

Ricardo Meloni Martins Rosado

**Contribuições do CERN e do Perimeter Institute
para o Desenvolvimento Profissional de
Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio**

São Paulo

2023

Ricardo Meloni Martins Rosado

**Contribuições do CERN e do Perimeter Institute para o
Desenvolvimento Profissional de Professores Brasileiros de
Física do Ensino Médio**

Tese de doutorado entregue ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de doutor em Ensino de Ciências (versão corrigida).

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Programa Interunidades em Ensino de Ciências

Área de Concentração: Ensino de Física

Orientador: Alberto Villani

São Paulo

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Rosado, Ricardo Meloni Martins

Contribuições do CERN e do Perimeter Institute para o desenvolvimento profissional de professores brasileiros de física do ensino médio. São Paulo, 2023.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação. Instituto de Física. Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador(a): Prof. Dr. Alberto Villani

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Formação de Professores; 2. Ensino Médio; 3. Física Moderna ; 4. Desenvolvimento Profissional.

USP/IF/SBI-008/2023

Dedico este trabalho aos meus pais, Rui Martins Rosado e Telma Luiza Meloni Martins, à Flávia Tortul Cesarino e aos meus amigos e colegas de trabalho que me acompanharam durante toda a minha trajetória acadêmica e profissional.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Universidade de São Paulo (USP) e o ao Programa Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC), em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Alberto Villani.

Agradeço também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) por ter possibilitado a minha dedicação a esta pesquisa.

Por último, agradeço a todos os professores e coordenadores que concederam parte dos seus tempos e colaboraram com este trabalho.

Who dares to teach must never cease to learn.
(John Cotton Dana)

Resumo

ROSADO, R. M. M. **Contribuições do CERN e do Perimeter Institute para o Desenvolvimento profissional de professores brasileiros de Física do Ensino Médio.** 2023. 128 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação - Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Desde 1998, a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN) oferece programas destinados a professores de Física do Ensino Médio de diferentes regiões do mundo. Esses programas originalmente duravam três semanas e eram oferecidos apenas em língua inglesa. Com o passar do tempo, o CERN expandiu a iniciativa e passou a oferecer também programas em língua materna com duração de uma semana para seus países membros. Em 2007 foi oferecida a primeira edição do programa em língua portuguesa, destinado inicialmente apenas a professores de Portugal e, a partir de 2009, ampliado a demais países falantes do idioma português. Outra instituição que tem se dedicado à formação de professores é o *Perimeter Institute* (PI), que mantém o programa *Einsteinplus* desde 2004. Nesse programa, que possui duração de uma semana, os professores são apresentados a materiais didáticos desenvolvidos pelo próprio PI, que visam abordar conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) aproveitando os conteúdos de Física presentes nos currículos tradicionais. Este trabalho tem como objetivo principal avaliar o impacto que esses programas possuem no desenvolvimento profissional de professores brasileiros de Física do Ensino Médio. A avaliação deste impacto baseia-se no referencial teórico de [Guskey \(2000\)](#), que a divide em cinco níveis. Como referencial complementar, analisam-se também as dimensões desse desenvolvimento, de acordo com [Barolli et al. \(2019\)](#). A metodologia de pesquisa consiste na análise textual discursiva (ATD) ([MORAES; GALIAZZI, 2015](#)) de entrevistas com coordenadores desses cursos e de professores participantes. Os resultados analisados fornecem informações sobre o objetivo dos cursos e as mudanças nas trajetórias dos professores após suas participações. Para finalizar, são apresentadas sugestões de aperfeiçoamento para os programas citados e de novas iniciativas que podem ser criadas com base no resultado desta análise.

Palavras-chave: formação de professores, desenvolvimento profissional, ensino de Física Moderna e Contemporânea.

Abstract

ROSADO, R. M. M. **Contributions of CERN and Perimeter Institute to Professional Development of Brazilian High School Physics Teachers**. 2023. 128 f. Thesis (Doctorate) - Institute of Physics, Institute of Chemistry, Institute of Bio-sciences and Faculty of Education - Inter-units Program in Science Education, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

Since 1998, the European Organization for Nuclear Research (CERN) offers programs destined to High School teachers from different parts of the world. These programs originally lasted three weeks and were offered only in English. As time passed, CERN expanded this initiative and began offering also one week programs in mother languages to its member states. In 2007, the first Portuguese language program was offered, destined initially only for teachers from Portugal and, from 2009 on, expanded to other Portuguese language speakers. Other institution that has been dedicated to teacher education is Perimeter Institute (PI), that maintains *Einsteinplus* since 2004. In this one week program, teachers are presented to didactic resources developed by PI itself, that intend do approach Modern and Contemporary Physics using Physics concepts that are present in traditional curricula. This work aims to evaluate the impact of these programs in Brazilian High School Physics teachers. This evaluation is based on Guskey's theoretical framework ([GUSKEY, 2000](#)), that divides it in five levels. As a complementary reference, the professional development dimensions are analyzed according to [Barolli et al. \(2019\)](#). Methodology consists in discursive textual analysis ([MORAES; GALIAZZI, 2015](#)) of interviews with coordinators and participants. The analyzed results give information about the program's objectives and changes in teachers trajectories after their participation. In the end, some suggestions intended to improve those programs and create new initiatives based on the results of this analysis are presented.

Keywords: teacher education, professional development, modern and contemporary Physics education.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo de transformação dos professores	34
Figura 2 – Informações sobre os professores participantes da Escola de Física CERN	66

Lista de tabelas

Tabela 1 – Participantes do Grupo A	84
Tabela 2 – Participantes do Grupo B	86
Tabela 3 – Participantes do Grupo C	88
Tabela 4 – Participantes do Grupo D	90

Lista de abreviaturas e siglas

ATD	Análise Textual Discursiva
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBAM	<i>Concerns-Based Adoption Model</i>
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CERN	Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear
CIAEF	Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Física
CNE	Conselho Nacional de Educação
CPLP	Comunidade dos Países de Língua Portuguesa
DELPHI	<i>Detector with Lepton, Photon and Hadron Identification</i>
DP	Desenvolvimento Profissional
ECA	Escola de Comunicação e Artes
ESPEM	Escola de Síncrotron para Professores do Ensino Médio
FMC	Física Moderna e Contemporânea
HST	<i>High School Teachers at CERN</i>
IAR	<i>Intellectual Achievement Responsibility</i>
ICTP - SAIFR	<i>International Centre for Theoretical Physics - South American Institute for Fundamental Research</i>
IES	Instituições de Ensino Superior
IFSP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
IFT	Instituto de Física Teórica
IPA	<i>International Physics & Astronomy Educator Program</i>
IPPOG	<i>International Particle Physics Outreach Group</i>
ISSP	<i>International Summer School for Young Physicists</i>
ITW	<i>International Teacher Weeks</i>

LHC	<i>Large Hadron Collider</i>
LIGO	<i>Laser Interferometer Gravitational Observatory</i>
LIP	Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas
LNLS	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
PI	<i>Perimeter Institute</i>
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PIEC	Programa Interunidades em Ensino de Ciências
RENAFAE	Rede Nacional de Física de Altas Energias
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
SPRACE	<i>São Paulo Research and Analysis Center</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
USP	Universidade de São Paulo
YPC	<i>Young Physicists of Canada</i>

Sumário

1	APRESENTAÇÃO	23
1.1	Trajectoria Profissional do Pesquisador e Motivação para a Pesquisa	24
1.2	Objetivos	28
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	29
2.1	Formação Continuada de Professores	29
2.2	Desenvolvimento Profissional Docente	31
2.3	Avaliação do Impacto dos Cursos de Formação Continuada	32
2.3.1	Reação dos Participantes	33
2.3.2	Aprendizagem dos Participantes	34
2.3.3	Suporte Organizacional e Transformação	35
2.3.4	Uso dos Novos Conhecimentos e Habilidades pelos Participantes	35
2.3.5	Resultados na Aprendizagem dos Estudantes	36
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	39
3.1	Análise Textual Discursiva	39
3.2	Entrevistas com coordenadores e professores	41
4	HISTÓRICO DOS PROGRAMAS	43
4.1	Programas para Professores no CERN:	44
4.1.1	Programas Internacionais Realizados em Língua Inglesa	44
4.1.2	Programas Nacionais e a Escola de Física CERN	50
4.2	Programas que Utilizam o Material do Perimeter Institute	56
4.2.1	Einsteinplus	56
4.2.2	Workshop <i>Cutting-Edge In-Class Physics Resources</i>	59
4.3	Avaliação dos Programas pelos Coordenadores	62
5	PERFIL DOS PARTICIPANTES	65
5.1	HST e ITW	65
5.2	Escola de Física CERN	66
5.3	Einsteinplus	69
6	ANÁLISE DE DEPOIMENTOS REGISTRADOS EM LIVRO	71
6.1	Os preparativos para a viagem	71
6.2	A Experiência na Escola do CERN	73
6.3	Na Volta ao Brasil	77
6.4	Algumas Considerações sobre os textos dos professores	79

7	ANÁLISE DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES	83
7.1	Perfil dos professores entrevistados	83
7.1.1	Grupo A:	83
7.1.2	Grupo B:	85
7.1.3	Grupo C:	87
7.1.4	Grupo D:	89
7.2	Condições Para a Participação	91
7.2.1	Confiança na Seleção	91
7.2.2	Apoio Financeiro	94
7.2.3	Experiências com Língua Estrangeira e no Exterior	98
7.2.4	Preparativos Para a Viagem	99
7.3	Avaliação Segundo o Modelo de Guskey	101
7.3.1	Nível 1 - Reação dos Participantes	101
7.3.2	Nível 2 - Aprendizagem dos Participantes	103
7.3.3	Nível 3 - Suporte Organizacional e Transformação	110
7.3.4	Nível 4 - Uso dos Novos Conhecimentos e Habilidades pelos Participantes	114
7.3.5	Nível 5 - Resultados na Aprendizagem dos Estudantes	118
7.4	A Marca Deixada pelos Programas	120
7.4.1	O Desenvolvimento Profissional dos Participantes	120
7.4.2	Representatividade no Meio Acadêmico e Escolar	123
7.4.3	A Continuidade do Trabalho pelos Participantes	125
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
8.1	Considerações Sobre os Programas Analisados	129
8.1.1	Programas em Língua Inglesa do CERN	129
8.1.2	Escola de Física CERN	130
8.1.3	Einsteinplus	131
8.2	Sugestões para Aperfeiçoamento dos Programas e para Novos Cursos de Formação Continuada	132
	REFERÊNCIAS	137
	ANEXOS	141
	ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM OS COORDENADORES DOS PROGRAMAS DO CERN	143
	ANEXO B – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS PROFESSORES PARTICIPANTES	145

1 Apresentação

Um dos problemas mais persistente do Ensino de Física nos últimos trinta anos é a distância entre as conquistas teóricas e experimentais das pesquisas científicas e o conteúdo ensinado, estudado e discutido nas salas de aula (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). Parece haver concordância em reconhecer que grande parte da responsabilidade dessa situação pode ser atribuída às condições institucionais que acompanham o ensino de Física e à formação de professores, pois quando estes iniciam a lecionar encontram muitas dificuldades em desenvolver um currículo que inclua Física Moderna e Contemporânea (FMC). Uma das iniciativas mais interessantes e permanentes para enfrentar este problema foi a proliferação de cursos de curta duração sobre este tema, tanto no Brasil quanto no Exterior.

Diferentemente dos cursos de pós-graduação *lato sensu* e *stricto sensu*, que se originam em Universidades e têm duração que podem levar desde alguns meses até anos, os cursos estudados nesta pesquisa têm duração de uma a três semanas no máximo e são ministrados em dois centros de pesquisa mais conhecidos pelos seus trabalhos em Física Teórica e Experimental do que em formação de professores: a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN), localizada na fronteira entre a França e a Suíça e o *Perimeter Institute for Theoretical Physics* (PI), localizado no Canadá.

Para essa investigação, foram escolhidas duas instituições localizadas fora do Brasil e com pouca tradição na área de Ensino justamente para mostrar o quão significativo o trabalho dessas instituições pode ser na trajetória de professores do Ensino Médio e para aproximá-las da área acadêmica de Ensino de Física no Brasil.

Este trabalho está dividido em seis capítulos: no capítulo 1 é apresentada a trajetória acadêmica e os motivos que levaram o pesquisador a desenvolver esse trabalho, bem como a sua tese. No capítulo 2 são apresentados os referenciais teóricos e metodológicos desta pesquisa.

A partir do capítulo 4, começa-se a delinear histórico dos programas do CERN e do PI. No capítulo 5, são apresentados os perfis dos participantes dos programas estudados. Já nos capítulos 6 e 7 são analisadas as falas dos professores através de depoimentos escritos pelos participantes e de entrevistas. Por último, no capítulo 8, são apresentadas as conclusões e propostas geradas a partir deste trabalho.

1.1 Trajetória Profissional do Pesquisador e Motivação para a Pesquisa

Nesta primeira seção, serão abordadas as circunstâncias que me levaram ao interesse em pesquisa sobre Formação de Professores, em especial, a formação realizada em cursos no exterior. Primeiramente, é necessário apresentar a minha trajetória acadêmica e profissional, que, por tratar de questões pessoais, será escrita na primeira pessoa.

Concluí minha graduação em Física - Licenciatura em 2006 na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), tendo já iniciado a minha vida profissional logo em seguida como professor de Física de uma escola particular no município de Várzea Paulista - SP. Para não perder o contato com o meio acadêmico, ingressei no mesmo ano em um curso de especialização em Divulgação Científica na Escola de Comunicação e Artes (ECA) da Universidade de São Paulo (USP). O curso foi útil para conhecer os diversos meios de divulgação que existem, mas estava bem distante de promover o diálogo entre Academia e Sociedade que eu imaginava.

