro de Aprendizagem em Física Experimental*. <https://www.youtube.com/channel/UCped2TQnkYloboeEpti9mOg>.

SOUZA, R. & CAL. T. (2020). *Curso Amplia Ciência*. <https://www.youtube.com/watch?v=cnftivEOJcg>.

SOUZA, R. & CAL. T. (2020). *Radiação Síncrotron no Brasil e a Tecnologia no Ensino de Física: algumas propostas*. XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis.

SHULMAN, L. S. (1986). *Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. Educational Researcher.

SHULMAN, L. S. (1987). *Knowledge and Teaching: Foundations of the new Reform.* Harvard Educational Review.

TARDIF, M. (2002). *Saberes docentes e formação profissional.* Petrópolis: Vozes;

TARDIF, M. & LESSARD, C. O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2005.

VILLEGAS-REIMERS, E. (2003). *Teacher professional development: an international review of the literature.* Paris: International Institute for Educational Planning.

Capítulo 5

Artigo 4

“Lançando luz sobre a formação de professores”

Shedding Synchrotron Light on teacher training

Aceito pela Revista (18/02): Physics Education

(aguardando publicação)

Este artigo apresenta uma análise das atividades realizadas pelos professores que participaram das duas edições da Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM) em suas cidades de origem. Essas atividades estão no campo de atuação profissional e de formação acadêmica de cada professor. Essa pesquisa faz parte de uma pesquisa mais ampla que envolve diversos aspectos relacionados à criação da ESPEM.

Capítulo 5 – Artigo 4

“Lançando luz sobre a formação de professores”

Shedding Synchrotron Light on teacher training

Vitor Acioly

Thereza Paiva

Renan Picoreti

Túlio Rocha

Gustavo Azevedo

Antonio Santos

Abstract

This paper aims to introduce the initiative *Escola Sirius para Professores do Ensino Médio* (ESPEM, Sirius School for High School Teachers) hosted by the *Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais* (CNPEM, Brazilian Center for Research in Energy and Materials) and supported by the Sociedade Brasileira de Física (SBF, Brazilian Physical Society). The program covers the principles and applications of synchrotron radiation with expositive lectures, discussions, and visits to the CNPEM facilities. By using semi structured interviews, a remote focal group and surveys to find out the impact of ESPEM, we observed that the teachers shared their experience and disseminate the acquired knowledge with their peers and students.

Keywords: synchrotron light; in-service training; professional-Development Schools; high school teachers

5.1- Introduction

A basic education teacher, when motivated and encouraged to do quality work, is able to reach a diverse audience and to be a multiplying agent of knowledge and content, in an incalculable way. In large and often unequal countries in terms of social issues and educational opportunities, this motivation and incentive must come from partnerships between research and educational institutions, at the national level, which play a key role in motivation and incentive to teachers

There is a growing gap between basic science and people's perception and knowledge about science, and this setback needs to be slowed down with encouragement in all spheres of education. At a time when there is a return to negationism and a lack of credibility in relation to science, in an international political context unfavorable to the scientific community, SBF and CNPEM jointly decided to assemble a team of researchers, to conceive strategies to bring together the cutting-edge science produced by Brazilian researchers in Brazil to high school teachers. Inspired by similar initiatives [1-4], both institutions were interested in preparing a professional development course [5] for high school teachers. At the same time, the largest scientific infrastructure built in Brazil, Sirius, was in its final construction stage, so it was the perfect timing to create the *Escola Sirius para Professores do Ensino Médio* (ESPEM, Sirius School for High School Teachers).

CNPEM is a private non-profit organization under the supervision of the Brazilian Ministry of Science, Technology, and Innovations (MCTI). Located in the city of Campinas-Brazil, CNPEM is the institution responsible for designing, building and operating Sirius, which is an electron storage ring dedicated to the production of 4th generation synchrotron light. Synchrotron light is an intense, coherent, collimated and broad-spectrum electromagnetic radiation, ranging from infrared to hard X-rays. Such radiation is generated whenever the electron beam path is bent by magnetic fields in the particle accelerators [6].

In the context of the need to value Brazilian science, in order to bring together and present to the community that is outside academic knowledge, that Brazil is a producer of cutting-edge science and technology, ESPEM was created. One of the objectives, in

addition to making this approximation, between society, school and the scientific community, is to alleviate the great geographical inequality and academic opportunities that exist in this continental country, and for this reason, the ESPEM organizing committee decided to hold a course that reached to the whole country.

In Brazil, professional development courses for teachers, which last between 20h and 80h, are categorized under the name of continued education courses [5]. This definition agrees with that of Villegas-Reimers [5], which explains the importance of teacher training courses when they are in the classroom. ESPEM lasts 40 hours (Monday to Friday), and participating teachers stay for one week immersed in theoretical classes, conducting experimental visits and attending lectures followed by informal conversations about proposals for applying concepts of modern physics in basic education.

In the next section, we present ESPEM. Section 3 presents the results of the research carried out with the data collected from the participating teachers, in order to discuss the dissemination in the whole country that was motivated by the professional development course. Finally, some conclusions are drawn.

5.2- Sirius School for High School Teachers (ESPEM)

At the beginning of 2018 the process of structuring and organizing the course for teachers began. Researchers from different areas of activity were invited to be part of the organizing committee. One of the researchers is a physics teacher at high schools in the city of Rio de Janeiro, and a doctoral student in the field of physics teaching at the *Universidade Federal do Rio de Janeiro* (UFRJ), being the first author of this work. He attended the entire course as a participant observer, and maintained contact with all participants after each edition. Physics researchers from *Universidade Federal do Rio de Janeiro* and *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* were also invited to join this group, in addition to researchers from CNPEM. The first edition took place in January 2019, between the 14th and the 18th. Twenty places were available for this first school, and participants were chosen among the more than 200 applications of physics teachers from all over the country, including 16 states and the Capital. With the success of the first edition, the organizing institutions increased the number of places to 35 in the following

edition, which took place between January 20th and 24th, 2020. Teachers from 20 states, in addition to the capital, were selected.

The course was designed so that it would collaborate to reduce social inequalities and opportunities in Physics teaching. Therefore, for the selection of teachers, some contexts were considered such as regionalization, since Brazil is a very large country and at the same time very unequal, in which certain regions receive greater financial and academic incentives than others. Another subject that was considered was the gender balance of those selected, as there is a great need to encourage more women interested in science. A third concern was to privilege teachers who have fewer professional opportunities. In Brazil, high schools can be divided into federal education, private education or state / municipal education. Teachers at state / municipal schools have fewer opportunities due to various historical and social issues in the country. Fig. 1 shows the relative numbers in the two editions.

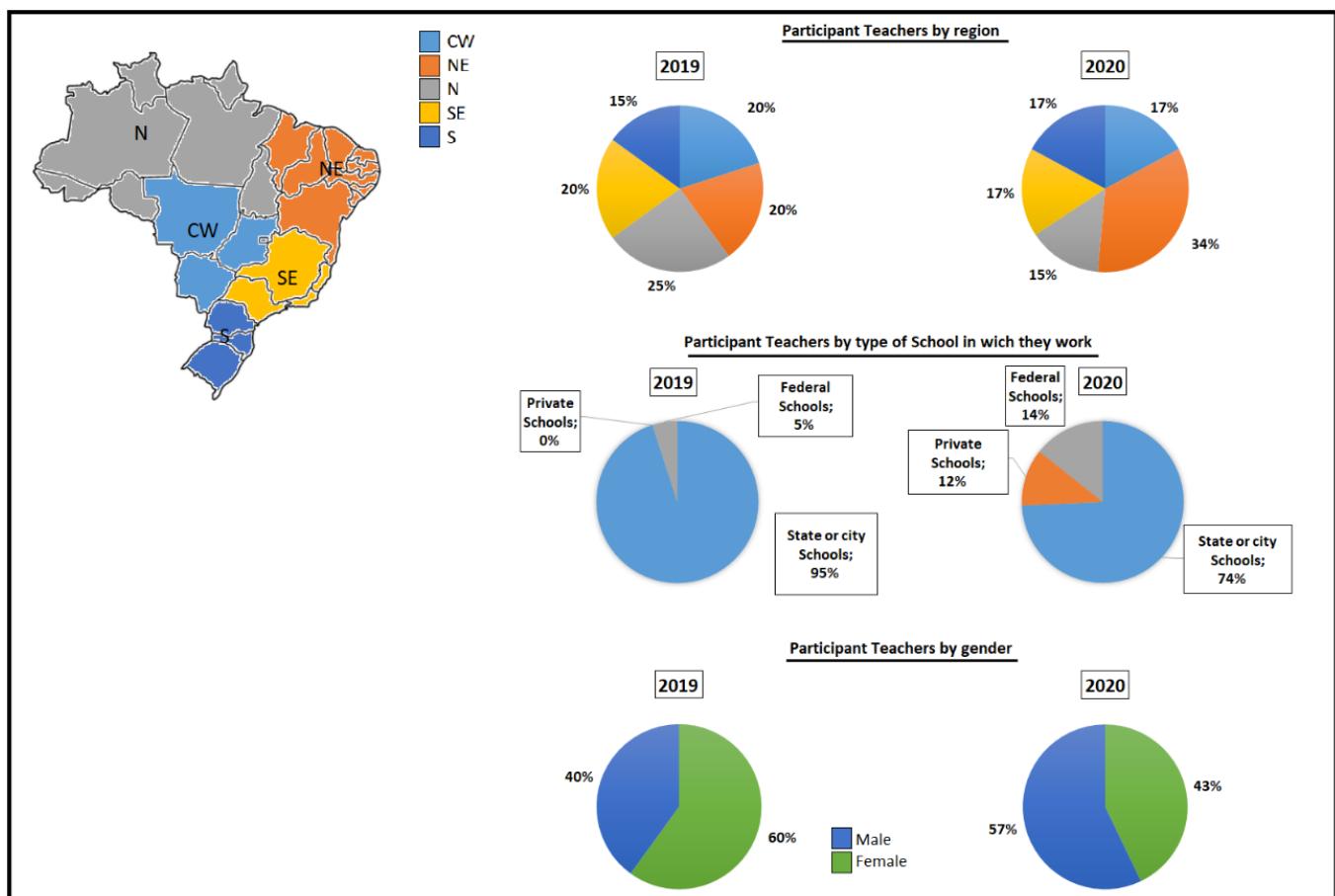


Fig. 1: Participants Teachers by region, gender and type of schools, and year.

The selected teachers had a large part of their costs, such as travel expenses, food and lodging, funded by the organizing institutions, which is rather uncommon in Brazil.

The participating teachers remained immersed in the laboratory complex for a week, attending theoretical classes on contents of modern and contemporary physics such as: particle accelerators, synchrotron light production, X-ray optics, detectors, some basic concepts of experimental techniques such as scattering and diffraction, spectroscopy, among others. In addition to visiting the laboratories and attending lectures and presentations by the researchers, as we can see in Table I, they met to develop pedagogical strategies to present the concepts studied in school education, such as: circular movement, oscillatory movements, electromagnetism, special relativity, quantum theory and radiation interaction with matter [6].

Schedule	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
Morning	Introduction to ESPEM	Class 1: Electromagnetic radiation	Lesson 3: Synchrotron Light	Lesson 4: Spectroscopy	Lesson 6: Imaging
Morning	Introduction to CNPEM	Lesson 2: Particle Accelerators	Workshop Didactics 1	Lesson 5: Diffraction	Workshop Didactics 2
Morning	Introduction to Sirius				
Lunch					
In the afternoon	Introduction and Visit to LNNano	Introduction and Visit to LNBio	Introduction and Visit to LNBR	Visit to UVX	Visit to Sirius
In the afternoon	Seminars Researchers at LNNano	Seminars Researchers at LNBio	Seminars Researchers at LNBR	Seminars Researchers at LNLS	Seminars Researchers at LNLS
In the afternoon	Participating Teachers' mini presentations				
In the afternoon	Seminars Researchers at LNNano	Seminars Researchers at LNBio	Seminars Researchers at LNBR	Seminars Researchers at LNLS	Seminars Researchers at LNLS

Table I: ESPEM Schedule

CNPEM operates four national laboratories, international references in cutting-edge research: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS, Brazilian Synchrotron

Light Laboratory), Laboratório Nacional de Biociências (LNBio, Brazilian Biosciences National Laboratory), Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR, Brazilian Biorenewables National Laboratory) and Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano, Brazilian Nanotechnology National Laboratory) [7].

In addition to learning the contents of modern physics and the principles of particle accelerators, teachers met at specific times during the course to develop strategies on how to use that knowledge in high schools. At each visit to the laboratories, there were conversations between teachers and researchers, for the application of the concepts in basic education. This is perceived in a report by a professor from the northern region who participated in 2019: “In my class planning, for example, I always include this topic about particle accelerators, when I talk about certain subjects. When I talk about optics, I remember the monochromator issue a lot because it caught my attention. How it is manipulated, how they manage to manipulate the energy range and the light range they want to use ... When I go to talk about electrons, for example - I start talking about electrons for third year students. When we go deeper into the theme of electricity - which I always start by talking about atoms - I rescue this issue from atomic models ... I always talk about the movement of this electron very close to the speed of light to generate all this radiation, which is used by the particle accelerator.” (Literal translation from Portuguese).



Fig. 2. Twenty teachers participating in the 1st edition in 2019 with a speaker and one of the authors and members of the organizing committee.



Fig. 3. Thirty-five teachers participating in the 2nd edition in 2020 with one of the authors and a member of the organizing committee.

The selection criteria were: to be a teacher in service; and to demonstrate some experience in scientific outreach; a letter of interest explaining why they wanted to participate in ESPEM; and a letter of intent presenting proposals for the activities they would develop after returning to their cities, if selected.

After completing the course, the teachers returned to their cities with the mission of being the ambassadors and disseminators of Sirius and of CNPEM research in their community. That includes not only making presentations to their students, but seeking funding to popularize and disseminate science. The next section presents the activities performed by the 55 participant teachers after ESPEM.

5.3- Results of ESPEM

A communication channel was created to monitor the activities carried out by the teachers after returning to their home towns. In addition to this channel, some interviews and questionnaires were conducted, and a focus group was set up, where open questions were asked. The activities carried out after the professional development course were compared with the information collected during ESPEM. We have also compared the resulting activities with those proposed before the course, analyzing the letters of intention and motivation that the teachers sent with the school application.

One of our goals is to understand how ESPEM interfered, motivating each participating teacher to continue their training after the course, or to participate in the training of other teachers. All 55 teachers were interviewed and commented on the stimulus in their teaching career promoted by ESPEM, as shown in Table II.

Region	mini courses (under 20 hours)	in-service training (with 20 hours or more)	Master Courses started after ESPEM	PhD Courses started after ESPEM	Collaborated in teacher training courses after ESPEM
Central West	6	4	2	1	4
Northeast	8	11	3	2	7
North	6	6	1	1	2
Southeast	7	1	1	0	3
South	8	3	1	2	3
Brazil	35	25	8	6	19

Table II. Follow-up activities developed by the participant teachers by region (first column) of Brazil.

In each region of Brazil, there are different types of opportunities for teachers, some with many courses and others with almost none. The figures in Table II show data in

which some teachers have taken more than one course. We had cases of teachers who took up to four of these activities, such as mini courses, continuing education courses, joined the Master's degree and collaborated in other teacher training courses.

As one of the main actions of teachers was to disseminate the acquired knowledge in their cities, data were collected on the performance of these teachers in their community. Participating teachers were instructed to record all activities carried out in their community on the dissemination of research conducted at Sirius and at CNPEM laboratories.

Table III presents a comparison between the numbers of high school students, university students, high school teachers and the number of people outside school and university environments who attended lectures and presentations by ESPEM participating teachers after the course, by region. For the sake of comparison, Table III also presents the Human Development Index (HDI) by region.

Dissemination after the training						
2019/2020						
Region	Number of teachers	Dissemination to high schools	Dissemination to colleges	Dissemination to teachers	Dissemination to general audience	HDI
CW	10	1400	0	72	50	0.757
NE	16	4061	175	280	200	0.663
N	10	5810	980	415	21847	0.667
SE	10	1390	121	40	0	0.766
S	9	1729	190	20	110	0.754
Brazil	55	14390	1466	827	22207	0.727

Table III. Number of high school students, university students, teachers and the general public that attended presentations by teachers by region of Brazil.

From Table II, one can see that 35 teachers attended mini short courses to continue their training, and improve class preparation and the production of materials for their students. Twenty-five have taken other continuing education courses (courses of more than 20 hours in duration), acknowledging that they were motivated by the participation in ESPEM. They also stated their wish to continue preparing themselves to provide a better themselves as teachers. As for the change of professional career planning, 14 have begun graduate programs (master's and doctoral courses), and confirmed that the contact with cutting-edge research, motivated them to follow new professional paths. In addition, 19 teachers collaborated in some extent in continuing education courses to peers in their community, arguing that as they had the opportunity to participate in ESPEM, they had the desire to share with other professionals who did not have that opportunity.