No mesmo ano, prestei concurso para professor efetivo da rede estadual. Fui aprovado e, como não queria ficar com dois empregos, pedi demissão na escola particular. Em 2008, ingressei na rede estadual como professor efetivo de Física em uma escola em Jundiaí - SP. Buscando agora uma oportunidade de pós-graduação que fosse *stricto sensu*, mas levasse em conta o meu trabalho como professor, inscrevi-me no mestrado profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Fui aprovado e ingressei no curso em 2009, mesmo ano em que concluí minha especialização na ECA.

O mestrado profissional foi uma alternativa que encontrei para me iniciar na área de pesquisa sem perder o contato com a realidade na sala de aula. Entretanto, havia poucos professores no curso especializados na área de Ensino, o que fazia com que a maioria dos trabalhos não fosse orientada por pesquisadores da área de Ensino, e sim por professores de outras áreas da Física. Meu trabalho *Desenvolvimento de um Material Paradidático para o Ensino de Física Utilizando a Astronomia como Tema Motivador* foi defendido em 2012.

Em 2010, assumi o cargo de professor de ensino básico, técnico e tecnológico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - *campus* Sertãozinho, cargo que ocupo até hoje, tendo lecionado disciplinas de Física do Ensino Médio e Superior, além das disciplinas de Prática de Ensino e Escola e Currículo para os cursos de Licenciatura em Química e Formação Pedagógica, respectivamente.

Em 2013, um ano após defender o meu mestrado, tive a minha primeira oportunidade de participar de um curso de formação de professores fora do Brasil quando fui selecionado

para participar da Escola de Física CERN com outros 30 professores. A experiência, apesar de curta, foi bastante marcante e me permitiu fazer amizades com as quais mantive contato, mesmo depois de terminado o curso. A conversa com colegas foi essencial para conhecer o trabalho de outros professores e foi isso que me permitiu levar o conteúdo de Física Moderna e Contemporânea (FMC) para a sala de aula, além de me motivar a criar projetos de extensão voltados ao ensino e divulgação da Ciência na minha instituição, como por exemplo o Ciência e Arte, que existe desde 2016.

No mesmo ano de 2016, visitei outro centro de pesquisas bastante importante: o Observatório Pierre Auger, localizado em Malargüe, na Argentina. Eu já havia conversado sobre essa viagem com o professor Ronald Shellard (1948-2021) no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), realizado em Uberlândia - MG no início de 2015 e ele mencionou que tinha interesse em fazer um programa para professores semelhante ao da Escola de Física CERN em parceria com o Observatório, algo que até então eu nem havia sequer imaginado. Com recursos próprios, fui até o Observatório em janeiro de 2016. A viagem foi bastante enriquecedora pois me trouxe a oportunidade de conhecer mais sobre a área de Astrofísica de Partículas e de conversar com o então diretor da instituição sobre os planos do prof. Ronald. A ideia foi recebida com bastante entusiasmo.

O impacto causado pela segunda experiência de conhecer um centro de pesquisas fora do Brasil me fez voltar de lá motivado a desenvolver um programa de formação de professores semelhante à Escola de Física CERN, porém em solo sul-americano. A proposta, a princípio, bastante ambiciosa, abriu caminho para que eu elaborasse em 2016 um projeto de doutorado para o Programa Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC) da USP. O projeto era elaborar uma sequência de ensino-aprendizagem a ser adotada por um possível futuro programa para professores na Argentina.

Ainda em 2016, tive a oportunidade de participar de um novo evento de formação de professores: o *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources for Teachers*, que foi realizado em São Paulo graças a uma parceria entre o *Perimeter Institute*(PI), localizado no Canadá e o *International Centre for Theoretical Physics - South American Institute for Fundamental Research* (ICTP - SAIFR), localizado no Brasil. O *workshop* teve duração de apenas dois dias, mas apresentou um material, a meu ver, muito diferenciado para o ensino de FMC para alunos do Ensino Médio, o que cobria uma lacuna deixada pela Escola de Física CERN: como trabalhar FMC em sala de aula com pouco tempo e poucos recursos disponíveis. O entusiasmo com esse material foi tanto que, em 2017, eu participei de outro programa promovido pelo *Perimeter Institute*, desta vez em Waterloo (Canadá): a *Einsteinplus*, que teve duração de uma semana e me apresentou mais materiais desenvolvidos pelo PI.

Voltei de viagem com várias ideias para o meu projeto de doutorado, mas, logo que cheguei, fui acometido por um infortúnio: meu orientador precisou se afastar da USP

por motivos de saúde e eu tive que procurar um novo orientador para o meu projeto. Felizmente, o professor Alberto Villani mostrou-se disposto a me orientar, mas aconselhou algumas modificações no projeto: em vez de propor uma sequência de ensino-aprendizagem para um curso que ainda não existia, o foco do novo projeto passou a ser a investigação do impacto dos cursos que já existiam na formação de professores do Ensino Médio.

Minha primeira atividade dentro desse novo projeto foi analisar os textos elaborados pelos professores participantes da Escola de Física CERN reunidos no livro *Nós, Professores de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN* (GARCIA, 2015). Pela análise desses textos, pude perceber que a experiência da Escola de Física CERN foi algo muito marcante não apenas na minha trajetória, mas na de todos os professores participantes.

Em 2018, tive a oportunidade de retornar ao CERN quando participei de outro programa de formação de professores, a *High School Teachers at CERN* (HST), que é o programa para professores mais antigo do CERN. Durante o evento, pude entrevistar tanto o coordenador atual dos programas para professores no CERN quanto um dos idealizadores do Programa, que inclusive era o coordenador internacional quando eu participei da Escola de Física CERN em 2013. As entrevistas serviram para compreender como surgiu o interesse do CERN por formação de professores e como esse interesse evoluiu até os dias atuais. Em setembro desse mesmo ano, entrevistei também dois coordenadores da *Einsteinplus*, que haviam retornado a São Paulo para promover uma segunda edição do *workshop* em parceria com o ICTP-SAIFR e fiquei sabendo que o PI estava iniciando uma rede de professores no Brasil sob organização do ICTP-SAIFR, que ficaria responsável também pela tradução do material do PI para a língua portuguesa.

Devido à mudança de rumo, meu projeto de oferecer um curso para professores no Observatório Pierre Auger ainda não encontrou viabilidade, mas, em novembro de 2018, tive a minha primeira experiência atuando na formação de professores quando o ICTP - SAIFR promoveu seu primeiro *workshop* em língua portuguesa intitulado *Física Moderna para Professores do Ensino Médio*, baseado nos materiais do *Perimeter Institute*. Na ocasião, apresentei uma atividade do PI sobre matéria escura.

Em 2020, o mundo foi acometido por uma tragédia, que foi a pandemia de COVID-19, que infelizmente ceifou a vida de muitas pessoas e mudou hábitos e rumos ao redor do mundo. Precisei prorrogar meu doutorado duas vezes durante esse período, mas, por outro lado, aprendi a trabalhar com ferramentas tecnológicas que me permitiram ampliar o número de pessoas entrevistadas para a minha pesquisa.

Durante esse período, continuei trabalhando com formação de professores no ICTP-SAIFR através de *workshops* promovidos online, tanto em língua portuguesa quanto espanhola enquanto reunia dados para a construção da minha tese, começando da leitura de trabalhos encontrados na literatura sobre o tema.

A participação significativa de professores brasileiros nestes cursos gerou diferentes reações, favoráveis e desfavoráveis, por parte dos grupos de pesquisa em Ensino, dos pesquisadores em Física, dos Responsáveis Institucionais e dos docentes de Física do ensino Médio e Superior; no entanto, podemos encontrar relativamente poucas pesquisas sobre o impacto deste evento que envolve sistematicamente muitos professores. Na literatura, além dos trabalhos que exploram a experiência no CERN e apontam maneira de ensinar a Física Contemporânea a partir da Escola (por ex. Long (2011); Fernandes e Santos (2013); Kneubil (2013)) encontramos alguns trabalhos com foco no desenvolvimento dos professores que participaram da Escola de Física do CERN. Em ordem de tempo, temos o trabalho de Silva (2014), que analisa as contribuições da Escola do CERN para a prática pedagógica dos professores participantes e chega à conclusão de que a mudança da prática docente referente ao ensino sobre Partículas Elementares após o curso, em muitos casos, é bastante incipiente; as várias razões apontadas referem-se à falta de conhecimento científico suficiente, ao tempo limitado para promover uma discussão mais aprofundada, ao domínio do currículo do Ensino Médio por parte da Física Clássica, deixando pouco espaço para a FMC, e à cobrança dos exames avaliativos como o ENEM, que pouco exigem a respeito desse conteúdo científico. Infelizmente estas dificuldades são enfrentadas somente em parte na Escola do CERN, que focaliza principalmente o conteúdo científico, teórico e experimental. Outra referência muito significativa é o livro *Nós Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio estivemos no CERN* organizado por Garcia (2015). Nele são destacadas as opiniões dos coordenadores da Escola em língua Portuguesa e os relatos sobre a experiência por parte de quarenta e nove professores participantes. Voltaremos sobre este livro mais adiante, pois ele proporciona muitas informações valiosas que podem ser exploradas ulteriormente fornecendo uma visão ampla do impacto da Escola. Um outro trabalho, também com muitas informações sobre o curso, é a tese de doutorado de L. D. Oliveira (OLIVEIRA, 2017) que procurou compreender, à luz da teoria da sociogênese do conhecimento de Fleck, a interação professor-cientista na Escola de Física do CERN. Como resultado o autor concluiu que, de acordo com o referencial usado, a estrutura da reflete uma relação entre pesquisadores e professores caracterizada pela racionalidade técnica (CONTRERAS, 2002; BONFANTE; BETT; BITTENCOURT, 2018), ou seja, pela passividade dos professores que perdem a responsabilidade quanto ao que deve ser ensinado e como esse ensino poderia satisfazer suas necessidades e de seus alunos (DINIZ-PEREIRA, 2014). Nas palavras de Oliveira a relação entre professores e cientistas é caracterizada “pela produção do estilo de pensamento da Física de Partículas”, no qual há um tráfego de ideias da ordem “intra-coletiva”. Ou seja, ao localizar a falta de circulação, por exemplo, de um estilo de pensamento “pedagógico” que constituísse um saber privilegiado dos professores e contribuísse para o funcionamento da Escola, o autor inferiu que não havia uma troca de saberes em mãos duplas, capaz de quebrar a hierarquia que caracterizava a relação entre cientistas e professores, mesmo que por parte dos primeiros houvesse muito esforço

para contribuir para a aprendizagem dos professores. A tese termina com a proposta de um modelo de colaboração que favoreça a troca de saberes entre os participantes. Em resumo, para o autor, a colaboração entre cientista e professores deveria incluir também os pesquisadores em Educação, levando cada um deles a modificar sua prática, tornando-a mais reflexiva e investigativa. Isso se daria explorando os saberes experienciais dos professores, os modelos pedagógicos dos pesquisadores e os conhecimentos científicos dos cientistas. Um outro trabalho, de [Costa, Arruda e Passos \(2021\)](#), trata da formação continuada de um professor no contexto da Escola de Física do CERN, analisada a partir do referencial teórico e metodológico dos Focos da Aprendizagem do Professor ([VICENTIN et al., 2020](#)). A análise é detalhada e aponta haver uma aprendizagem do professor quanto ao conhecimento científico e tecnológico, à pesquisa e à docência, caracterizando um significativo desenvolvimento profissional. Para entender estas diferenças nos resultados, precisamos salientar que uma característica importante deste trabalho é que o professor analisado estava envolvido numa pesquisa de doutorado que orientava toda sua interação com as atividades da Escola, permitindo que a relação entre o professor e a Escola se afastasse da racionalidade técnica citada por [Oliveira \(2017\)](#) e apontasse para um exercício significativo da autonomia ([MAIA, 2017](#)).

1.2 Objetivos

Procurando avançar no entendimento do sentido que estes cursos tem para a formação de professores e a aprendizagem dos alunos, pareceu interessante pesquisar qual a meta dos professores brasileiros participantes e, sobretudo, qual o impacto em seu desenvolvimento profissional. Assim procura-se mostrar neste trabalho que os programas para professores do CERN e do Perimeter Institute, apesar de serem de curta duração, possuem grande impacto no desenvolvimento profissional dos seus participantes, deixando diferentes marcas nas trajetórias profissionais de cada um. Mais especificamente, este trabalho tem como objetivos:

- Apresentar à comunidade acadêmica os trabalhos de formação de professores do CERN e do Perimeter Institute;
- Avaliar qualitativamente o impacto dos programas acima citados no desenvolvimento profissional dos professores participantes;
- Refletir sobre a formação continuada e seu significado para professores do Ensino Médio;
- Propor novas ações de formação continuada e aperfeiçoar as atividades já existentes.

2 Referenciais Teóricos e Metodológicos

2.1 Formação Continuada de Professores

Necessita-se aqui definir primeiramente o que será compreendido neste trabalho como *formação continuada* de professores. É praticamente um consenso de que a formação inicial refere-se aos cursos de graduação em Licenciatura ou em Formação Pedagógica, pois são onde os professores preparam-se para as atividades docentes. Já para a formação continuada, diferentes concepções são encontradas. Ferreira e Henrique (2014) apontam a diversidade de definições que existem para este termo. Para Marcelo García (2002), por exemplo, a formação continuada pode ocorrer de maneira autônoma ou em grupo através de cursos e seminários (MARCELO GARCÍA, 2002, p. 184-185).

O próprio termo *formação continuada* não é universal. Não podemos traduzi-lo para todas as línguas facilmente. Em inglês mesmo, que é uma língua amplamente utilizada no meio acadêmico para a tradução de títulos e resumos, vemos diferentes traduções usados por autores brasileiros. Em um único volume sobre formação continuada publicado em 2010 pela *Revista Diálogo Educacional* de Curitiba-PR¹, vemos esse mesmo termo no título de cinco dossiês e cada um o traduz de uma maneira diferente: *continuing education* (ANDRADE; TEIXEIRA, 2010), *continuous development* (ROMANOWSKY; MARTINS, 2010), *continuing teacher formation* (HOBOLD; MATOS, 2010), *continued formation of teachers* (ALVARADO-PRADA; FREITAS; FREITAS, 2010) e *in-service teacher education* (DINIZ-PEREIRA; SOARES, 2010).