Moreover, from Table III one can see that with “only” 55 participant teachers, it was possible to reach 14390 high school students, 1466 college students and 827 teachers. As for the case of the general public, Table III shows an impressive number about 22,000, even though the majority of that was due to science channel created by just one of the ESPEM participants, with over 19,000 views by the time this research was performed.

Most of the teachers reported that their professional life, in relation to the planning of their classroom and the contacts with other teachers from different realities, were the biggest impacts for their participation in ESPEM, according to the testimony of two teachers below.

All participants from both editions have access to an online storage cloud with materials to assist in organizing their activities. Teachers held regular classes, held lectures at their educational institutions, organized scientific events in places with many people such as Public squares and shopping malls. Many virtual lectures were held. The participating teachers could contact some members of the organizing committee, to ask questions about the issues discussed during the school. We can see, in the report of two teachers, the importance of participation in the Synchrotron School, as a teacher who participated in 2020, commented:

“Well, the Synchrotron School for High School Teachers, in fact, is an opportunity for us teachers to have access to an excellent research center. And we understand that ...it is an opportunity, for us teachers in the field, to have a continuous, targeted education, making links with the practical world of cutting-edge research. Nobody would like to let this

opportunity pass, would they? I think that any teacher who has access to a week immersed there, learning about content that we spend on a daily basis in the classroom and that we explain, but we would love to see practical applications, and very in-depth research on the topic ...So, the school served as a watershed for the vast majority of all teachers there, because most had a very clear experience in the classroom with high school. We had an experience of dealing with this audience, but this enrichment of what we lived there helped us a lot on a daily basis. This link with the Sirius School was very positive."

(Literal translation from Portuguese)

A teacher, who participated in 2019, related what was seen in the continuing education course with his pedagogical practices:

"ESPEM put us in contact with teachers from various states, with situations totally different from ours. So, what we thought was a problem, we realized that many other teachers from other places solved it, gave solutions to the same or similar problems, with a creative option, using elements of more practice in the classroom, using the few resources that they had to encourage ... So, we managed to take advantage of this experience of others to understand our problems in our schools and communities. Mainly, for those who deal with the public school. And we can understand the problem, find solutions and have someone to share with. Because now we already have the experience of others who went through the experience and some were successful, others unsuccessful, but this exchange of experience helped us to understand our situation in our city, in our community, and to be able to act more effectively. "

An important point to be considered is that the two regions that have the lowest HDI (see Table III), were the ones with the highest numbers of dissemination events. It is clear that teachers in the poorest regions were the most motivated to disseminate scientific knowledge. This fact alone would already establish the success of ESPEM, which was designed to reduce regional inequalities in science dissemination and teaching.

5.4- Conclusions and discussion of results

In a context of the need for continuing education for teachers across Brazil, and the need to bring cutting-edge research and basic education closer together, a professional development course was created in the largest science laboratory complex in Brazil and a new source of light Brazilian synchrotron, Sirius. Seeking the greatest balance in the selection of teachers, this course was held in two editions and aimed to present the science and technology produced in Brazil by Brazilians, so that participating teachers, in addition to learning certain physics concepts, pass on in their cities, for his high school students, higher education, his fellow teachers and the general public.

Teachers stated that the ESPEM provided an opportunity to meet peers from others regions and to exchange teaching experiences. It was also an opportunity to get in contact with researchers and to learn about the state of art in physics. They were not aware that a structure such as Sirius was available in Brazil. The follow up activities developed by the teachers, disseminating what they learned at ESPEM were able to reach a large number of students and peers alike, as well as the general public. Looking ahead, we plan to extend the next ESPEM to other science teachers, such as chemistry and biology. We hope that ESPEM will continue to provide inspiration for science teachers and help to bring science to close the gap between basic science and the public. The figures in table III clearly demonstrate the multiplicative potential of initiatives such as ESPEM in disseminating scientific awareness and motivating high school teachers, particularly in the less developed and remote areas of large and heterogeneous countries such as Brazil. We believe the similar initiatives would be equally successful in other developing countries.

5.5 – Acknowledgments

V. Acioly thanks to the *Sociedade Brasileira de Física*and the *Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais* for supporting the creation of the *Escola Sirius para Professores do Ensino Médio* (ESPEM, *Sirius School for High School teachers*, and

support for doctoral research in Physical Education and Physics Teaching carried out by the *Universidade Federal do Rio de Janeiro*. The Brazilian Center for Research in Energy and Materials (CNPEM) is a private non-profit organization under the supervision of the Brazilian Ministry of Science, Technology, and Innovations (MCTI). ESPEM 2020 was funded by MCTI with resources from the project Ciência na Escola (Science at School)."

All participant subjects are above 21 years old, gave their image consent, and agreed to participate in this research. This work was carried out according to the principles described in the journal's ethical policy and informed consent for publication was obtained from all participants.

5.6 -References

- [1] Alexopoulos A, Pavlidou M and Cherouvis S 2019 '*Playing with Protons': a training course for primary school teachers at CERN*, *Phys. Educ.* **54** 015013
- [2] Pavlidou M and Lazzeroni C 2016 *Particle physics for primary schools – enthusing future physicists*, *Phys. Educ.* **51** 054003
- [3] Wiener, J.; Woithe, J. A. Brown and Jende K. 2016, *Introducing the LHC in the classroom: an overview of education resources available*, *Phys. Educ.* **51** 035001
- [4] Sinflorio D A, Fonseca P, Coelho L F S and Santos A C F 2006 *Teaching electromagnetism to high-school students using particle accelerators*, *Phys. Educ.* **41** 539.
- [5] Villegas-Reimers E 2003 *Teacher professional development: an international review of the literature*. Paris: International Institute for Educational Planning.
- [6] Acioly V, Picoreti R, Rocha, T C R, Azevedo G de M and Santos A C F 2020 *A luz sincrotron iluminando a formação de professores*. A Física na Escola, v,18, n.2.
- [7] CNPEM website (<http://cnpem.br/>) Acessed: December 5 2020.
- [8] Brazilian Ministry of Education website: (<http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>) Acessed: November 10th 2020.

Capítulo 6 – Integração da Discussão e Considerações Finais

Capítulo 6 – Integração da Discussão e Considerações Finais

Neste capítulo, serão apresentados os principais resultados dos estudos realizados durante toda a pesquisa que foi dividida em quatro artigos, articulando-os com o contexto mais amplo da tese. Na primeira seção, serão relembrados os principais pontos das investigações, sendo destacados os principais resultados de cada pesquisa. Na segunda, a discussão abordará como esses resultados potencializam as mudanças para as próximas edições da ESPEM, junto com as possibilidades de futuras pesquisas envolvendo o projeto de formação continuada de professores. Na terceira seção, haverá um encerramento com as considerações finais, apresentando os resultados que respondem os objetivos específicos, concluindo com a resposta da pesquisa mais ampla.

6.1 – Retomando a estrutura da pesquisa para as considerações finais

Desde junho de 2018, em que ocorreram as primeiras reuniões entre os pesquisadores responsáveis pela Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), muitas questões foram surgindo e diferentes objetivos foram pensados para a criação de uma escola de formação continuada para professores no CNPEM. As demandas eram diversas, pois havia uma preocupação em comum de atender da melhor maneira possível às necessidades de formação dos professores selecionados. Entretanto, cada componente do comitê possuía um foco, que estava diretamente relacionado ao seu papel no grupo e à sua trajetória de formação acadêmica.

Esta pesquisa acompanhou todas as etapas da criação da ESPEM, e os resultados estão contribuindo para a elaboração das próximas edições. A pesquisa completa teve como objetivo mais amplo de responder à questão: “*Como a Escola Sirius para Professores de Ensino Médio interfere na formação do professor da educação básica, no diálogo entre professores de todo o Brasil e na produção de materiais didáticos*

atualizados e que valorizam a ciência e a tecnologia brasileiras?". Com base nessa questão, foram criados objetivos específicos que foram respondidos no decorrer da tese, em pequenas pesquisas, transformadas em artigos submetidos e publicados em periódicos cujo foco engloba ensino, formação de professores, decolonialidade, entre outros.

Esta pesquisa acadêmica também teve um papel de divulgar a ESPEM para diversos professores de física. Atendendo a essa demanda, uma das prioridades da pesquisa e das instituições organizadoras (SBF e CNPEM), o segundo capítulo foi submetido e publicado em um periódico que tem como principal foco divulgar atividades para professores de física da educação básica. A Revista *A Física na Escola* (FnE), a escolhida, visa divulgar informações sobre a física e seu ensino, com ênfase na sala de aula. Tem como objetivo o diálogo com os professores do ensino médio e de todos aqueles que se interessam em contribuir para a melhoria do ensino de física (FnE, 2020).

Os professores selecionados para as edições de 2019 e 2020 da ESPEM relataram que souberam das informações da escola de formação continuada pelas redes sociais da SBF e do CNPEM, e alguns deles reforçaram que seus programas de pós-graduação contribuíram para essa divulgação. Foi possível perceber, com essas informações, que é necessário investir no aumento dessa divulgação, incluindo outras mídias e revistas acessíveis aos professores da educação básica. A revista FnE é um periódico público e de acesso gratuito, além de ser coordenada pelo setor de ensino de física da SBF.

Foram utilizadas diferentes metodologias de coletas de dados durante todo o processo da divulgação até a realização da ESPEM, com o objetivo de identificar fatores que contribuíssem para a pesquisa. Uma delas foi a análise qualitativa do conteúdo das cartas de intenção dos professores selecionados e outras análises dos documentos relativos às transcrições das entrevistas semiestruturadas, do grupo focal e de outras entrevistas e respostas a questionários/formulários, que aconteceram após a realização do curso. Foi aplicado o conceito definido como análise documental (BARDIN, 2011), em que as informações foram identificadas, categorizadas, organizadas e os dados importantes para a pesquisa chamados de Unidades de Significado (US). A partir das US, a pesquisa foi sendo construída, com informações que estavam no cronograma da investigação e com novas informações que foram percebidas no decorrer das leituras de todos esses documentos.

Um dos caminhos construído imediatamente após as leituras dos documentos produzidos depois da ESPEM e de suas análises foi a questão da decolonialidade. Esse tema dialogava com um dos objetivos da ESPEM: a divulgação, o reconhecimento e a valorização da ciência e da tecnologia produzidas no Brasil por brasileiros. No capítulo três, foi utilizada uma parte da pesquisa sobre a ESPEM, que envolveu essa temática, em que os professores participantes relataram não conhecerem previamente um laboratório que produzia ciência de ponta brasileira e não saberem da existência de um acelerador de partículas de grande extensão, como o Sirius, no Brasil. Alguns deixaram evidente, durante o curso, que até o momento de participação na ESPEM não acreditavam na qualidade da produção científica nacional.

Devido à carência de divulgação das pesquisas brasileiras para o público geral e principalmente para os professores e estudantes da educação básica, algumas opiniões como “o Brasil não produz ciência” ou “a ciência que dá certo vem dos Estados Unidos ou da Europa” se repetiram em diversos relatos. Isso foi percebido analisando o discurso dos professores participantes das cinco regiões do Brasil e acaba por justificar a extrema necessidade de divulgar essas produções em linguagem acessível para a maior quantidade de pessoas possíveis, principalmente na escola básica, e por diferentes mídias.

Uma outra questão a ser levada para futuras pesquisas e que envolvem a decolonialidade no ensino, é: quais são os meios de acesso a informações científicas e acadêmicas que chegam para os professores da educação básica? Muitos pesquisadores precisam divulgar seus trabalhos em periódicos que não estão na rotina de acesso à informação do professor que está na linha de frente da educação escolar. Algumas publicações de pesquisas relacionadas ao ensino acontecem em periódicos internacionais e em língua estrangeira. Com isso, foi possível identificar mais uma questão da decolonialidade por conta da academia, pois o professor precisa ter acesso fácil a pesquisas que envolvem a educação, já os pesquisadores precisam publicar suas pesquisas em revistas científicas como forma de ter reconhecimento das instituições que avaliam seus trabalhos e sua produtividade (CNPq, Capes). Entretanto, esses espaços não são os mesmo que os professores buscam quando querem ter acesso a informações de ensino e educação. Entende-se que essa distância precisa ser diminuída, e as revistas acadêmicas e científicas que envolvem ensino precisam estar disponíveis para professores de todas as classes sociais e níveis de formação. Os professores participantes da ESPEM relataram que têm pouco acesso às revistas acadêmicas recomendadas e bem avaliadas pelas

agências de fomento e que as revistas de maior acesso e consequentemente mais lidas não necessariamente possuem a mesma qualificação pelos órgãos avaliadores. É necessário realizar um trabalho de estímulo à leitura acadêmica pelos professores da educação básica, além de facilitar o acesso aos periódicos de ensino.

A formação de um estudante brasileiro e, naturalmente, de um professor da educação básica, muitas vezes, não acompanha as pesquisas realizadas no próprio país, fazendo com que aumente a distância entre o conhecimento teórico visto nas aulas e as aplicações práticas. E algumas dessas pesquisas são realizadas na própria universidade do professor em formação. Por exemplo, um professor participante da ESPEM de 2020, ao visitar uma das partes do complexo de aceleradores de partículas do CNPEM, não tinha conhecimento que a universidade onde ele cursava o mestrado profissional em ensino de física possui também um outro acelerador de partículas.

Essa pesquisa não tem como objetivo identificar culpados, e sim contribuir para a aproximação da pesquisa científica com o ensino. É necessária uma via de mão dupla, em que os pesquisadores das áreas científicas, nas universidades e centros de pesquisa, se preocupem em disseminar suas pesquisas para os professores, e os pesquisadores da área de formação de professores encontrem instrumentos para conectar o conteúdo das pesquisas científicas à realidade da sala de aula. Isso, inclusive, pode significar a continuidade de diversas pesquisas.

Um dos objetivos da ESPEM é motivar o professor a estimular em seus alunos os diferentes saberes, entre eles, os saberes científicos. Um jovem estudante, quando não é estimulado, acaba aceitando que apenas a ciência e a tecnologia que vêm dos países do hemisfério norte, os que já possuem a tradição histórica de formar cientistas e desenvolver pesquisas, merecem credibilidade. Com esses traços de colonialidade identificados no decorrer desta pesquisa, foi possível perceber um caminho que dialoga com a questão geral da tese.

A valorização da produção nacional somada à formação continuada de professores de física pode, aos poucos, demarcar naquele professor, e consequentemente em seu público-alvo, uma mudança atitudinal em sua fala e defesa da ciência, o que foi chamado na pesquisa de giro decolonial, termo utilizado por Maldonado-Torres (2007). A ESPEM, como ferramenta para realizar essa mudança de atitude do professor, pode contribuir com uma mudança de visão de uma parte da sociedade, que tem acesso a essas informações.

O giro decolonial significa uma oportunidade para os professores verem novos conceitos e significados sobre determinado conteúdo, rompendo com os danos psicológicos gerados pela colonialidade histórica e cultural, porém sem desvalorizar os conceitos produzidos pelos países desenvolvidos. No campo da ciência, por exemplo, o Brasil se torna referência em pesquisa por meio do Sirius, e alguns pesquisadores dos países desenvolvidos, como do CERN e de outros países da Europa, reconhecem esse potencial mais que muitos brasileiros.

Foram apenas cinquenta e cinco professores que participaram da ESPEM em 2019 e 2020 e tiveram acesso a pesquisas realizadas no CNPEM e como elas podem dialogar com o ensino na educação básica, por meio de apresentações do curso e de ferramentas para acessar esse conteúdo posteriormente. Sabe-se que esse número é muito pequeno quando comparado à quantidade de professores das ciências da natureza na educação básica brasileira. Entretanto, a partir do momento em que é identificado um caminho para a mudança e a valorização da ciência brasileira, e que esse pode despertar e motivar no professor a realizar mudanças atitudinais, precisamos pensar em como investir e buscar parcerias institucionais para aumentar o quantitativo de oportunidades semelhantes.

Os dados coletados nesta pesquisa ajudaram a identificar o impacto da ESPEM nos professores participantes e o potencial de disseminação do que foi aprendido no curso em seus alunos e em sua comunidade. Essas análises foram exploradas nos capítulos quatro e cinco, respectivamente. No capítulo cinco, inclusive, foram registrados os números de pessoas contempladas em cada apresentação dos professores participantes, em suas cidades, bem como as ações individuais que auxiliaram na formação de outros professores.

Quando uma pesquisa em ensino aborda ações de um professor, identificando se o mesmo está motivado e pré-disposto a realizar mudanças em sua rotina de trabalho, ou em sua formação acadêmica, muitas questões precisam ser consideradas. O professor da educação básica, para realizar mudanças significativas em seu contexto, precisa de apoio de diversos setores, começando, principalmente, pelo apoio institucional de sua escola, seguido pela colaboração de seus pares, além de um tempo de dedicação. Uma outra questão que precisa ser considerada e que é imensurável é o quanto o professor acredita que essa mudança de atitude e de posicionamento pode motivar seus alunos a novas oportunidades. Esse fator pode estar ligado a sua história de vida e formação ou a um posicionamento político de dar mais oportunidades aos que mais precisam.