Fora do Brasil é comum encontrar o termo *teacher training program* (ou *programme*, em inglês britânico) para se referir a cursos destinados a professores que estão em sala de aula. Apesar de evitado nos dias atuais, o termo “treinamento de professores” já foi bastante utilizado no Brasil também, como apontam Pacca e Villani (2018)

O treinamento de professores da escola pública foi o recurso utilizado para tentar formar o professor com competência dentro de uma concepção de ensino moldada principalmente no comportamentalismo, mas já apontando muito discretamente para a necessidade de maior protagonismo do aluno no processo da sua aprendizagem. (PACCA; VILLANI, 2018)

Os autores apontam importância da pesquisa na área de Ensino para a mudança de mentalidade a respeito da formação de professores:

¹ A edição em questão é o vol. 10 n. 30 de 2010, disponível em <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/issue/view/241>>. Acesso em 15 jan. 2013.

Um dos primeiros resultados da pesquisa em ensino e aprendizagem de Física foi perceber que a ideia de treinamento não era adequada e talvez estivesse relacionada ao fracasso dos projetos como recurso eficaz para levar à mudança de comportamento na função de professor. Pensar em atualização, capacitação ou aperfeiçoamento parecia ser mais adequado, além de ser um estímulo mais gratificante para o professor e de conduzi-lo para uma situação também de relativo protagonismo, como se o professor fosse coautor de um projeto também seu e interessado sinceramente no seu sucesso. Podemos considerar aí a semente de uma Formação Continuada, como entendida hoje. (PACCA; VILLANI, 2018)

Como mostrado pelos autores, o entendimento do que é formação de professores evoluiu ao longo do tempo. Se antigamente, ela era vista como apenas um “treinamento”, hoje ela é entendida como parte de um processo muito mais amplo que envolve não apenas a atualização de conhecimentos científicos, mas também reflexões sobre currículo e prática docente.

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica definem como ações de formação continuada:

Art. 9º Cursos e programas flexíveis, entre outras ações, mediante atividades formativas diversas, presenciais, a distância, semipresenciais, de forma híbrida, ou por outras estratégias não presenciais, sempre que o processo de ensino assim o recomendar, visando ao desenvolvimento profissional docente, podem ser oferecidos por IES², por organizações especializadas ou pelos órgãos formativos no âmbito da gestão das redes de ensino, como:

I - Cursos de Atualização, com carga horária mínima de 40 (quarenta) horas;

II - Cursos e programas de Extensão, com carga horária variável, conforme respectivos projetos;

III - Cursos de Aperfeiçoamento, com carga horária mínima de 180 (cento e oitenta) horas;

IV - Cursos de pós-graduação lato sensu de especialização, com carga horária mínima de 360 (trezentas e sessenta) horas, de acordo com as normas do CNE;

V - Cursos ou programas de Mestrado Acadêmico ou Profissional, e de Doutorado, respeitadas as normas do CNE, bem como da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). (BRASIL, 2020, p. 6)

Apesar de os cursos estudados nesta pesquisa serem todos oferecidos em países estrangeiros, eles se encaixariam na definição de curso de atualização (item I) segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica.

² Instituições de Ensino Superior

2.2 Desenvolvimento Profissional Docente

As Diretrizes Curriculares Nacionais, mencionadas na seção anterior, atrelam a formação continuada ao desenvolvimento profissional (DP) dos professores. Este conceito pode ser entendido como:

um processo, que pode ser individual ou colectivo, mas que se deve contextualizar no local de trabalho do docente — a escola — e que contribui para o desenvolvimento das suas competências profissionais através de experiências de diferente índole, tanto formais como informais (MARCELO GARCÍA, 2009, p.10).

O mesmo autor afirma que o DP é um processo lento e que vem sofrendo alteração na sua concepção nas últimas décadas. Enquanto as definições mais antigas focavam apenas na aquisição de conhecimentos conceituais, as definições mais modernas entendem o desenvolvimento profissional como algo muito mais amplo, que envolve conhecimento conceitual, conhecimento pedagógico, conhecimento do currículo, conhecimento sobre os alunos e sua aprendizagem e conhecimento sobre a própria prática (MARCELO GARCÍA, 2009, p. 17-18).

Para Guskey (2000), o DP é compreendido como “processos e atividades que têm por objetivo aprimorar o conhecimento, as habilidades e as atitudes dos educadores, de maneira que possam melhorar o aprendizado dos estudantes” (GUSKEY, 2000, p. 16). O DP ocorre não apenas em cursos e seminários, mas também no cotidiano dos professores, que participa de atividades com colegas, direção e comunidade externa.

Para abranger todas as dimensões do DP, cita-se aqui o referencial proposto por Barolli et al. (2019), baseado nos trabalhos de Perrenoud (2015), Day (2001) e Villegas-Reimers (2003). As dimensões propostas são as seguintes:

(A) Atualização no conhecimento científico

Refere-se ao aprofundamento conceitual nas disciplinas que o(a) professor(a) leciona e nas relações que existem entre sua disciplina e demais áreas do conhecimento. Pode envolver ainda conhecimentos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência.

(B) Atualização no conhecimento pedagógico

Refere-se ao aprofundamento em conteúdos na área de Educação e Ensino de Ciências, tais como abordagens alternativas, experimentação, ensino por investigação, uso de tecnologias de informação e comunicação etc. Envolve também produção e análise de materiais didáticos.

(C) Organização e condução do ensino

Refere-se ao engajamento do(a) professor(a) na atualização de suas práticas de ensino, que pode se dar por implementação de metodologias de ensino diversificadas ou pelo compartilhamento de experiências didáticas entre professores.

(D) Sustentação da aprendizagem dos alunos

Refere-se ao conhecimento que o(a) professor(a) tem a respeito das potencialidades e demandas de seus alunos. Requer do(a) professor(a) um esforço para incentivar a cooperação entre os alunos e diversificar as formas de avaliação.

(E) Participação na gestão escolar

Refere-se ao engajamento do(a) professor(a) com todos os agentes pertencentes à escola: direção, pais, alunos e funcionários. Pode se dar através da participação em órgãos colegiados, conselho escolar, associação de pais e comunitários e grêmio escolar.

(F) Investigação sobre a própria prática

Refere-se à revisão de métodos, estratégias e rotinas de trabalho, participação em grupos de pesquisa ou de colaboração entre professores.

(G) Planejamento da carreira profissional

Refere-se a ações do(a) professor(a) que complementam a sua formação, sejam elas formais ou não. Pode se dar através da participação em cursos, seminários, congressos, simpósios, projetos da Secretaria de Educação, sindicatos ou movimentos sociais que visam a valorização da profissão docente.

(H) Participação na responsabilidade social

Refere-se ao engajamento social e político do(a) professor(a) na transformação da sociedade por meio de sua participação em instâncias que buscam promover a justiça social. Requer do(a) professor(a) o reconhecimento de que suas atitudes na escola implicam a transformação da sociedade.

Essas oito dimensões são geradas a partir do diálogo do(a) professor(a) com a Academia, a Escola e a Sociedade. Cabe ressaltar que, apesar de analisadas separadamente, essas dimensões se articulam em um contexto de formação de professores.

2.3 Avaliação do Impacto dos Cursos de Formação Continuada

Estabelecido o que é DP e as várias dimensões nas quais ele pode se manifestar, faz-se necessário definir critérios de avaliação do impacto dos cursos de formação continuada sobre o docentes. Como o foco deste trabalho está em cursos de curta duração, o referencial utilizado para a avaliação será o de [Guskey \(2000\)](#).

O autor questiona a validade da avaliação destes programas, que normalmente se restringe a uma documentação apresentada às instituições que financiam este tipo de atividade. O que se mede normalmente nestas avaliações é apenas a reação inicial dos participantes que, dependendo do programa, tende a ser muito positiva. Raramente ocorre uma avaliação do impacto destes cursos na atividade docente, e mais raramente ainda do impacto refletido no aprendizado dos estudantes (GUSKEY, 2000, p. 8-10).

Como alternativa, Guskey propõe um modelo que se constitui de cinco níveis para a avaliação da qualidade desses cursos:

1. Nível 1 - Reações dos participantes
2. Nível 2 - Aprendizagem dos participantes
3. Nível 3 - Suporte organizacional e transformação
4. Nível 4 - Uso dos novos conhecimentos e habilidades pelos participantes
5. Nível 5 - Resultados na aprendizagem dos estudantes

Os cinco níveis mencionados avaliam o impacto dos cursos de curta duração, que vão desde uma reação positiva até o efetivo aprendizado dos estudantes beneficiados por esta ação. Estes níveis são apresentados a seguir:

2.3.1 Reação dos Participantes

O primeiro nível do modelo de (GUSKEY, 2000) tem por objetivo verificar a satisfação dos professores em participar do curso, ou seja, se eles gostaram ou não da experiência. Normalmente, os programas de formação continuada que desejam fazer algum tipo de avaliação apenas para prestação de contas restringem-na a este primeiro nível, o que as torna muito superficiais.

A avaliação da reação dos participantes deve responder a questões sobre o conteúdo do curso (ex.: *O conteúdo fez sentido para você? O tempo dedicado ao curso foi bem investido? O material foi fácil de compreender? Você acha que o que você aprendeu vai ser útil? Você vai ser capaz de aplicar isso em sala de aula?*), sobre o processo (*O(s) instrutor(es) apresentava(m) domínio do conteúdo? As atividades foram bem planejadas? O tempo destinado as atividades foi adequado?*) e também sobre o contexto (*O ambiente foi apropriado para o aprendizado? A iluminação da sala era adequada? As cadeiras eram confortáveis? A temperatura da sala estava agradável? O café foi bem servido?*). Embora algumas destas questões possam parecer irrelevantes, a experiência mostra a importância desses itens básicos. A maioria dos professores não consegue aprender se estiver em um ambiente desconfortável ou se sentir incomodado e com fome (GUSKEY, 2000, p. 98).

Estas informações geralmente são coletadas através de questionários entregues aos participantes no final do curso. O tempo de preenchimento não costuma ser longo e isso permite ter acesso às respostas de todos os participantes. Outros métodos de coleta também podem ser utilizados, tais como entrevistas, que podem ser realizadas com todos os participantes ou com apenas uma amostra destes.

2.3.2 Aprendizagem dos Participantes

Além de proporcionar uma experiência positiva para os participantes, os cursos de formação continuada devem proporcionar algum aprendizado. Podemos dividir o aprendizado dos professores em três categorias: cognitivos, psicomotores e afetivos.

O aprendizado cognitivo pode ser entendido como atualização de conhecimentos científicos e pedagógicos, ou seja, as dimensões A e B no referencial de Barolli et al. (2019). Já o aprendizado psicomotor refere-se às habilidades, práticas e comportamentos adquiridos durante a experiência (GUSKEY, 2000, p. 125).

Por último, há também o aprendizado afetivo, que se refere às mudanças nas atitudes, crenças e disposições dos participantes. Comumente, acredita-se que é a mudança nas atitudes dos professores que levará à mudança no aprendizado dos estudantes, mas Guskey (2000) apresenta um modelo alternativo, ilustrado na figura 1, no qual as mudanças nas práticas em sala de aula levam à mudança no aprendizado dos estudantes, que leva à mudança nas crenças e atitudes dos professores:

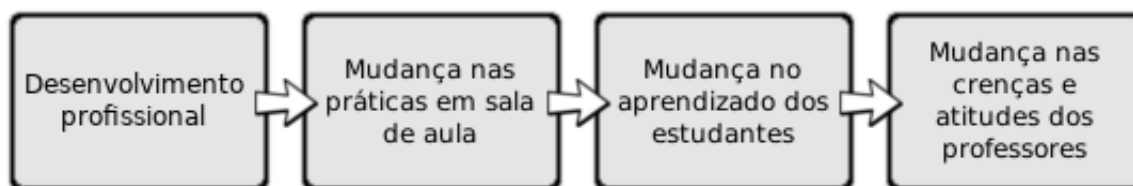


Figura 1 – Modelo de transformação dos professores

Fonte: Guskey (2000, p. 139)

Os objetivos afetivos da formação continuada têm impacto direto nas *crenças de autoeficácia* dos professores, um conceito apresentado por Bandura (1986) e explicado em Pajares e Olaz (2008) como

percepções que os indivíduos têm sobre suas próprias capacidades. Essas crenças de competência pessoal proporcionam a base para a motivação humana, o bem-estar e as realizações pessoais. Isso porque a menos que acreditem que suas ações possam produzir os resultados que desejam, as pessoas terão pouco incentivo para agir ou perseverar frente a dificuldades (PAJARES; OLAZ, 2008, p. 101).

Para coletar dados a respeito do aprendizado dos professores, mais de um instrumento pode ser utilizado. Para acessar os dados referentes aos objetivos cognitivos e psicomotores, pode-se utilizar formulários onde os participantes indicam em uma escala de 1 a 5, por exemplo, o quanto cada um dos objetivos foi atingido ou realizar entrevistas com alguns dos participantes. Já para os objetivos afetivos, recomenda-se o uso de formulários específicos para medir as crenças de autoeficácia dos professores. Um modelo de formulário pode ser encontrado em [Guskey e Passaro \(1994\)](#), no qual a eficácia dos professores é medida em duas dimensões: interna (ou pessoal) e externa (fatores que estão fora do seu controle direto).

2.3.3 Suporte Organizacional e Transformação

No terceiro nível de avaliação das ações de formação continuada, observa-se o apoio que o(a) professor(a) encontra na sua instituição de ensino para mudanças. Muitos dos esforços na área da Educação não seguem adiante porque a instituição não compreende os motivos das transformações ou ainda porque oferecem barreiras para a implementação destas mudanças ([GUSKEY, 2000](#), p. 149).

No Brasil, uma parte destas barreiras aparece por conta de imposições curriculares, sobretudo nas escolas particulares. Uma escola com foco nos exames vestibulares, por exemplo, tem seu currículo orientado por estes exames ([ROSA; ROSA, 2005](#)) e dificilmente oferece apoio para a implementação de um assunto que não são cobrados nele.