No decorrer da pesquisa, foram apresentados os números relativos à seleção dos professores. Os relatos dos participantes de 2019 e 2020, por meio de registros das observações durante o curso e das entrevistas após o curso, demonstram que eles concordaram com o processo seletivo e valorizaram o equilíbrio da escolha. Para a organização da ESPEM, isso serviu como parte da avaliação do curso.

O número de professores selecionados por região do Brasil, nas duas edições, foi proporcional às cinco regiões do país, o que favoreceu o diálogo entre os diferentes estados e diminuiu as distâncias. Com as redes sociais e os aplicativos de comunicação, como WhatsApp, essa integração se mantém após o curso. Assim, professores do interior do Brasil têm contato com professores de grandes capitais, o que facilita a troca de experiências e materiais entre eles. Outra preocupação da comissão foi com o equilíbrio de gênero, pois o grupo entende que a necessidade de aumentar a representatividade das mulheres na ciência e como porta-vozes e divulgadoras da ciência é latente. Os participantes identificaram esse esforço da comissão e relataram como um dos pontos mais positivos no curso. E ainda, como descrito no capítulo 4, os professores ressaltaram sua satisfação com a oportunidade que o curso deu aos professores vinculados a escolas estaduais e municipais. Como esses profissionais têm menos oportunidades acadêmicas e financeiras, foram os que tiveram o maior número de vagas, e essa escolha não desvalorizou os outros tipos de escolas, como as federais e as privadas.

Seguindo no campo da avaliação, respondendo a uma parte dos objetivos específicos, os professores participantes reconheceram as instituições organizadoras (SBF e CNPEM) como responsáveis pela diminuição do distanciamento entre a educação básica e a universidade (centro de pesquisa). Ficou evidente que o curso não se tratava apenas da apresentação de metodologias de ensino para aplicar na sala de aula ou de divulgação do espaço físico do laboratório, mas de uma aproximação presencial do professor ao contexto da pesquisa científica. Essa aproximação se conecta com os referenciais teóricos Shulman (1986,1987) e Tardif (2002) nas questões de formação de qualidade dos professores. O processo seletivo priorizou professores que já possuísem uma certa bagagem acadêmica, com conhecimentos pedagógicos específicos, que foram observados nas etapas de seleção. A oportunidade de participar das aulas teóricas, das visitas às estações experimentais e das trocas de experiências na elaboração de propostas e de materiais didáticos da ESPEM, associadas aos conhecimentos prévios dos

professores, foi relatada pelos professores como um divisor de águas em sua trajetória profissional.

De acordo com as informações coletadas após a ESPEM e analisando o referencial de um curso de desenvolvimento profissional (GUSKEY, 2000), que define a avaliação de um curso em cinco categorias, pode-se afirmar que, pelos menos, três dessas categorias foram atingidas com sucesso: a reação inicial dos professores, a aprendizagem dos conceitos vistos durante o curso e a utilização de novos conhecimentos e habilidades. As duas categorias que não puderam ser quantificadas – suporte da instituição de ensino do professor para aplicar atividades vistas no curso e avaliação dos alunos que tiveram aulas com os professores participantes – dependeriam de outros instrumentos de pesquisa e coleta de dados para serem identificadas.

Um dado relevante para a pesquisa que responde as questões de motivação é apresentado na tabela 2 do capítulo 5. Os professores participantes relataram que, após a participação na ESPEM, foram motivados a continuar sua formação. Alguns desses já tinham a intenção de seguir alguma formação acadêmica além da graduação. No entanto, a maioria que realizou alguma atividade após a ESPEM deixou evidente que foi motivada pelo que viu durante o curso. Esses dados não estavam no planejamento inicial. Foi uma surpresa para a pesquisa constatar que, desde a realização da ESPEM até novembro de 2020, 35 professores realizaram minicursos para complementar a formação, 25 realizaram outros cursos de formação continuada, 14 ingressaram em um nova pós-graduação (mestrado ou doutorado) e 19 atuaram como colaboradores para formar outros professores.

Percebe-se que o número de palestras, aulas e seminários realizados pelos professores participantes da ESPEM após o curso com foco em divulgação científica e ensino foi maior nas regiões mais carentes do país. Esses dados podem ser relacionados com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que foi apresentado no capítulo cinco, na tabela três. São dados que confirmam que nas regiões mais carentes, com menor IDH, como Norte e Nordeste, os professores se sentiram mais motivados e fizeram uma maior divulgação, atendendo a um número maior de pessoas, quando comparados com as regiões Sul e Sudeste, que possuem um maior IDH e tiveram um número de atividades menor. A pesquisa teve como preocupação o anonimato dos professores participantes, e, por isso, cada um dos cinquenta e cinco professores foram codificados como P1, P2, P3 até o P55, e a quantidade de atividades e os números absolutos de pessoas que receberam

essas aulas, seminários, palestras, entre outras ações de divulgação científica, pode ser encontrado entre os apêndices três e sete.

Durante o curso, foi possível constatar que os participantes formados pelas universidades do Norte e Nordeste do Brasil reconhecem o privilégio que possuem devido ao acesso à formação acadêmica. Uma interessante observação registrada durante a realização da ESPEM é que os professores mais animados e empolgados com as aulas teóricas, visitas experimentais e com ideias de aplicação desses conceitos na educação básica eram os professores das regiões Norte e Nordeste. O número apresentado no IDH pelas regiões está inversamente proporcional à motivação dos professores por região.

Quando os professores das regiões Norte e Nordeste foram questionados sobre o porquê desse trabalho de divulgação, que foi acima do esperado, muitos responderam que, além do comprometimento devido à carta de intenção proposta pela seleção dos professores e pelo edital do concurso, eles queriam compartilhar a oportunidade que tiveram e popularizar e aproximar o público da ciência, por meio da divulgação científica. Segundo eles, essas oportunidades transformaram a carreira pessoal e profissional de cada um.

Ficou evidente, pelas informações compartilhadas pelos professores de todo o Brasil que participaram das duas edições da ESPEM, que é uma necessidade da sociedade lutar por políticas que tenham o foco de formar e orientar professores. O estímulo para realizar cursos de formação continuada, além do incentivo do professor realizar mestrado e doutorado, precisa ser uma política do Ministério da Educação (MEC), entrando como prioridade de nação, e não como proposta de algum governo específico. A partir de uma pauta do MEC, esse estímulo precisa ser contínuo e entrar nas prioridades das secretarias estaduais e municipais de educação, passando pelas direções regionais, direções escolares e coordenações pedagógicas, para chegar ao professor da educação básica como uma formação complementar e necessária. Contudo, no relato dos professores, foi constatado o caminho inverso, ou seja, eles, quando souberam que poderiam concorrer a uma vaga para complementar sua formação, precisaram pedir autorização e, às vezes, brigar para conseguir liberação para participarem da ESPEM.

6.2 – Desdobramentos e implicações para pesquisas futuras: o futuro da ESPEM

O CNPEM é um complexo de laboratórios composto por quatro grandes laboratórios nacionais multidisciplinares. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) é responsável pela estrutura do Sirius e opera a única fonte de luz Síncrotron da América Latina, sendo o novo acelerador de partículas brasileiro, de quarta geração, para análise dos mais diversos tipos de materiais, orgânicos e inorgânicos. O Laboratório Nacional de Biociências (LNBio) desenvolve pesquisas em áreas de fronteira da biociência, com foco em biotecnologia e fármacos. O Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR) pesquisa soluções biotecnológicas para o desenvolvimento sustentável de biocombustíveis avançados, bioquímicos e biomateriais, empregando a biomassa e a biodiversidade brasileira. O Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) realiza pesquisas com materiais avançados, produzindo materiais na escala nanométrica, que dialoga com disciplinas de química e biologia, além de contribuir com o avanço tecnológico do país.

A partir dos resultados e das vivências dos professores participantes das duas edições e pela experiência do comitê de organização, entende-se que não é escalável elaborar um curso de formação continuada, em um laboratório multidisciplinar, com apenas professores de física. A partir das próximas edições, as vagas serão distribuídas entre professores de física, química e biologia, sem descartar futuras possibilidades de incluir outras disciplinas da educação básica escolar, como geografia física e matemática. A sociedade vive um momento crucial para estreitar o diálogo entre as diferentes áreas de conhecimento e, no caso, disciplinas escolares. Trazer uma relação em que os conceitos estudados estejam entrelaçados, para contribuir para uma formação de jovens que tenham um pensamento além das disciplinas segmentadas, é um dos novos objetivos traçados.