Existem várias formas de medir os dados referentes a este nível de avaliação e a escolha do método depende do que se quer acessar. A forma mais imediata de coletar esses dados é através da observação direta, ou seja, da visita à instituição de ensino (com o consentimento das partes envolvidas) e o registro dos elementos importantes para a contextualização do trabalho do(a) professor(a), tais como ambiente e relação com a direção e com os colegas de trabalho.

Evidentemente, os custos para se fazer observação direta podem ser muito altos. Uma alternativa é a aplicação de questionários aos participantes nos quais eles assinalam em uma escala Likert seu grau de concordância com afirmações do tipo: *O programa está alinhado com os objetivos e missões da minha escola, As instituições governamentais do meu estado oferecem apoio financeiro para atividades, A direção da minha escola apoia iniciativas trazidas por cursos de formação continuada.* Desta forma, tem-se uma visão geral sobre a participação das instituições na mudança de atitudes do professor.

2.3.4 Uso dos Novos Conhecimentos e Habilidades pelos Participantes

Neste penúltimo nível de avaliação, busca-se acessar o quanto do que os professores aprenderam em sua experiência foi efetivamente levado para a sala de aula.

Três aspectos principais precisam ser considerados nesta etapa da avaliação. Dois deles derivam do *Concerns-Based Adoption Model* (CBAM)³: o estágio de interesse e o nível de utilização, que medem respectivamente o quanto o(a) professor(a) está preocupado(a) em realizar alguma transformação em sala de aula e o quanto ele(a) implementa novas práticas e técnicas. O terceiro aspecto mede o quanto estas novas práticas são diferentes das que o(a) professor(a) utilizava anteriormente (GUSKEY, 2000, p. 182).

Os métodos de coleta de dados mais utilizados para esta etapa são a entrevista focada com os participantes e os questionários. Pode-se também realizar entrevistas com a direção e até mesmo com os alunos, caso a escola permita. Alternativamente, pode-se pedir ao professores que registrem suas atividades em “diários de bordo” ou portfólios.

2.3.5 Resultados na Aprendizagem dos Estudantes

A última etapa da avaliação dos programas consiste na análise do impacto destas atividades no aprendizado dos estudantes, o que pode ser considerado o objetivo principal da formação continuada.

Assim como no nível 2, o aprendizado dos estudantes pode ser dividido em cognitivo, psicomotor e afetivo. Normalmente, quando se faz alguma avaliação do aprendizado dos estudantes, privilegia-se o aspecto cognitivo, que é o mais simples de se avaliar. Em um programa voltado ao ensino de Física Moderna, por exemplo, espera-se que os alunos aprendam conceitos de Física Moderna que não eram ensinados na sua escola até então. Este aprendizado pode ser verificado de várias formas: provas, testes, atividades em grupo, registros escolares, portfólios e até mesmo entrevistas com estudantes, se isto for permitido. Cada uma destas formas de avaliação tem as suas vantagens e as suas limitações. Por isso, é importante escolher mais de um instrumento para medir o aprendizado cognitivo dos estudantes.

Já o aprendizado psicomotor refere-se às habilidades que os estudantes podem adquirir com os novos conhecimentos obtidos. A avaliação deste aprendizado deve, portanto, ser capaz de medir não apenas se o aluno domina os conceitos, mas se ele sabe utilizá-lo. A forma mais precisa de medir este tipo de aprendizado é por meio da observação direta. Entretanto, isto pode ser inviável devido aos custos ou limitações de tempo. Métodos alternativos de avaliação incluem entrevistas, questionários e registros escolares.

Por último, o aprendizado afetivo dos estudantes refere-se à percepção que os alunos têm sobre suas competências. Os professores exercem grande influência sobre a crença dos estudantes em seu próprio aprendizado e na maneira como encaram determinada disciplina, além de serem inspiradores nos interesses dos estudantes e na escolha de suas carreiras profissionais. Avaliar este tipo de aprendizado não é tão simples, porém existem

³ Mais detalhes sobre este modelo podem ser encontrados em <https://www.air.org/resource/concerns-based-adoption-model-cbam>. Acesso em 15 dec. 2018.

questionários destinados a esta finalidade, como o *Intellectual Achievement Reponsability (IAR) Questionnaire*⁴, que mede o quanto o estudante atribui experiências de sucesso e fracasso escolar a si mesmo ou a fatores externos. Também é possível acessar essas informações por meio de entrevistas.

Para se medir qualquer tipo de aprendizado dos estudantes estimulado pela formação continuada dos professores, é essencial separar o conhecimento prévio dos estudantes do conhecimento adquirido após estas atividades. O ideal nestas ocasiões é realizar, sempre que possível, a avaliação em pelo menos dois momentos diferentes (pré-teste e pós-teste). É importante ressaltar que, qualquer que seja a estratégia utilizada, nenhuma delas tem o valor de *prova*, e sim de *evidência* do impacto das ações de formação continuada.

Os cinco níveis aqui apresentados fornecem um guia para a avaliação dos cursos de formação continuada de curta duração. Outros aspectos que precisam ser levados em conta quando se faz uma avaliação são os objetivos da atividade, o potencial do programa para atingir esses objetivos e as estratégias utilizadas para esta finalidade e o contexto em que os participantes estão envolvidos.

⁴ Este questionário pode ser acessado em <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED111840.pdf>>. Acesso em 15 dec. 2018.

3 Metodologia de Pesquisa

Para responder às nossas questões foram utilizado dois tipos de informações: de um lado, os relatos presentes no livro *Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN* (GARCIA, 2015); do outro lado as entrevistas com 7 coordenadores dos programas para professores no CERN (que serão identificados por pseudônimos), 28 professores participantes e mais dois coordenadores de *outreach* do ICTP-SAIFR, que são professores que participaram dos programas estudados e hoje coordenam ações de formação continuada nesta instituição. Os dois tipos de informação oferecem contribuições complementares pois os textos escritos foram temas escolhidos pelos professores, ao passo que as entrevistas foram questões escolhidas pelo entrevistador. O roteiro dessas entrevistas pode ser visto nos anexos deste trabalho.

3.1 Análise Textual Discursiva

O livro *Nós, Professores Brasileiros de Física...* consta de cinco capítulos: o primeiro deles, de autoria do professor Ronald Cintra Shellard, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), relata sua experiência como pesquisador do CERN. Graças à sua participação no DELPHI¹, ele foi um dos responsáveis pela cooperação entre coordenadores da Escola de Física CERN para professores brasileiros. Já o segundo capítulo, relata como surgiu a Escola de Professores Portugueses no CERN em 2007 e como isto se expandiu para a Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa, o que possibilitou a participação do Brasil e de outros países de língua oficial portuguesa.

A partir do terceiro capítulo, os textos presentes são de autoria dos próprios professores: relatam as experiências de 49 professores, nomeados de P1 a P49 (em ordem alfabética), sendo que alguns deles colaboraram em mais de um texto² e outros escreveram o texto em conjunto. Os relatos referem-se a três momentos: antes de viajar (Capítulo 3), durante o curso no CERN (Capítulo 4) e desenvolvendo atividades posteriormente à Escola (Capítulo 5). Este material escrito foi analisado mediante a Análise Textual Discursiva que consiste de três etapas:

¹ *Detector with Lepton, Photon and Hadron Identification*, um dos experimentos do *Large Electron-Positron Collider* (LEP), que operava onde hoje funciona o *Large Hadron Collider* (LHC).

² No total, os textos foram 40 e foram nomeados correspondentemente de T1 a T40, seguindo a ordem de apresentação.

- Desmontagem dos textos ou Unitarização

Nesta etapa, busca-se fragmentar o conjunto de documentos (também denominado *corpus*) em *unidades de análise*, que são elementos discriminantes de sentidos, significados importantes para a pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2015, p. 71).

O pesquisador tem papel ativo no processo de unitarização. É ele quem reconstrói o texto, extraindo deles novos significados. Estas reconstruções são necessariamente afetadas pelas concepções teóricas do pesquisador, por suas teorias e sua visão de mundo (MORAES; GALIAZZI, 2015, p. 75).

- Estabelecimento de relações ou Categorização

Terminada a identificação das unidade de análise, o próximo passo é separá-las em categorias nas quais estarão presentes os textos do *corpus*. Esta separação pode se dar de duas maneiras: em categorias determinadas *a priori*, ou seja, em categorias escolhidas pelo pesquisador antes mesmo de analisar o texto, ou em categorias emergentes, que aparecem à medida em que o texto é analisado.

Os principais atributos das categorias são a sua validade, a homogeneidade, a amplitude e precisão, a exaustão e a mútua exclusão. Ou seja, as categorias precisam primeiramente ter algum significado relevante para a pesquisa e ser organizadas a partir de um único critério. Além disto, as categorias podem representar dados mais genéricos ou mais específicos. Normalmente, no processo de categorização *a priori*, a tendência é ir do mais geral ao mais específico. Já na categorização emergente, normalmente ocorre o contrário.

Os conjuntos de categorias criadas pelo pesquisador devem ser também exaustivos, ou seja, devem incluir todos os materiais pertinentes ao estudo (exceto, obviamente, aqueles que não apresentam validade para a pesquisa). Por último, as categorias dentro de uma unidade de análise costumam ser mutuamente excludentes, ou seja, é comum que um mesmo fragmento de texto pertença a duas unidades de análise, mas não a duas categorias diferentes dentro de uma mesma unidade. Evidentemente, é questionável se esta regra deve ser levada ao extremo. Em unidades mais amplas, em que mais de um sentido se apresenta, é possível que um mesmo fragmento seja classificado em mais de uma categoria (MORAES; GALIAZZI, 2015, p. 105-107).

- Captação do novo emergente

Nesta última fase, busca-se organizar o texto a partir das unidades e categorias definidas nas fases anteriores e criar um *metatexto*, que é um texto originado a partir de ideias que não estão explícitas no *corpus*, mas que aparecem à medida que ele é reorganizado e possibilita assim uma nova interpretação.

A produção do metatexto não é uma tarefa que ocorre logo na primeira tentativa. É recomendável produzir pequenos textos para cada uma das categorias e subcatego-

rias (MORAES; GALIAZZI, 2015, p. 118-119). A construção de novos significados emergentes da ATD é um processo gradual, cuja clareza só se expressa no final.

3.2 Entrevistas com coordenadores e professores

Como contribuição importante e complemento das informações obtida a partir do livro, foram conduzidas entrevistas em língua inglesa com os coordenadores do CERN e em língua portuguesa com os coordenadores brasileiros e portugueses. Como orientação destas atividades, havia um roteiro de questões disponível no anexo A, porém havia espaço para as considerações dos entrevistados. A duração das entrevistas foi de cerca uma hora: elas permitiram reconstruir narrativas referentes ao desenvolvimento da Escola ao longo dos anos e ao impacto da experiência nos professores. A reação dos entrevistados ao roteiro variou um pouco. Houve casos em que eles se ativeram apenas às perguntas realizadas, mas houve casos em que a entrevista foi praticamente uma entrevista aberta e o roteiro serviu apenas para garantir que todos os tópicos seriam abordados, não importando a ordem em que eles aparecessem.

Devido à espontaneidade dos entrevistados, muitas das respostas foram antecipadas, bem como surgiram informações que não constavam no roteiro. Procurou-se deixar os entrevistados à vontade para expressarem livremente seus pontos de vista (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 136), bem como buscou-se tratar os dados trazidos pelos entrevistados como tão relevantes quanto os pré-estabelecidos (MINAYO, 1992, p. 267).

Já para as entrevistas com os professores, utilizou-se um roteiro disponível no anexo B. Inicialmente, as entrevistas foram realizadas presencialmente. Com a pandemia de covid-19, as entrevistas passaram a ser conduzidas à distância, o que permitiu uma participação mais massiva de professores de todas as regiões do Brasil. Procurou-se, entre os professores selecionados para as entrevistas, obter o máximo possível de heterogeneidade: além de pelo menos um professor por região ter sido entrevistado, também buscou-se entrevistar professores de ambos os gêneros, com diferentes formações, titulações e tempo de carreira docente. O tipo de escola onde cada professor lecionava foi fundamental para a divisão do perfil dos entrevistados em quatro grupos, que serão mais detalhados no capítulo 5.

4 Histórico dos programas

Neste capítulo, são analisados os históricos dos programas internacionais para professores do CERN, da Escola de Física CERN e da *Einsteinplus*. As análises baseiam-se em informações disponíveis nos *sites* dos programas e no livro *Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN* (GARCIA, 2015) e em entrevistas realizadas com os coordenadores desses programas. Procurou-se, ao longo deste trabalho, manter o máximo possível da identidade dos entrevistados em sigilo. Evidentemente, esta tarefa é um pouco mais difícil entre os coordenadores do que entre os participantes pois a quantidade de pessoas que assumiu a função de coordenador de um dos programas analisados é muito menor do que a de participantes.

Ao todo, sete coordenadores foram entrevistados: dois professores coordenadores dos programas internacionais para professores no CERN (que serão identificados como G1 e G2), três professores coordenadores do Programa para Professores em Língua Portuguesa, também conhecido como Escola de Física CERN (que serão identificados como G3, G4 e G5) e dois professores organizadores da *Einsteinplus* no *Perimeter Insitute* (que serão identificados como G6 e G7). Também foram acrescentadas falas de dois coordenadores de *outreach* do ICTP-SAIFR¹ (que serão identificados como CO1 e CO2). As entrevistas com G1, G2, G6 e G7 foram realizadas em língua inglesa e depois traduzidas (os textos aqui presentes são traduções feitas pelo autor). As demais entrevistas utilizadas nesta tese foram realizadas em língua portuguesa e a transcrição é literal. Abaixo é apresentada uma breve descrição dos perfis dos nove professores entrevistados, cujas falas aparecem neste capítulo:

- **Prof. G1:** Físico experimental com trabalho voltado principalmente a câmeras de bolhas no CERN. Foi um dos idealizadores dos programas para professores do CERN, os quais coordenou no período de 2004 a 2013.
- **Prof. G2:** Professor de Física com doutorado na área de Ensino de Física realizado em parceria com o CERN. Coordena os programas para professores do CERN desde 2016.
- **Prof. G3:** Físico experimental com atuação no Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP). Coordena o programa em língua portuguesa do CERN desde 2007.

¹ *International Centre for Theoretical Physics - South American Institute for Fundamental Research.*

- **Prof. G4:** Professor de Física de Ensino Médio e Superior no Brasil e membro da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Coordenou o programa em língua portuguesa em parceria com G3, sendo o responsável pela seleção dos participantes brasileiros.
- **Prof. G5:** Professor de Física e membro da SBF. Participou do programa em língua portuguesa do CERN em 2012 e atuou como coordenador auxiliar do programa de 2013 a 2017. Desde 2018 é o coordenador responsável pela participação brasileira no evento.
- **Prof. G6:** Professor de Física de Ensino Médio no Canadá e atual coordenador de extensão do *Perimeter Institute*, responsável por organizar a *Einsteinplus* e demais *workshops* voltados para professores ao redor do mundo.
- **Prof. G7:** Professor de Física do Ensino Médio no Canadá e *teacher in residence* do *Perimeter Institute*, responsável pela elaboração de materiais didáticos da instituição.
- **Prof. CO1:** Professora de Ensino Médio no Brasil e participante do programa do CERN em língua portuguesa (2010), da HST (2011) e da *Einsteinplus* (2012 e 2018), além de outros programas internacionais. Atualmente é coordenadora de *outreach* do ICTP-SAIFR, responsável por organizar os *workshops* em língua portuguesa e espanhola.
- **Prof. CO2:** Professor de Física do Ensino Médio no Brasil e participante da *Einsteinplus* em 2018. Atualmente, trabalha como coordenador de *outreach* do ICTP-SAIFR, sendo responsável pela organização de *workshops* em língua portuguesa e atividades para alunos do Ensino Médio.

4.1 Programas para Professores no CERN:

4.1.1 Programas Internacionais Realizados em Língua Inglesa

A Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN² é uma instituição de pesquisa de bastante renome na área de Física de Partículas, sendo responsável por diversas descobertas científicas, algumas delas resultantes no Prêmio Nobel, e por inovações tecnológicas, tais como a criação da *world wide web* e as telas *touch screen*. Por ser uma instituição mantida com dinheiro público de 23 países-membros³, além de membros associados e observadores, existe um grande interesse político para que parte do recurso

² A sigla CERN originalmente designava *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, ou Conselho Europeu para a Pesquisa Nuclear em francês, que foi um nome provisório criado em 1952 para um conselho formado por 12 países europeus. Em 1954, o esses mesmos países fundam a *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*, mas optam por manter a sigla original, que é utilizada até hoje.

³ até a data de finalização desta pesquisa

destinado seja dedicado à educação e à divulgação científica. Por compreender que a formação do cientista está atrelada à formação dos professores de Ensino Médio e inspirada em um ciclo de palestras para professores do Ensino Médio que já existia no *Fermilab*⁴, a instituição criou em 1998 um programa de três semanas de duração⁵ conhecido como *High School Teachers at CERN* (HST). Nas palavras de G1, um dos idealizadores do programa,

Desde o início, e isto foi muito importante, nós não adotamos uma postura arrogante do tipo “nós sabemos o que vocês precisam saber”. Nós tentamos sempre ser humildes e ouvir as necessidades deles. Nós fizemos questionários e entrevistas com os professores para poder “costurar” o programa com as necessidades deles, e não com as necessidades do CERN. A filosofia das pessoas envolvidas com o programa sempre foi de receber bem os professores que vêm até o CERN e de agradecê-los, pois os professores têm um trabalho muito desafiante e são eles que têm o futuro em suas mãos. Nós não somos professores profissionais. Nós não sabemos como ensinar. Nós podemos dar uma dica, um exemplo, mostrar o que fazemos... Mas nós nunca podemos deixar de agradecer o professor pelo seu trabalho, que é muito diferente do nosso. (Fala de G1)

Nota-se, pela fala de G1 que, apesar de as pessoas envolvidas com a criação da HST não possuírem nenhuma experiência prévia com formação continuada de professores ou com a área de Ensino de Física, havia um sentimento de reconhecimento da importância do professor e, em alguns casos, até mesmo de “dívida”, pois muitos compreendem que só optaram pela carreira científica porque tiveram professores no Ensino Médio que os motivaram a seguir esse caminho:

Uma coisa que não podemos subestimar é que este programa sempre foi feito por voluntários! Todas as pessoas que trabalhavam com os grupos, davam palestras e conduziam visitas faziam isto voluntariamente porque são pessoas que acreditam na importância da Educação e dos professores! Quando falamos com um professor, ao longo de uma carreira de 30 anos, nós falamos com muitos estudantes. E, se nós falamos com 50 professores, nós falamos com uma quantidade maior ainda! Professores são verdadeiros multiplicadores! Se você perguntar para qualquer pessoa neste restaurante⁶: “por que você está aqui? O que o (a) motivou a se tornar um(a) cientista, um(a) físico(a), um(a) engenheiro(a), um(a) cientista da computação?” , muitos vão responder: “eu tive um professor que me encorajou e me inspirou.” E esta sempre foi a nossa motivação! (Fala de G1)

Fica claro nesta última fala que, apesar da voluntariedade dos participantes e da valorização do trabalho docente, existe também, além da preocupação com a formação dos professores, um interesse pela divulgação científica, pois, na visão deste coordenador, o professor é também um “multiplicador”, ou seja, alguém que se comunica com centenas (ou, às vezes, milhares) de estudantes, então é alguém que pode auxiliá-los na tarefa de

⁴ Fermi National Accelerator Laboratory, localizado em Batavia, Illinois, nos Estados Unidos.

⁵ A partir de 2019, a duração deste programa diminuiu para duas semanas.

⁶ A entrevista foi realizada no Restaurante 1 do CERN.

divulgar o CERN à sociedade e motivar mais pessoas a seguir a carreira científica. A respeito disso, G3 complementa:

O CERN traz externamente, ele recebe professores no CERN porque sabe que falar para um professor é falar para mil alunos ao longo dos dez anos seguintes. Eu cito isto porque justamente isto está por trás do nosso espírito com esta escola: nós formamos professores, mas na verdade não formamos por eles, ou pelo menos não só por eles. É para o que eles vão fazer com os alunos deles nos próximos dez anos e, portanto, os professores são para nós um veículo de entusiasmo, Não é um veículo de transmissão de informação, porque isso é o que faz a *net*, a *internet* faz isso! Não, mas é um veículo de entusiasmo e de motivação, é um veículo que diz ao aluno: “eu estive no CERN” e, quando diz isso, diz com os olhos muito abertos, com uma sensação de enorme satisfação que o aluno percebe. (Fala de G3)

Nesta última fala, fica claro que as pessoas por trás desses programas não estão simplesmente atrás de “multiplicadores”, mas sim de motivadores, pois entendem que, para os alunos, os professores não são simplesmente transmissores de conhecimento, e sim pessoas com grande poder de influenciar nas decisões profissionais dos alunos, algo que os veículos tradicionais de divulgação científica não são capazes de fazer.

Os objetivos dos programas para professores ficam mais claros em seu *site* oficial⁷:

- Apoiar o desenvolvimento profissional de professores na área de Física de Partículas;
- Promover o ensino de Física de Partículas no Ensino Médio;
- Facilitar a troca de conhecimento e experiências entre professores de diferentes nacionalidades;
- Estimular atividades relacionadas à popularização da Física dentro e fora da sala de aula;
- Ajudar o CERN a estabelecer conexões mais próximas com as escolas ao redor do mundo.

A primeira edição da HST aconteceu em 1998 e teve a participação de apenas nove professores, todos de países europeus. O conteúdo da primeira edição foi em parte aproveitado de um outro programa de verão para estudantes de graduação que já existia na instituição e aos poucos foi se separando, com base no *feedback* que eles recebiam dos professores. Na segunda edição, em 1999, o número de participantes dobrou e passou a incluir professores dos Estados Unidos graças a uma parceria que eles tinham com uma universidade em Michigan. A primeira participação brasileira neste programa ocorreu

⁷ Informações obtidas em <https://teacher-programmes.web.cern.ch/international-teacher-programmes>. Acesso em 20 jun. 2023.

em 2007, graças a um programa de intercâmbio que o CERN mantinha com a América Latina, que possibilitou a participação não apenas do Brasil, mas de outros países latino-americanos.

Desde 1998 até os dias atuais, a coordenação da HST passou por quatro pessoas diferentes. Até 2014, o programa já havia definido quais conteúdos deveriam fazer parte do seu currículo, mas ainda não possuía especificamente uma sequência para os conteúdos apresentados. Com a mudança na coordenação, definiu-se os tópicos principais que deveriam ser apresentados na seguinte ordem: aceleradores, detectores, análise de dados e computação. Por se tratar de um programa ministrado por palestrantes voluntários, existe uma certa maleabilidade em relação a outros tópicos, como Engenharia, Antimatéria e Cosmologia, mas toda a programação é definida com antecedência e apresentada aos participantes antes do início do curso desde 2014. Nas palavras de G2:

O nosso maior problema aqui no CERN é que nós não somos um centro especializado em desenvolvimento profissional de professores. Então tudo o que fazemos aqui depende de voluntários. E, em julho, as coisas ficam mais complicadas, pois é mais difícil achar palestrantes. Palestras na verdade são uma opção, mas precisamos de bons palestrantes que saibam falar com professores, o que nem sempre é o caso. E, quando achamos, nem sempre esta pessoa está disponível naquela data em que precisamos. Então, às vezes, precisamos ser um pouco flexíveis. (Fala de G2)

É importante registrar que até 2014 a HST foi coordenada por pesquisadores da área de Física Experimental que possuíam bastante interesse na área de Ensino e Divulgação da Ciência, mas sem nenhuma formação específica nessa área, até porque, inicialmente, a HST era o único programa para professores no CERN. Com o passar do tempo, surgiram os programas em línguas nacionais e a *International Teachers Weeks* (ITW), outro programa de estrutura bastante semelhante à HST, o que fez com que o CERN necessitasse de uma pessoa dedicada exclusivamente às atividades de ensino e com formação apropriada a essa área. Por isso, o atual coordenador dos programas para professores é um pesquisador doutor em Ensino de Física e até o início da pandemia de covid-19, praticamente todas as semanas do ano estavam preenchidas com atividades presenciais com professores. Essa mudança foi gradativa, pois no início o programa encontrava um pouco de resistência por parte de alguns pesquisadores que julgavam que o CERN não dispunha de recursos suficientes para investir em formação de professores e que o dinheiro⁸ utilizado para levar professores ao CERN deveria ser destinado a alguma outra área, como aponta G1:

O programa não era 100% aceito pela comunidade do CERN, mas nós tínhamos a proteção do [nome omitido], um cara que infelizmente faleceu

⁸ Até 2019, cada participante recebia uma bolsa de 2000 francos suíços para custear as suas despesas durante o programa e mais 500 francos suíços para auxiliar nas suas despesas com transporte. No caso dos professores, é importante ressaltar que 500 francos suíços são insuficientes para pagar as passagens de ida e volta, então os professores que participaram desses programas tiveram que complementar essa verba com recursos próprios ou da escola.

há poucos anos. Mas, em [...], o [nome omitido] deixou a direção de pesquisa do CERN e algumas pessoas achavam que a HST era um desperdício de tempo, de esforço e de dinheiro... E nós precisávamos de algum apoio político! Foi um chefe de departamento chamado [nome omitido], da Espanha, que apoiou o nosso projeto, conseguiu verba e nos protegeu de todo tipo de críticas negativas que nós pudéssemos obter daqui de dentro. (Fala de G1)

Apesar dessa resistência inicial de alguns pesquisadores, houve um entendimento por parte da direção geral do CERN de que o programa para professores fazia parte sim dos objetivos do CERN, pois ele auxiliava na preparação de cientistas e engenheiros para o futuro e promoção de parcerias internacionais, que são duas das quatro missões do CERN, assim como a pesquisa básica e o desenvolvimento tecnológico. Segundo G2, essas dificuldades iniciais hoje podem ser consideradas superadas:

No começo, realmente houve sim uma dificuldade. Hoje os programas para professores são uma das coisas mais importantes do CERN e eu me orgulho bastante de poder fazer parte disto! E isto não é apenas a minha opinião. Todos os programas para professores do CERN têm a bênção da nossa diretora-geral. Toda vez que temos uma visita VIP aqui no CERN, eles apresentam alguns slides sobre Física, sobre o que se faz no CERN e logo falam sobre o programa de verão para estudantes e os programas para professores. Eu diria que estes dois programas se tornaram carros-chefes do CERN. Nós temos programas para professores no CERN há vinte anos! Não há uma única semana em que nós não temos professores por aqui, então acho que este dado fala por si só. (Fala de G2)

A principal crítica que se faz aos programas internacionais do CERN é em relação ao conteúdo pedagógico. Como as palestras e visitas são conduzidas por físicos e engenheiros, a maior parte do conteúdo trabalhado é puramente conceitual e específico na área de Física. Ao longo dos anos, foram incluídas algumas palestras de áreas mais amplas, como “Aplicações médicas do CERN” e “Igualdade de gênero nas carreiras científicas”, mas a maior parte do programa ainda pode ser classificada como conteudista. Sobre isso, G2 expõe:

O problema é que, até então, esta é a melhor opção que temos para oferecer aqui no CERN, pois os nossos palestrantes são todos voluntários e o que nós temos aqui são *experts* em conteúdo conceitual. E alguns deles são muito bons para falar com professores, alguns deles são bastante entusiasmados. Então, quando falamos em conhecimento pedagógico do conteúdo [PCK], nós obviamente tentamos incluir algumas atividades “mão na massa”, como aquelas que nós fazemos no *S’Cool Lab*, e a câmara de nuvens é um ótimo exemplo disto, pois os professores podem interagir com ela, ver como ela funciona, convencer-se de que ela funciona e esperamos que eles possam levar este material, que nós fornecemos de graça, para as suas salas de aula. Se nós tivéssemos mais atividades como esta, claro que isto seria benéfico, mas é o melhor que podemos fazer [...]