No entanto, devido ao momento de isolamento vivenciado na época da escrita da tese, por causa da pandemia mundial da Covid-19, não há previsão para uma nova edição presencial da ESPEM. Isso abre portas para novas possibilidades, como um evento virtual, que tem algumas desvantagens entre elas o distanciamento e a menor interação

entre os participantes. Contudo, muitas vantagens podem ser incorporadas ao projeto. Uma versão da ESPEM virtual pode potencializar a divulgação das pesquisas brasileiras, com a possibilidade de aumento do número de vagas para professores e a realização de visitas às estações experimentais de modo remoto. A versão do curso de formação continuada para professores de modo virtual pode ser mantida mesmo com a finalização do isolamento, se somando aos cursos presenciais e aumentando a divulgação e potencializando as ações dos professores participantes.

Outra novidade a ser incluída nas novas edições é o apoio de outras instituições na divulgação, como o convite institucional que está sendo realizado à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), além da intenção de convidar a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e a Academia Brasileira de Ciência (ABC). Percebe-se outras duas linhas de frente que podem ajudar na divulgação e atingir professores das cidades do interior: o envolvimento das secretarias de educação estaduais e municipais e a parceria entre programas de pós-graduação em ensino de ciências, física, química e biologia e o CNPEM, a fim de vincular projetos de mestrado e doutorado às pesquisas científicas da instituição.

Com essas possibilidades de ampliação e colaboração com programas de pós-graduação em ensino, há um interesse, por parte da comissão, em convidar pesquisadores das áreas de ensino, para trabalhar em conjunto com os pesquisadores do CNPEM, com o objetivo de apresentar a importância nas duas áreas de atuação: pesquisa aplicada e pesquisa em ensino. Isso pode abrir portas para uma sequência de trabalhos entre diversas instituições e fomentar um diálogo entre as pesquisas que são realizadas nas universidades e centros de pesquisa com as pesquisas em ensino.

Consequentemente, com a inclusão de professores de diferentes áreas do ensino de ciências e a colaboração de programas de pós-graduação em ensino, existe o potencial de estimular uma produção de materiais didáticos, como sequências didáticas para auxiliar outros professores ou materiais de divulgação e popularização da ciência para todas as faixas etárias, a fim de continuar esse movimento de valorização da ciência nacional, além de aumentar a acessibilidade para a produção de materiais de baixo custo e fácil distribuição.

Nas últimas décadas, há um crescente número de pesquisas que propõem mudanças curriculares nas áreas de ciências (EIJKELHOF; KORTLAND; LOO, 1984;

PINTO; ZANETIC, 1999; SOUZA; ARAÚJO, 2010; SILVA; ALMEIDA, 2011; MORAIS; GUERRA, 2013). Algumas dessas pesquisas se conectam com a necessidade de investir na formação continuada de professores e da aproximação da universidade com a educação básica (ZEICHNER, 1998; VILLEGAS-REIMERS, 2003; CUNHA, 2006; ANGOTTI, 2006; BORGES, 2006; RICARDO, 2010; SANTOS & FREITAS, 2011; ARAUJO & ESTEVES, 2019). A partir dos conceitos de radiação síncrotron, aplicados nas pesquisas envolvidas no CNPEM e que estão inseridos na disciplina de física, pode-se ampliar as pesquisas em ensino de ciências, fazendo uma ligação desses conceitos e de suas aplicações com outras áreas de ensino, usando o contexto dos laboratórios multidisciplinares. O estudo da radiação síncrotron no ensino médio pode abrir portas para o CNPEM ser um campo de estudo do ensino de ciências, formação de professores e divulgação científica.

O Brasil possui uma grande diferença na estrutura do currículo escolar entre os diferentes tipos de escola (municipal, estadual, federal e privada). Atualmente, elaborar estratégias para mudanças curriculares a partir das pesquisas de ensino de ciências, utilizando o CNPEM como campo de ação, pode ser uma opção distante e ousada, ainda mais quando analisamos as diferenças do tipo de ensino nacional. Entendemos que precisamos vencer muitas barreiras ainda, para pensar em estratégias de mudanças curriculares envolvendo a radiação síncrotron com as disciplinas de física, química e biologia, porém é uma ideia para ser aplicada no futuro.

A motivação dada aos professores que participam da ESPEM, em conjunto com o acesso às ferramentas que auxiliam seus conteúdos curriculares, são os principais fatores que contribuem para o professor entender, valorizar e defender a produção científica nacional, passando para seus estudantes. Por isso, quando o comitê de organização planejar mais eventos da ESPEM, para aumentar a quantidade de professores beneficiados, seja presencial ou virtualmente, seja com mais disciplinas, o foco no estímulo ao professor sempre será priorizado.

6.3 – Considerações finais

Essa pesquisa percorreu um longo caminho e foi elaborada de forma intensa. Estava presente em todas as etapas da construção dessa investigação a preocupação em colaborar com a formação de professores, priorizando a qualidade de conteúdos, trocas de experiências, o equilíbrio de oportunidades, a associação do conteúdo escolar com pesquisas científicas, a elaboração de materiais e propostas pedagógicas para aplicação na sala de aula, além da motivação de passar tudo isso adiante em uma linguagem acessível.

Aproveitando o conjunto de oportunidades viabilizadas pela participação em todas as etapas de criação, organização e aplicação da Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), e pelo reconhecimento, por parte da comissão de organização, da experiência profissional e da motivação do autor dessa pesquisa, foi possível construir uma investigação e responder a questão norteadora que foi elaborada: *Como a Escola Sirius para Professores de Ensino Médio interfere na formação do professor da educação básica, no diálogo entre professores de todo o Brasil e na produção de materiais didáticos atualizados e que valorizam a ciência e a tecnologia brasileiras?*. A partir dessa pergunta, foi proposto como objetivo geral a contribuição para a formação do professor de física no Brasil. A partir disso, como objetivos específicos foram avaliados os impactos da ESPEM na formação do professor e na divulgação científica para a sociedade.

Essa questão e esses objetivos orientaram a construção desta tese e foram respondidos com a elaboração de quatro pesquisas independentes. Essas pesquisas tinham seus objetivos e questões próprias, mas, quando unidas, pertenciam a uma pesquisa mais ampla, o que levou ao formato *multipaper* deste trabalho. Os objetivos específicos e a pergunta que norteia a tese foram respondidos na análise nos quatro artigos (capítulos).

No primeiro artigo, é apresentada a construção da ESPEM, ressaltando a importância do complexo de laboratórios científicos do CNPEM, com ciência e tecnologia de ponta, para levar o Brasil como destaque no cenário internacional. Também foram apresentados relatos dos professores participantes, que mostram a avaliação deles sobre a escola de formação continuada e sobre o impacto do curso em suas vidas.

O segundo artigo identifica traços coloniais nos relatos dos professores participantes da ESPEM, pois não havia o reconhecimento das potencialidades da pesquisa brasileira. Muitos deles disseram que, antes do curso, valorizavam apenas da ciência produzida pelos países desenvolvidos. Esse artigo propôs uma mudança na visão do professor da educação básica, para que ele fosse um dos responsáveis para o movimento de decolonialidade nas escolas do ensino médio.

Já o terceiro artigo apresenta uma avaliação da escola de formação continuada na visão dos professores e da comissão de organização, por meio de um conjunto de análises antes, durante e depois do curso.

Para finalizar, o quarto artigo mostra como a ESPEM impactou a carreira e a formação do professor, além de apresentar a influência que o curso teve na disseminação do conteúdo pelos participantes.

É importante destacar que esta tese não tinha a intenção de discutir os conteúdos de física necessários para essa mudança atitudinal do professor participante. A prioridade foi entender os conhecimentos que o profissional já possuía, para, a partir daí, apresentar conteúdos e pesquisas científicas produzidos por brasileiros e, assim, contribuir para a diminuição do distanciamento entre os centros de pesquisa e o ensino básico, dando ferramentas ao professor defender a ciência brasileira.

A ESPEM não é um curso para “fazer propaganda” do CNPEM, ou seja, para os participantes apenas conhecerem a estrutura do centro de pesquisa. A intenção do curso é, por meio das atividades realizadas ao longo de uma semana, contribuir com a formação docente e provocar o encantamento dele com a ciência de ponta produzida no Brasil, a fim de provocar mudanças na atitude profissional e em suas práticas pedagógicas. A ideia é que cada participante seja um porta-voz e defensor da ciência para seus alunos e colegas professores.