Então eu não gosto de dizer que nós fazemos um curso puramente conteudista, mas obviamente este acaba sendo o nosso foco principal.

Nós queremos atualizar os professores. Há muitos professores que nunca ouviram falar em Física de Partículas na Universidade, então tudo que eles sabem eles aprenderam por conta própria através de livros, então é importante que eles sejam atualizados com o que há de ponta no momento e que eles ouçam isto de quem trabalha com isto diretamente em vez de um livro. Mas, claramente, como levar isto para a sala de aula é um assunto no qual nós temos pouca potência a oferecer. E, para ser honesto, não sei se um dia nós vamos conseguir mudar isto. (Fala de G2)

Por último, ambos os coordenadores destacam a importância da interação entre professores de diferentes partes do mundo. Muitas das atividades de integração, tais como a “caça ao tesouro” e a “noite internacional”⁹ foram inseridas na programação com o objetivo de estreitar os laços entre participantes de diferentes nacionalidades. Sobre isso, G1 e G2 destacam:

Eu sempre dizia no começo do curso: “eu não posso garantir que vocês aprenderão alguma coisa. Isto depende de vocês! Mas o que eu posso garantir é que vocês entrarão aqui como estranhos e sairão daqui como amigos!” Isso foi uma das coisas que eu aprendi nos treinamentos na área de comunicação: espírito de equipe é muito importante. É por isso que existe a caça ao tesouro! Fui eu que a inventei em 2000! Eu via que as pessoas vinham de diferentes partes do mundo e provavelmente pesavam: “Onde estou? O que estou fazendo? Quem são estas pessoas estranhas falando comigo?” Então eu pensei: “vamos fazer um exercício de construção de equipe!” [...] Nós aplicávamos essa atividade no primeiro final de semana do curso, após uma semana de contato entre os participantes, e foi um sucesso! As pessoas adoravam! E nós, propositalmente, quebrávamos os laços que eles tinham feito na primeira semana. As equipes eram formadas por sorteio, então eles eram forçados a falar com as pessoas com as quais eles ainda não tinham falado. Isso quebrava um pouco as “panelinhas” que eles formavam com os colegas do mesmo país e os levava de volta ao início. (Fala de G1)

Uma das coisas que nós tentamos fazer neste programa é criar uma plataforma ou uma atmosfera onde os professores se sintam à vontade para compartilhar ideias. É por isso que nós temos os eventos sociais. É claro que eles são um exercício de construção de grupo, mas também são eventos onde os professores podem conversar uns com outros. E na HST você pode conversar com um(a) professor(a) do Japão ou da Tailândia e dizer: “nossa! Eles fazem isto de uma maneira completamente diferente!” ou então “eles fazem exatamente a mesma coisa que nós!” (Fala de G2)

Até 2019, oito professores brasileiros haviam participado dos programas internacionais do CERN, sendo 7 da HST e 1 da ITW. No entanto, a maior participação brasileira se deu através do programa oferecido em língua portuguesa em parceria com a SBF, sobre o qual se falará na seção a seguir.

⁹ A “caça ao tesouro” é uma atividade presente tanto na Escola de Física CERN quanto na HST e na ITW na qual os professores recebem um roteiro em que eles devem passar pelas principais atrações turísticas de Genebra e responder a algumas perguntas. No fim do roteiro, todos terminam em um restaurante típico suíço com direito a um jantar oferecido pelo CERN. Já a “noite internacional” é uma atividade da HST na qual os participantes são convidados a levar algum prato típico dos seus países e fazem um jantar coletivo. Muitos, além dos pratos típicos, vão ao jantar com roupas típicas dos seus países.

4.1.2 Programas Nacionais e a Escola de Física CERN

Até 2005, a HST era um dos poucos eventos do CERN destinados a professores do Ensino Médio e ocupava apenas três semanas do calendário. Portanto, não havia a necessidade de designar uma pessoa para cuidar exclusivamente das atividades de formação de professores. Este cenário mudou no final de 2005, quando o diretor-geral do CERN apresentou uma proposta diferente aos professores, como narra G1:

Nós sempre queríamos ter a presença do diretor-geral do CERN. Em 2005, [...] nós o convidamos para fazer um discurso para os professores no final do curso. E uma das coisas que ele perguntou foi se o fato de o programa ser ministrado em inglês era algo que atrapalhava e se eles gostariam de ter um programa na sua língua materna. Todos na sala disseram que isto seria ótimo, mas aí ele percebeu o que tinha acabado de dizer! Então ele replicou: “mas se fosse um programa ministrado apenas na sua língua com professores do seu país, nós perderíamos esta oportunidade fantástica de trocar ideias com pessoas de culturas tão diferentes, sistemas educacionais diferentes... Este é um verdadeiro bônus do programa internacional!”

Mais tarde, ele refletiu sobre isto e me disse: “Ok, nós não vamos interromper a HST, mas nós vamos tentar introduzir também programas nacionais!” E, com isto, ele me deu uma tarefa enorme pois a HST ocorria apenas uma vez por ano. Eu passei então a me dedicar exclusivamente aos programas para professores. (Fala de G1)

A partir de 2006, foram introduzidos os programas em língua materna para professores, inicialmente voltados apenas a países-membros do CERN, com duração de uma semana e ministrados no idioma oficial mais falado no país. O primeiro país a organizar um programa nacional foi a Hungria em 2006. Portugal organizou o seu primeiro programa nacional em 2007, conforme narra G3:

Em 2006, o presidente do LIP soube que o CERN estava a organizar programas para professores dos países membros do CERN e chamamos logo para organizar o primeiro programa português para Portugal de professores. Acontece que eu já tinha uma lista de pessoas com as quais trabalhava afincadamente e muito ativos nas atividades que nós fazíamos, em especial porque também em 2005, tínhamos arrancado os *masterclasses* internacionais em Física de Partículas, por ocasião do Ano Internacional da Física. Então, o Ano Internacional de Física deu-nos muitos contatos com professores no Ensino Secundário, no Ensino Médio, no nosso Ensino Médio e, com os *masterclasses* e outras atividades que nós já vínhamos fazendo com professores desde que eu comecei... Eu entro na instituição em 2003. Quando chegamos a 2007 para organizar o programa, lançamos um concurso e tivemos o nosso primeiro programa em 2007, em setembro de 2007. A definição das datas foi relativamente fácil porque a semana em que os professores possam sair da escola é muito pouco tempo, eles não podem sair durante o tempo letivo e, portanto só havia mesmo agosto ou início de setembro. Para não entrar muito nas férias dos professores, o programa foi decidido que se fazia em setembro, no início de setembro. (Fala de G3)

Diferentemente do que ocorria na HST, em que todos os professores (com exceção dos estadunidenses) eram financiados pelo próprio CERN, cada programa nacional teve uma regra específica para o financiamento, dependendo da realidade econômica de cada país. Inicialmente, Portugal teve apoio financeiro da Agência Ciência Viva¹⁰ e, durante os dois primeiros anos, a participação no programa foi quase totalmente de professores portugueses.

Em março de 2009, o coordenador do programa português foi contatado por um ex-diretor-geral do CERN que, na época, ocupava um cargo na UNESCO e trazia consigo a preocupação em levar o CERN e o conteúdo de Física de Partículas a países em vias de desenvolvimento, em especial, países da América Latina, África e Ásia. Diante disso, surgiu a proposta de expandir o programa português para os demais países da Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP): Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné Bissau, Moçambique, São Tomé e Príncipe e Timor Leste¹¹. Entre 2009 e 2019, 244 professores brasileiros participaram desse programa, sendo que alguns deles ainda retornaram ao CERN para participar da HST ou da ITW.

Com isso, o programa originalmente concebido como um programa apenas para professores portugueses acabou se tornando mais um programa internacional do CERN, com representantes na Europa, América do Sul, África e Ásia. Essa aproximação entre professores de diferentes nacionalidades que foi citada como objetivo das escolas internacionais aparece também nos objetivos do programa em língua portuguesa apresentados abaixo¹²:

- Abrir o CERN aos Professores de escolas brasileiras através do programa em parceria com Portugal, e, através destes, aos seus alunos e à escola em que atuam;
- Dar formação intensiva de atualização de conteúdos na área de Física Moderna, em particular em Física de Partículas e em Cosmologia, e nas tecnologias avançadas, introduzindo os grandes problemas e questões que se colocam na Ciência de hoje (por exemplo, em matéria escura, energia escura, assimetria matéria-antimatéria)
- Estabelecer relações pessoais e canais de esclarecimento, apoio e/ou encaminhamento entre os professores portugueses, africanos e brasileiros, propiciando benefício aos nossos professores;

¹⁰ Ciência Viva é o nome da Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, que tem como missão promover a cultura científica portuguesa com ênfase especial nas camadas mais jovens e na população escolar. Informação obtida no site oficial da Ciência Viva: <<https://www.cienciaviva.pt/>>. Acesso em 1 jul. 2023.

¹¹ Em 2014, Guiné Equatorial tornou-se membro oficial da CPLP, mas ainda não foram registradas participações de professores desse país.

¹² Dados extraídos de <<https://sprace.org.br/index.php/education-outreach/cern-teachers-school/>>. Acesso em 9 dez. 2021.

- Motivar os professores para aprender mais e, através deles e do seu entusiasmo crescente, chegar aos alunos e despertar neles a centelha da “curiosidade apaixonada”;
- Trazer aos investigadores a realidade escolar brasileira, para motivar os investigadores a realizar mais ações de divulgação e de interação com os professores e os alunos em ambiente escolar.

A ponte entre o CERN e o Brasil se deu por intermédio do CBPF. Na época, o coordenador do programa entrou em contato com o diretor da instituição, que lhe apresentou ao secretário de ensino da SBF. Ambos concordaram que seria uma oportunidade muito interessante para os professores brasileiros, mas o tempo para programar essa atividade era muito curto, visto que o programa ocorreria em setembro do mesmo ano. Por isso, a participação brasileira em 2009 contou apenas com professores da rede federal de ensino, que tiveram suas despesas custeadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e pelas suas próprias instituições, conforme narra G4:

Eu fiz uma sugestão de que a gente fizesse uma dirigida para as escolas... Para os CEFETs¹³, para a rede federal, justamente pelo fato de que na rede federal, a gente sabia, pelo fato de eu participar, ser professor da rede, né? A gente sabe que eles têm mais estrutura e ficaria um público mais fácil de ser contatado. Pela minha inserção na rede, eu conseguiria fazer esses contatos. Então, daí o primeiro realmente foi dirigido, se você olhar lá a relação dos participantes, são todos eles de escolas técnicas e CEFETs e, daí a gente conseguiu algum recurso. Na época, acho que foi do Ministério da Ciência e Tecnologia, participação da secretaria do CBPF para administrar. (Fala de G4)

Apenas 11 professores brasileiros participaram da edição de 2009, junto com 44 portugueses e cinco moçambicanos. Por envolver mais países além de Portugal, o programa passou a se chamar *Programa em Língua Portuguesa para Professores no CERN*. Na SBF e entre os professores brasileiros, o programa ficou conhecido como *Escola de Física CERN*, nome que será utilizado daqui em diante para se referir a esse programa.

A partir de 2010, o número de participantes brasileiros aumentou para 20 e as inscrições para o programa foram abertas também a professores das redes estaduais, municipais e particulares. Com exceção dos professores que atuavam exclusivamente em escolas particulares, que tiveram suas despesas custeadas pelas próprias escolas, todos os demais passaram a contar com apoio financeiro da CAPES. Em 2009, ainda que isso não fosse um pré-requisito, todos os participantes da Escola de Física CERN possuíam alguma pós-graduação *stricto sensu* (mestrado ou doutorado) na área de Física ou de Ensino. Já nas edições posteriores, começam a participar professores sem pós-graduação ou apenas com pós-graduação *lato sensu* (especialização ou aperfeiçoamento). Para selecionar

¹³ Centros Federais de Educação Tecnológica. Posteriormente, a maioria deles se transformou em Institutos Federais de Educação Tecnológica.

participantes de um grupo heterogêneo, tornou-se necessário estabelecer alguns critérios, apresentados a seguir por G4:

Desde o início a ideia era: professor de Física do Ensino Médio que estivesse em sala de aula, certo? Então, daí é uma coisa assim desde o princípio... Então, daí é por isso que a gente vai para a rede federal, porque daí eu sabia que lá era todo mundo EBTT¹⁴, certo? Professor de Física do Ensino Médio, eventualmente trabalhando em algum curso do Ensino Superior, mas, fundamentalmente sendo professor de Física do Ensino Médio. E os critérios era justamente que a carga horária dele fosse maior (no caso da rede federal) no Ensino Médio. Daí, a gente começou a estabelecer alguns critérios. Inclusive dá para perceber pelos próprios editais, não sei se você consegue localizá-los todos, né? Daí você vai percebendo que aparece justamente: primeiro licenciado em Física, depois graduado em Física, justamente pelo fato de que Institutos Federais não há essa limitação, tá? Então, daí você tem um bacharel que faz o concurso e começa a dar aula de Física. Então, daí ficaria muito complicado, porque ele preenche o requisito principal: ele é professor de Física do Ensino Médio! Então, daí começa a haver uma análise da situação concreta dos candidatos e a gente começa a ver quais são as possibilidades [em] que você não desvirtue o programa, mas que ampliem a possibilidade de participação. O outro critério: tem um critério, que ele prevalece inclusive com os estudos, que é justamente na participação em eventos e atividades de divulgação. Então, daí uma das coisas que a gente privilegia é justamente professores que tenham participação em Olimpíadas, ou de Física, ou de Astronomia, ou de Química... Que tenham algum envolvimento, porque justamente a meta é que, voltando, ele faça divulgação. Então, se ele já começa a fazer divulgação aqui, se ele já tem um contato com os alunos fora da sua escola pensando em alguma outra coisa mas além, ele tem um potencial de ser divulgador. (Fala de G4)

Percebe, por meio dessa fala que, para esse Programa, é mais relevante selecionar um(a) professor(a) que apresente iniciativas voltadas à divulgação científica, mesmo que ele(a) não tenha titulação tão elevada do que alguém com doutorado em Física de Partículas, mas pouca atuação no Ensino Médio e na extensão. Ainda no *site* oficial da Escola de Física CERN, podemos encontrar algumas metas voltadas à difusão da experiência e conhecimento adquirido¹⁵:

- Utilizar o material didático usado na Escola do CERN como referência em disciplinas ministradas na Graduação e Pós-Graduação;
- Ministrando cursos de Introdução à Física de Partículas para alunos de ensino médio e de graduação;
- Ministrando cursos de Introdução à Física de Partículas para alunos da Licenciatura em Física;

¹⁴ Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico.