6.4 – Referências

ANGOTTI, J. A. P. Desafios para a formação presencial e a distância do físico educador. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 143-150, 2006.

BORGES, O. Formação inicial de professores de física: formar mais! Formar melhor! Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2006.

CUNHA, S. L. S. Reflexões sobre o EAD no ensino de física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 151-154, 2006.

EIJKELHOF, H.; KORTLAND, K.; LOO, F. V. D. Nuclear weapons: a suitable topic for the classroom? Physics Education, 19, p. 11-15, 1984.

FnE – A revista Física a Escola. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/>>. Acesso em: 10 de jan. de 2021

Maldonado-Torres, Nelson (2007). "Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto", em Castro-Gómez, Santiago & Grosfoguel, Ramon (coords.) *El giro decolonial: reflexiones para uma diversidad epistêmica más allá del capitalismo global*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores; Universidad Central, Instituto de Estudios Sociales Contemporáneos, Pontificia Universidad Javeriana, Instituto Pensar.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. Revista Brasileira de Física, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 1502-1-1502-9, 2013.

PINTO, A.C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio? Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação). 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SANTOS, M.; FREITAS, D. A construção de saberes docentes por licenciandos e sua influência na identificação inicial com a profissão. *Interacções*, n. 18, 2011, pp. 157-177.

SILVA, C. S., ALMEIDA, M. J. P. M. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n.3, p. 624-652, 2011.

SOUZA, A. J.; ARAÚJO, M. S. T. A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS: um caminho para introduzir tópicos de FMC no ensino médio. *Educar*, Curitiba, v. 37, p. 191-209, 2010.

VILLEGRAS-REIMERS, E. Teacher professional development: an international review of the literature. Paris: International Institute for Educational Planning. 2003

Apêndices

Apêndice 1 - Termo de consentimento livre e esclarecido

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituto de Matemática

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática

Doutorado em Ensino e História da Matemática e Física

Linha de Pesquisa: Ensino de Física

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado participante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre formação continuada de professores na Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM), que faz parte da pesquisa de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática realizada por Vitor Acioly e orientada por Antonio Carlos Fontes dos Santos, em uma parceria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM).

Este termo de Consentimento Livre e Esclarecido tem o objetivo de apresentar todos os procedimentos que serão realizados durante a presente pesquisa cujos objetivos são investigar os currículos dos cursos de licenciatura em Física, bem como analisar e fazer propostas para cursos de formação continuada que foquem o ensino de física moderna e contemporânea. Sua participação neste estudo permitirá que a equipe responsável faça a coleta de dados necessária para a pesquisa. Esse grupo focal tem como objetivo justificar a necessidade dos cursos de formação continuada, como a ESPEM.

É necessário esclarecer que:

- Sua participação é voluntária;
- Este termo de consentimento livre e esclarecido não tem prazo de validade estabelecido e ele pode ser revogado por ambas as partes a qualquer momento;
- A pesquisa não prevê nenhuma compensação financeira para os voluntários e nem custos em sua participação;

- As informações prestadas nunca serão divulgadas em associação com o seu nome, que também nunca vai ser apresentado em publicações científicas realizadas pela equipe de pesquisa;
- As fotos da aplicação da atividade somente serão divulgadas em artigos científicos após o cuidado de não divulgar o rosto dos participantes envolvidos;
- Você pode a qualquer momento, solicitar aos pesquisadores quaisquer informações sobre o andamento do projeto;
- O sigilo em relação aos dados é garantido. Nenhum dado pessoal de qualquer participante será divulgado.
- Sua participação não envolve riscos significativos. O principal risco é o da exposição das partes escritas pelos participantes e das fotografias. Outro risco seria a divulgação indevida dos dados, mas nossa equipe está preparada para armazenar os dados mantendo total sigilo.
- O benefício esperado é a reflexão sobre a prática de ensino de matemática em professores em formação.

Este termo é emitido em duas vias, que serão assinadas pelo participante da pesquisa e pelo representante da equipe de pesquisa.

Eu, _____, declaro que fui devidamente informado de todos os procedimentos da presente pesquisa e concordo em participar. Também informo que permito realização de fotografias durante a aplicação da atividade.

Eu, Vitor Acioly Barbosa, representante da equipe de pesquisa, declaro que obtive este termo de Consentimento Livre e Esclarecido sem exercer qualquer forma de coerção sobre o voluntário.

Data:

Assinatura do Participante:

Assinatura do Representante da pesquisa:

Apêndice 2 – Termo de autorização de uso de imagem, palavras e informações pelas atividades realizadas no CNPEM



AUTHORIZATION FOR USE OF IMAGE, WORDS AND INFORMATION TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, PALAVRAS E INFORMAÇÕES

Name / Nome: _____

Passport or RG / Passaporte ou RG _____

Address / Endereço: _____

Under the terms and subject to Brazilian law, I, _____ Nos termos e sujeito a legislação Brasileira, Eu, qualified above, authorize the use by the BRAZILIAN CENTER FOR RESEARCH ON ENERGY AND MATERIALS - CNPEM, CNPJ under Nº 01.576.817/0001-75, and their successors, assigns and licensees, employees and agents (all jointly "Licensed"), the right to reproduce, edit, adapt, use, assign, market of all the pictures, videos, words and information, captured _____, hereinafter referred to as ("Materials").

acima qualificado, autorizo o uso pelo CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS – CNPEM, inscrito no CNPJ sob nº 01.576.817/0001-75 e seus respectivos sucessores, cessionários e licenciados, funcionários e agentes (todos conjuntamente "Licenciados"), o direito de reproduzir, editar, adaptar, utilizar, ceder, comercializar todas as imagens, vídeos, palavras e informações capturadas _____,

doravante denominadas ("Materiais").

The signatory also guarantees that Licensees may use and exploit, directly or through third parties, any and all forms of exploitation (including but not limited to those modalities

O signatário também garante que, os Licenciados poderão utilizar e explorar, diretamente ou por terceiros, por toda e qualquer forma de exploração (incluindo mas

set forth in Article 29 of Law 9.610 / 98), as well as its dubbing, voice overlay and subtitling for any language, distribution, licensing, marketing, advertising, promotion, exhibition and other forms of exploitation in all market segments and media - whether currently known or later developed - among others (I) flyers in general (Inserts, direct mail, catalog, etc.), (II) presentation folder; (III) ads in magazines and newspapers in general; (IV) webpages; (V) posters, (VI) back-light; (VII) electronic media (panels, videos, television, film , radio program, YouTube, etc.), (VIII) CNPEM's sites and in its National Laboratories sites and (IX) in the profiles of these institutions on the following social networking sites: Twitter, Facebook, Instagram and LinkedIn.

não se limitando àquelas modalidades previstas no Art. 29 da Lei 9.610/98), e também sua dublagem, sobreposição de voz e legendagem para qualquer idioma, distribuição, licenciamento, marketing, propaganda, promoção, exibição e outras formas de exploração, em todos os segmentos de mercados e meios de comunicação – seja atualmente conhecido ou desenvolvido posteriormente – dentre outros (I) folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (II) folder de apresentação; (III) anúncios em revistas e jornais em geral; (IV) webpages; (V) cartazes; (VI) back-light; (VII) mídia eletrônica (painéis, vídeos, televisão, cinema, programa para rádio, YouTbe, entre outros); (VIII) sites do CNPEM e nos sites de seus Laboratórios Nacionais e (IX) nos perfis dessas instituições nas seguintes redes sociais: Twitter, Facebook, Instagram e LinkedIn.

The signatory hereby agrees that this license shall be given free of charge and for this reason hereby grants to Licensees the fullest and unrestricted discharge in respect of any claim to court or out of court on the provisions of this instrument.

O signatário concorda que a presente licença se dá de forma gratuita, razão pela qual, neste ato, concede aos Licenciados a mais ampla total e irrestrita quitação para nada a reclamar em juízo ou fora dele sobre as disposições do presente instrumento.

The signatory further guarantees that there will be no need to inspect and approve the Material and its derivatives, with waiver of any legal action on rights to my image, words and information assigned to Licensee, and that the rights hereunder may be used, assigned and

O signatário garante ainda que não haverá a necessidade de inspecionar e aprovar o Material e seus derivados, com renúncia a qualquer ação judicial sobre direitos à minha imagem, palavras e informações cedidas ao Licenciado, bem como que os direitos aqui

licensed to third parties, without the need for any authorization or payment to the signatory. licenciados poderão ser utilizados, cedidos e licenciados para terceiros, sem necessidade de qualquer autorização ou pagamento para o signatário.