¹⁵ Dados extraídos de <<https://sprace.org.br/index.php/education-outreach/cern-teachers-school/>>. Acesso em 9 dez. 2021.

- Ministrar cursos de Introdução à Física de Partículas em programas de formação continuada de professores de Física;
- Utilizar versões simplificadas do material do CERN e as fotos tiradas dos experimentos CMS, ATLAS e LHCb para divulgação das atividades;
- Divulgar a atividades nos meios de comunicação das instituições de ensino de origem, através de palestras, conferências, etc.;
- Apresentar seminários a respeito da experiência em instituições de ensino;
- Confeccionar materiais didáticos e paradidáticos para o ensino e divulgação de Física das Partículas no ensino médio e formação de professores;
- Criar um sítio virtual, preferencialmente vinculado à SBF, para divulgar material ligado à divulgação de Ciências e de Física de Partículas;
- Criação de uma Escola Brasileira para Formação de Professores em Física das Partículas ou Física Moderna que poderia ser oferecida anualmente aos professores de Física.

A fala de G4 ainda destaca a importância das ações de extensão, que normalmente têm menos visibilidade nas Universidades do que as iniciativas de pesquisa e ensino:

[O ensino e a extensão] são duas coisas complementares, na minha opinião. E a gente, na universidade, a gente tem uma preocupação muito maior com o ensino do que com a extensão. Apesar de você ter lá claro nas universidades, e mesmo nos Institutos Federais, a tríade: ensino, pesquisa e extensão, você vai verificar que a extensão é a menos privilegiada, certo? [...] Você vai verificar que, nos quantitativos, vale a pesquisa, a pesquisa é valorizada, ensino é condição, você tem que dar uma determinada quantidade de aulas, e a extensão, ela aparece como um segundo ou terceiro ou quarto elemento... Então, aí realmente, a preocupação é a gente juntar as duas coisas, né, e mostrar que a extensão, ela faz parte também do ensino, ela está vinculada ao ensino e à própria pesquisa! Você tem que estar trabalhando com todas elas bem articuladas. Isso daí não é uma situação usual na formação de professores. Você encontra nas licenciaturas, né? A parte de extensão, ela é... Ela quase que fica resumida às Semanas de Física, às Semanas de Química, né? Alguma coisa desse jeito...

[No CERN,] eles têm essa perspectiva da extensão e da divulgação, porque eles sabem que a pesquisa está acontecendo e não são esses professores que vão fazer pesquisa. Esses professores não vão fazer a pesquisa que fazem lá no CERN. Os nossos professores de Física não vão fazer pesquisa em Física de Partículas, nem em Estado Sólido, nem em Nuclear, certo? Mas eles têm condições de estimular os alunos a fazerem. Então, é mais ou menos nesse sentido. E o nosso Programa, ele vai mais ou menos nesse sentido, tá? Por isso que a gente estabelece como uma condição fundamental que ele esteja em sala de Ensino Médio, que tenha contato com os alunos adolescentes e que também tenham participação em atividades de extensão, tipo Olimpíadas, *masterclasses*, projetos... Coisas desse tipo! (Fala de G4)

Em 2012, outras duas mudanças ocorreram: o número de participantes brasileiros aumentou para 30 e o Programa passou a incluir uma parada em Lisboa para que os professores pudessem também conhecer o Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), como explicado por G4:

No começo a gente saía daqui do Brasil, tipo assim, no sábado, tá? Pegava o avião no sábado, batia em Lisboa... Quando chegava, pegava outro avião lá em Lisboa para ir para Genebra... Quando era meio-dia, a gente estava chegando em Genebra e às 2 horas a gente estava tendo o curso! Algo desse tipo, tá? Então, daí uma coisa assim que era pesada... Daí, a gente começou a perceber que seria possível, já que o investimento maior era justamente na passagem, né? Daí a gente começou [...] a fazer justamente aquela parada primeiro lá em Lisboa para teorizar um pouco, aclimatar, certo? Aclimatar... Não só em termos de fuso horário, mas em termos assim de perspectivas culturais. (Fala de G4)

Em 2015, devido à crise financeira enfrentada pelo país, a CAPES, que havia financiado a participação dos professores de escolas públicas entre 2010 e 2014, deixou de apoiar o projeto, o que causou uma mudança no número de participantes e no perfil dos inscritos a partir desta edição. A principal mudança foi uma redução na participação de professores que atuavam nas redes estaduais e municipais e nas cooperativas de ensino. Sobre isso, G5 comenta:

A gente tinha uma média até 2015, a gente tinha uma média de 350 inscritos por edição. O pico foi 380 numa das edições que eu não me lembro qual é exatamente qual é o ano, mas lembro que foi 380 inscritos para a seleção. Em 2016 e 17, esse número caiu pra em torno de 40, 50 professores inscritos. Em 2017, como tudo era pago pelos próprios professores, a gente teve de escola pública só 12 inscritos, né? E outra, e muda o perfil! Porque, como você encontra professor de escola pública tendo que pagar do próprio bolso, é um professor que está no fim de carreira, ele atingiu o topo da carreira dele da escola pública, ou professores que têm uma parte da atividade em escola pública e uma parte na escola privada. Então, muda o perfil do professor, era um professor que já tinha recurso pra fazer isso, diferentemente dos outros anos. Em 2018, com subsídio pequeno ainda, em 2019 com o recurso não tão grande, mas já mais favorável, a gente conseguiu ter mais de 100 inscritos e a gente teve a volta daqueles professores que não estavam se inscrevendo, que são aqueles professores que estão próximos aí de dez anos de carreira, entendeu, que são mais ativos em termos de participação, né? A edição de 2018, em termos de gerenciamento, foi a mais difícil porque a gente brinca que, internamente, que foi quase um turismo científico, porque eram professores já viajados que estavam assim: a Escola CERN era um apêndice e não o contrário, né? A parte cultural ser complemento, era o contrário! Então, em termos de gerenciamento foi a mais difícil de lidar, entendeu? (Fala de G5)

Pela fala de G5, percebe-se que a ausência de financiamento causou dois problemas bastante graves. Primeiramente, ela diminuiu a heterogeneidade do Programa, que contava com professores de diferentes realidades financeiras, muitos deles sem condições

de participar se não existisse o apoio financeiro. Além disso, trouxe a falsa sensação aos participantes de que eles estavam pagando pela sua formação, portanto não possuíam nenhuma responsabilidade em trabalhar o conteúdo com seus alunos ou com a comunidade.

Esse problema foi resolvido em parte com o envolvimento do SPRACE e da RENAFAE no Programa, passando a compartilhar as ações e a assumir parte das despesas dos professores das redes estaduais e municipais a partir de 2018. Segundo G5, o auxílio financeiro dessas instituições cobria cerca de 50% das despesas totais, deixando a cargo do professor praticamente apenas a passagem.

4.2 Programas que Utilizam o Material do Perimeter Institute

4.2.1 Einsteinplus

Uma instituição que se tornou parceira do CERN nas suas ações de formações de professores é o *Perimeter Institute*, que frequentemente colabora com a programação da HST, oferecendo *workshops* para professores durante um dia da programação desde 2008.

O *Perimeter Institute* também tem a sua história associada ao desenvolvimento tecnológico. A instituição foi fundada em 1999 pelo mesmo fundador da empresa canadense *Research in Motion*, que mais tarde se tornou a *Blackberry*, conhecida pelo desenvolvimento de um dos primeiros *smartphones* comercializados no mundo. Desde a sua fundação, sempre existiu a preocupação em trabalhar com a pesquisa em Física Teórica e com a extensão, como aponta G7:

Nós queremos ampliar a alfabetização científica da comunidade e nós acreditamos que a Ciência desempenha um papel no desenvolvimento de otimização no futuro. A extensão tem sido uma parte fundamental do *Perimeter* desde o primeiro dia da sua existência. Parte disto se deve ao pensamento do [nome omitido], o homem que criou as bases para a fundação do *Perimeter*, de que o instituto deveria servir não apenas para a pesquisa, mas também para o compartilhamento de conhecimento. Você encontra o mesmo pensamento no CERN! Está lá em suas diretrizes: tudo o que eles descobrem deve ser compartilhado com a comunidade! É a mesma filosofia que nós temos. (Fala de G7)

Por haver desde o princípio essa preocupação com a extensão, a instituição criou em 2003 um programa de verão para estudantes do Ensino Médio canadenses chamado YPC¹⁶, que depois se tornou um programa internacional conhecido como ISSYP¹⁷. Neste programa, os estudantes têm contato com tópicos de Física Moderna e Contemporânea, que normalmente não estavam presentes nos currículos das escolas canadenses. No final da primeira edição deste programa, surgiu uma preocupação em realizar uma atividade

¹⁶ Young Physicists of Canada.

¹⁷ International Summer School for Young Physicists.

semelhante com os professores, o que deu origem à *Einsteinplus* no ano seguinte. Segundo G7:

Nós começamos com o curso para estudantes. Eles adoraram! Nós fizemos um curso com 20 estudantes, que durou duas semanas, e realmente ampliou o conhecimento deles sobre Relatividade Especial, Relatividade Geral, Mecânica Quântica. . . E foi muito legal trabalhar com eles! Mas na metade do curso nós nos perguntamos se não haveria o risco desses estudantes voltarem para a sala de aula sabendo mais que o professor. Aí pensamos: “isso pode ser um problema! E agora os professores vão ficar com raiva da gente porque nós criamos um problema para eles!” Então nós tivemos que dizer aos estudantes: “quando vocês deixarem a ISSYP, sejam gentis com seus professores porque nós os expusemos às ideias mais contemporâneas da Ciência. Seu professor pode nem sequer ter ouvido falar delas!” E isto foi em parte uma das motivações para a criação da *Einsteinplus*, pois se estávamos fazendo isso para os estudantes, nós precisávamos dar aos professores a oportunidade de crescer e aprofundar os seus conhecimentos. (Fala de G7)

Assim como os programas para professores do CERN, a *Einsteinplus* começou como uma iniciativa mais local e aos poucos foi se tornando internacional. A participação brasileira ganhou um destaque especial nos últimos anos graças ao interesse da instituição em construir redes de professores. Sobre isso, G6, coordenador de extensão afirma:

Outra coisa importante que nós temos olhado com mais atenção com o passar do tempo, que é a chave do sucesso do que fazemos, são professores com a habilidade de pegar o que aprenderam e amplificar isso através de redes de professores locais. Isso é realmente importante! Antigamente, nós lutávamos um pouco contra isso porque nós queríamos formar um grande grupo com professores de todas as partes do mundo, o que é bacana, mas é ingênuo! O impacto disso era muito pequeno. Preparar um professor que irá iniciar uma rede em sua região é algo que causa muito mais impacto. Nem todos os professores que participam da *Einsteinplus* tornam-se chefes de redes, porque você precisa de um certo balanço de características para se tornar um chefe de rede. [...]

Curiosamente, nesta última edição nós tivemos 6, 7 ou 8 professores brasileiros. Isso foi uma decisão estratégica! Nós sabemos que há uma boa energia aqui e que há uma rede que está começando a se concretizar com essa parceria, então nós estamos interessados em investir mais dinheiro em professores brasileiros para ajudá-los a começar. Mas isso não será para sempre assim! Haverá outros países nos quais iremos investir. Então a estratégia de pegar as pessoas certas nos locais certos, tudo isso entra em jogo. (Fala de G6)

Um dos grandes diferenciais da *Einsteinplus* em relação aos programas para professores do CERN é que, diferentemente destes, a *Einsteinplus* procura não apenas apresentar os conteúdos conceituais de Física Moderna aos professores de Ensino Médio, mas ela também fornece materiais para os professores trabalharem esses conteúdos com seus alunos. Esses materiais estão organizados na forma de apostilas e podem ser baixados diretamente

do site oficial da instituição¹⁸. As pessoas responsáveis pela elaboração dos materiais para professores são denominadas *teachers in residence*. Sobre essa função, G6 e G7 comentam:

Essa é a função do *teacher in residence* normalmente, então sou eu que assumo. Nesse momento eu estou trabalhando em quatro recursos diferentes. Nós estamos elaborando atividades e testando-as em sala de aula e ouvindo as pessoas. A maioria das atividades escritas vão cair na mão dos *teachers in residence*. Às vezes temos a colaboração de um cientista, que nos ajuda na elaboração, mas normalmente são só os *teachers in residence*. (Fala de G7)

E a quantidade de iterações é enorme! Então, o Dave e a [nome omitido], que são os *teachers in residence* nesse momento, estão cuidando cada um de uma porção de atividades. Mas eles também têm um pequeno círculo, então eles obtêm *feedback* interno da [nome omitido] e da equipe de extensão e, na outra camada, de um comitê de professores bastante competentes espalhados ao redor do mundo, e no círculo maior, nós temos professores que testam essas atividades com seus alunos e que dão o seu *feedback* pessoal e da sala de aula. Alguns dão contribuições excelentes, outros nem tanto. Mas, no final, eles juntam tudo isso e têm a difícil tarefa de avaliar o *feedback*: separar quais contribuições foram importantes, quais podem ter sido resultado de uma falha do professor. É um processo complexo que passa por uma série de iterações. Não há nada que nós criamos que leve menos de um ano para ficar pronto e que não passe por pelo menos cinco (normalmente sete) iterações formais. E ninguém compreende isso a não ser as pessoas que desenvolvem os recursos. Não é só sentar na frente do computador, escrever uma atividade e pronto! Ela vai funcionar perfeitamente no mundo inteiro. Não é assim que funciona! (Fala de G6)

Embora, no caso da *Einsteinplus* não seja possível apresentar os dados a respeito dos participantes na forma de gráfico, como foi feito com a Escola de Física CERN porque as leis canadenses protegem todas as informações dos participantes (incluindo nome dos selecionados), os coordenadores desse Programa também foram perguntados a respeito de questões de diversidade regional e social e equidade de gênero. Por se tratar de um programa pago (os participantes devem arcar com uma taxa de inscrição e traslado, hospedagem e alimentação ficam por conta do programa), uma das perguntas foi justamente sobre o que aconteceria caso um professor de um país subdesenvolvido fosse selecionado para participar mas não dispusesse de verba para isso. A resposta de G6 foi a seguinte:

Sim, nós ajudamos! O principal são as passagens aéreas. Tem também aquela taxa de 300 dólares¹⁹ por questões logísticas e outros argumentos financeiros que são coisas chatas demais para falar agora, mas nós cobrimos isso tudo. Então custa entre 3.000 e 4.000 dólares por professor para trazê-lo, hospedá-lo e alimentá-lo durante uma semana. Multiplique isso por dois se você contar as pessoas que nós estamos pagando para ministrar o curso.