Campinas, ____ de _____ 2019

Apêndice 3 – Número de alunos de ensino médio, alunos universitários, professores e público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu estado, na região Centro-oeste

Professor	UF	Ano	Divulgação para alunos de Ensino Médio	Divulgação para alunos universitários	Divulgação para professores	Divulgação para o público geral
P1	MT	2019	300	0	50	50
P2	MS	2019	60	0	0	0
P3	DF	2019	300	0	10	0
P4	MT	2019	30	0	0	0
P5	DF	2020	300	0	0	0
P6	GO	2020	60	0	0	0
P7	MS	2020	40	0	0	0
P8	MT	2020	130	0	12	0
P9	MT	2020	80	0	0	0
P10	MT	2020	100	0	0	0
TOTAL			1400	0	72	50

Apêndice 4 – Número de alunos de ensino médio, alunos universitários, professores e público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu estado, na região Nordeste

Professor	UF	Ano	Divulgação para alunos de Ensino Médio	Divulgação para alunos universitários	Divulgação para professores	Divulgação para o público geral
P11	MA	2019	150	30	10	0
P12	PB	2019	600	0	30	0
P13	PB	2019	1800	0	60	0
P14	PI	2019	100	0	0	200
P15	SE	2020	150	0	20	0
P16	PB	2020	155	45	0	0
P17	BA	2020	0	0	30	0
P18	BA	2020	0	0	40	0
P19	CE	2020	30	0	0	0
P20	CE	2020	150	0	0	0
P21	MA	2020	60	0	0	0
P22	PB	2020	0	0	30	0
P23	PE	2020	356	0	0	0
P24	PE	2020	0	0	25	0
P25	PI	2020	110	100	35	0
P26	SE	2020	400	0	0	0
TOTAL			4061	175	280	200

Apêndice 5 – Número de alunos de ensino médio, alunos universitários, professores e público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu estado, na região Norte

Professor	UF	Ano	Divulgação para alunos de Ensino Médio	Divulgação para alunos universitários	Divulgação para professores	Divulgação para o público geral
P27	AC	2019	5000	300	200	2000
P28	RR	2019	60	0	0	0
P29	TO	2019	50	430	0	0
P30	AM	2019	200	150	0	0
P31	PA	2019	0	0	0	0
P32	AM	2020	400	100	200	100
P33	AM	2020	0	0	0	0
P34	PA	2020	0	0	0	0
P35	PA	2020	0	0	0	19747
P36	AC	2020	100	0	15	0
TOTAL			5810	980	415	21847

Apêndice 6 – Número de alunos de ensino médio, alunos universitários, professores e público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu estado, na região Sudeste

Professor	UF	Ano	Divulgação para alunos de Ensino Médio	Divulgação para alunos universitários	Divulgação para professores	Divulgação para o público geral
P37	RJ	2019	130	9	0	0
P38	ES	2019	0	12	0	0
P39	MG	2019	400	60	0	0
P40	SP	2019	250	0	0	0
P41	RJ	2020	0	0	0	0
P42	SP	2020	500	40	40	0
P43	ES	2020	30	0	0	0
P44	MG	2020	20	0	0	0
P45	SP	2020	30	0	0	0
P46	RJ	2020	30	0	0	0
TOTAL			1390	121	40	0

Apêndice 7 – Número de alunos de ensino médio, alunos universitários, professores e público em geral atendidos nas apresentações pelos professores em seu estado, na região Sul

Professor	UF	Ano	Divulgação para alunos de Ensino Médio	Divulgação para alunos universitários	Divulgação para professores	Divulgação para o público geral
P47	PR	2019	300	80	0	0
P48	PR	2019	300	0	0	0
P49	RS	2019	229	0	0	0
P50	PR	2020	160	0	0	0
P51	SC	2020	200	70	20	50
P52	SC	2020	90	40	0	60
P53	PR	2020	450	0	0	0
P54	RS	2020	0	0	0	0
P55	SC	2020	0	0	0	0
TOTAL			1729	190	20	110

Apêndice 8 – Entrevistas semiestruturadas com os professores participantes da ESPEM

Entrevistas

Foi utilizada uma plataforma de reunião virtual para realizar as entrevistas.

Os professores que participaram dessa entrevista foram selecionados por sorteio, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

As entrevistas foram gravadas com autorização de todos.

Perguntas realizadas:

1 – Fale um pouco sobre a Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM) que o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) oferece em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF).

2 – Esse curso tem, de algum modo, contribuído para a sua prática pedagógica na sala de aula?

3 – Sua experiência na ESPEM lhe ajudou a analisar e/ou compreender problemas vividos por vocês e seus alunos (as) no município em que trabalha, sendo a fonte de inspiração para ações de transformação?

4 – Você tem aproveitado em suas aulas os conceitos teóricos, exemplos de aplicações e estratégias pedagógicas utilizadas na ESPEM?

5 – Muitos educadores estão, há algum tempo, questionando o fato de o professor não aproveitar os conhecimentos cotidianos dos educandos no seu processo de educação. Atualmente somos levados a nos questionar diariamente quem são nossos educandos e

como eles constroem seu conhecimento. Ao participarem da ESPEM os professores sentam nas cadeiras e passam então de educadores a educandos. Com base nesta análise, os professores e pesquisadores que ministraram o curso da ESPEM respeitaram e levaram em consideração suas experiências adquiridas com sua prática cotidiana durante as apresentações?

6 – Durante o planejamento de suas aulas e ao perceber que o tema que irá trabalhar dialoga com algum experimento visto ou conhecimento teórico adquirido na ESPEM, você leva em consideração os momentos de troca de experiências com os demais colegas professores ou as explicações dadas pelos pesquisadores durante a ESPEM?

7 – Quais eram suas expectativas diante da oportunidade de participar do curso da ESPEM e de que modo, após a conclusão do curso, essas expectativas foram ou não concretizadas, ou ainda superadas?

8 – Descreva o cenário de um Curso de Formação Continuada ideal para o aperfeiçoamento profissional de um educador. No caso do curso da ESPEM, o que sentiu falta ou o que gostaria que mudasse?

Apêndice 9 – Roteiro aplicado no grupo focal com os professores participantes da ESPEM

Grupo focal

1º) Ao reunir, na sala virtual, todo o grupo de professores participantes selecionados por sorteio, com as câmeras ligadas e os três membros do grupo de pesquisa, dar início a gravação.

2º) Mesmo com todos os participantes do grupo focal, já tendo entregue ao pesquisador o termo de consentimento livre e esclarecido assinado, para participarem da pesquisa, perguntar mais uma vez, com a câmera ligada e com a reunião sendo gravada, se todos confirmam a participação de modo voluntário, repetindo algumas partes escritas no termo de consentimento livre e esclarecido em que assinaram.

3º) Apresentar os membros do grupo de pesquisa que realizará a coleta de dados pela análise do grupo focal a todos os professores participantes.

4º) Como a reunião é virtual, escolher uma ordem de fala para os professores iniciarem a “mesa redonda virtual” e darem seus depoimentos, apresentando as ferramentas da plataforma na reunião virtual para que todos entendam como participarem da fala de outras pessoas, utilizando o chat ou a “mão levantada na plataforma”, de forma que todos participem e consigam ser ouvidos.

5º) Iniciar a atividade, apresentando as propostas de assuntos, em que para cada professor(a), entre 5 e 10 minutos deverá:

- i) fazer uma apresentação, com seu nome, seu estado e cidade, o ano em que participou da ESPEM, e sua escola;
- ii) comentar sobre a sua participação na ESPEM;
- iii) comentar sobre a manutenção do contato entre os professores que frequentaram a ESPEM após a realização do curso;
- iv) comentar sobre as atividades realizadas após a ESPEM em suas cidades, como aulas temáticas, palestras, materiais elaborados, realização de minicursos, entre outros;
- v) apresentar o tipo de público alvo que foi atendido, como alunos de ensino médio, alunos de ensino superior, professores da educação básica e/ou público em geral;
- vi) apresentar futuras propostas pedagógicas para trabalhar determinados conceitos estudados na ESPEM;
- vii) falar sobre uma avaliação, na visão do professor que participou da ESPEM, sugerindo propostas para melhoria do curso no futuro;

6º) Deixar a conversa entre os professores fluir naturalmente, e controlar o tempo de fala, dando oportunidade para todos participarem e contribuírem na fala dos outros.

7º) Finalizar agradecendo a participação, e reforçando o anonimato das informações coletadas.