Então, nós cobrimos isso tudo de algum jeito. Nós pedimos normalmente para os professores internacionais pagarem apenas pelos seus voos, mas se

¹⁸ <<https://resources.perimeterinstitute.ca/>> Acesso em 20 jul. 2021.

¹⁹ Valor em dólares canadenses no ano em que a entrevista foi concedida (2018).

eles não puderem, nós temos um fundo de apoio para isso. Nós fazemos um grande esforço para que as barreiras financeiras não sejam um empecilho nem para os professores nem para os estudantes que participam dos nossos cursos internacionais porque isso não pode ser um impeditivo para nós.

[Nós auxiliamos] em média uns cinco dentre os cinquenta [participantes], ou seja, uns 10%. Mas nós temos um planejamento financeiro para isso. Em alguns anos, um pouco mais, em alguns anos um pouco menos... (Fala de G6)

Esse auxílio a parte dos participantes foi fundamental para a criação da rede de professores no Brasil. A fala a seguir dá uma dimensão do quanto o *Perimeter Institute* valoriza a criação da rede de professores. Quando questionado a respeito da diversidade regional e de gênero do programa, a resposta de G6 foi a seguinte:

A diversidade [de gênero] entre os inscritos não é nem sequer próxima de meio a meio. Então, se nós fizéssemos meio a meio na seleção, nós seríamos injustos com os professores do sexo masculino. No entanto, existe um grande desejo de promover a diversidade de gênero, mesmo que não seja exatamente meio a meio, assim como o de promover a diversidade de idades e tempo de carreira. Então sempre temos professores jovens, professores no meio da carreira e professores experientes. E outra coisa importante que nós temos olhado com mais atenção com o passar do tempo, que é a chave do sucesso do que fazemos, são professores com a habilidade de pegar o que aprenderam e amplificar isso através de redes de professores locais. Isso é realmente importante! (Fala de G6)

Como se pode perceber por essa última fala, existe a preocupação em promover a diversidade regional e de gênero, mas existe o já citado obstáculo da desigualdade de gênero entre os inscritos, além da preocupação em formar redes de professores nos países de onde provêm os participantes. Por isso, o número de professores brasileiros que participaram da edição de 2018, ano em que a entrevista foi concedida, foi praticamente igual à soma de participantes brasileiros de todas as edições anteriores.

4.2.2 Workshop *Cutting-Edge In-Class Physics Resources*

Por último, será apresentada uma atividade realizada em solo nacional que, embora não seja objeto desta pesquisa, utiliza também o material do *Perimeter Institute* (o mesmo usado pela *Einsteinplus*) e foi a ponte de contato entre muitos professores entrevistados e esse material, portanto merece uma menção.

No Brasil, a instituição responsável pela construção da rede de professores é o ICTP-SAIFR, cuja sede fica em São Paulo - SP. Além de construir essa rede, o ICTP-SAIFR é responsável também pela tradução dos materiais para professores para os idiomas português e espanhol.

A primeira atividade voltada para professores do Ensino Médio coordenada pelo ICTP-SAIFR em parceria com o *Perimeter Institute* foi o *workshop Cutting-Edge In-Class*

Physics Resources, que foi ministrado em inglês por professores do próprio *Perimeter Institute* em 2016 no Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (IFT-UNESP), localizado em São Paulo - SP. Esse *workshop* teve duração de dois dias (um final de semana) e a atividade foi repetida em 2017, 2018 e 2019 (nesse último ano, o nome do *workshop* foi encurtado para *Cutting-Edge Physics for Teachers*). Para fins de simplificação, esse *workshop* será mencionado daqui em diante simplesmente como *Cutting-Edge*. A partir de 2018, o ICTP-SAIFR passou a contar com a participação de dois coordenadores de *outreach*. O processo de seleção desses coordenadores foi feito em várias etapas e contou com a participação de membros do *Perimeter Institute*, como descreve CO2:

Quando foi aberta a posição para cuidar das atividades de extensão, isso foi bastante divulgado! Então, eu recebi por e-mail, mas foi divulgado na SBF, por vários meios... Então foi isso! E aí, eu me candidatei, teve um processo de algumas fases, análise de currículo... Aí tinha carta, você tinha que escrever sobre o porquê de você querer trabalhar... Depois teve entrevista, depois teve uma série de problemas que você tinha que resolver, propor soluções e tal... Foi isso! (Fala de CO2)

Os coordenadores de *outreach* ficaram responsáveis pela organização do *Cutting-Edge* e de outros *workshops* para professores em língua portuguesa, além de outras atividades de extensão, como cursos para estudantes do Ensino Médio e palestras voltadas ao público em geral. A contratação desses coordenadores fez com que o alcance das atividades de formação de professores se expandisse pelo território brasileiro, pois, além de serem oferecidas em português, elas também passaram a ser oferecidas em outras cidades do Brasil, como detalha CO1:

A gente, em 2019, fez *workshops* aqui em São Paulo e em outras cidades também do Brasil. Então, em São Paulo a gente fez dois *workshops* em março/abril, porque a gente ia fazer um em março, só que a gente teve 500 inscrições para 35 vagas. [...] Aí abriu uma segunda turminha abril. Depois, a gente fez uma edição especial só sobre Relatividade em comemoração ao centenário do eclipse de Sobral em maio. E aí, aqui no segundo semestre, a gente fez uma edição de novo do *Cutting Edge* com o *Perimeter* e mais uma em novembro agora, também uma edição especial, ligando as atividades do *Perimeter* com o prêmio Nobel - temas que tinham levado ao prêmio Nobel. E aí, também esse ano pela primeira vez, a gente começou a fazer fora de São Paulo os *workshops*. Então a gente fez um *workshop* no Rio de Janeiro em maio, um *workshop* em Sertãozinho em outubro e um *workshop* em Brasília em outubro. Também a gente participou de um evento do Serrapilheira com um *workshop*, daí só de um dia, que é o evento que o serrapilheira faz de divulgação científica, que chama *Campus Serrapilheira*, que foi no Rio de Janeiro, também em setembro. (Fala de CO1)

Para levar os *workshops* para outras cidades, os coordenadores de *outreach* contaram com o apoio da rede de professores brasileiros, cuja constituição era um dos principais objetivos do *Perimeter Institute*. Essa rede é formada por professores familiarizados com o

material do *Perimeter Institute*, que atuam de forma mais próxima ao ICTP-SAIFR, na maioria das vezes voluntariamente. Alguns desses professores inclusive ajudam a organizar *workshops* em suas cidades, o que permitiu a atuação do ICTP-SAIFR em outros locais além do município de São Paulo. Sobre isso, CO2 comenta:

O ideal é quando tem um professor da rede porque a gente quer que ele se envolva na organização. [...] Eu acho que tem professores que têm perfil para organizar e outros professores que não têm perfil para organizar! Tem professores que apresentam muito bem, fazem a atividade muito bem, mas não têm perfil para organizar, assim como tem professores que têm, sei lá, apresentam a atividade... Podem ter mais dificuldade e, no entanto, organizam muito bem! Então, o ideal é quando tem uma pessoa que pode até não ser da rede, pode até não ter participado, mas que tem o desejo de organizar, de passar por isso, né?

Então, é uma coisa que, na verdade, é bastante flexível, né? Mas é claro, o ideal é com uma pessoa que a gente já conhece ou que já esteve aqui com a gente, a gente já sabe como é que trabalha, a gente consegue ter uma segurança e tal, não sei o quê... Eu acho que uma coisa importante é que, assim, você para construir uma, uma... Como é que chama isso? Para construir uma opinião a respeito do que você faz, né, é muito difícil! Por outro lado, é muito fácil, basta ter um evento em que as coisas não funcionam, que aí a sua reputação já... Então, acho que é importante ter esse cuidado, fazer coisas com qualidade, se empenhar... Porque dá trabalho! Estressa, dá muito trabalho... Você tem que lidar com burocracia, você tem que eventualmente cobrar alguém [de] alguma coisa: “ó, a apresentação ao vivo, material tal, como é que vai ser o *coffee break*, não sei o quê...” Isso demanda tempo, mas eu acho que é bom porque, principalmente quando as coisas estão no começo, você tem que ter muito cuidado com a construção da reputação, né? Com a construção de como os professores e as professoras veem esse tipo de evento. Porque acontece alguma coisa ruim e aí, pronto, vai tudo por água abaixo! É mais ou menos essa a ideia... (Fala de CO2)

O último *workshop* presencial oferecido pelo ICTP-SAIFR antes da pandemia de covid-19 foi realizado em março de 2020 na cidade de São Paulo e teve como tema “Mulheres e o Universo” por coincidir com o final de semana no qual se celebra o dia internacional da mulher. A partir de maio deste mesmo ano, os *workshops* passaram a ser oferecidos através da plataforma *Zoom* na forma de atividades avulsas. Desta forma, cada professor(a) pôde escolher as atividades que mais lhe interessavam de acordo com as suas disponibilidades de horário. A plataforma *Zoom* permitiu também com que professores de outras regiões que não foram contempladas pelos *workshops* presenciais pudessem conhecer o material do *Perimeter Institute* sem a necessidade de se deslocarem.

Além da organização dos *workshops*, a equipe do ICTP-SAIFR é responsável também por realizar a tradução dos materiais. Para isso, existem pessoas contratadas especificamente para o serviço de tradução, que são auxiliadas por professores de Física da rede, que fazem a revisão do material antes de ele ser publicado, como detalha CO2:

A maioria [dos materiais] foi traduzida por um jornalista. [...] Na parte da revisão, a gente tenta... Eu tento incluir pessoas da rede, então, em alguns

volumes, fizemos eu e [nomes omitidos] também... Então, as pessoas que gostam de ler e têm tempo, paciência para fazer isso [...] E a gente tem uma *designer* que faz a diagramação em português... (Fala de CO2)

4.3 Avaliação dos Programas pelos Coordenadores

Uma das tarefas mais difíceis para os coordenadores desses cursos é avaliar o quanto esses programas contribuem para o Desenvolvimento Profissional dos docentes. O público-alvo é bastante heterogêneo, às vezes composto de professores de várias partes do mundo, que trabalham em realidades completamente diferentes. Portanto, na maioria das vezes, a avaliação dos programas se restringe apenas à reação inicial dos participantes (nível 1 do modelo de Guskey). Apenas em poucos casos, os coordenadores têm acesso a um *feedback* maior, como aponta G2:

Nós não sabemos muita coisa. Alguns dos programas nacionais acompanham mais de perto os seus professores. Por exemplo, no Reino Unido, normalmente há três programas por ano²⁰ e eles têm um evento no qual eles reúnem todos os professores que foram ao CERN onde eles compartilham o que fizeram. Isto faz parte do financiamento deles. Na Áustria, nós não fazemos esta reunião, mas nós temos o *feedback* dos professores porque nós os acompanhamos por *e-mail*. Nos programas internacionais, o compartilhamento continua nos grupos no *Facebook*. É claro que não tem nenhuma estrutura para recolher este *feedback*. E eu creio que esta pergunta vai mais na direção de o que os professores aprendem e o que eles fazem na sala de aula, que é a pergunta que sempre me fazem! (Fala de G2)

Já G4 destaca questões do DP que vão além da sala de aula, como a quantidade de professores que se sentiu motivada a realizar um curso pós-graduação voltado ao ensino de Física de Partículas motivados pelas suas experiências na Escola de Física CERN. Cabe lembrar que o planejamento da carreira profissional é uma das dimensões destacadas no modelo de Barolli et al. (2019).

A gente tem uma ideia de um “termômetro”: uma boa parte dos professores continuam preocupados com essa questão. A gente percebe que... Não consigo quantificar, certo? Não consigo quantificar, mas tem uma série de professores que se estimularam e continuaram... Voltaram a estudar ou começaram a estudar. Então, daí você vai verificar que tem diversas dissertações de mestrado e mesmo teses de doutorado questão sobre o tema, e que fatalmente a semente está ali na escola do CERN. Então, daí a gente tem conhecimento disso daí. Se a gente pensar que temos de que uma ideia, ela se propaga no percentual bastante pequeno naqueles que tiveram conhecimento dela, né, eu acho que ele está mais ou menos dentro da faixa percentual de sucesso, tá? Ou seja, você tem lá uma meia dúzia de doutores que foram fazer doutorado nessa área porque encontraram uma boa motivação, tá? Professores que continuam fazendo

²⁰ Além dos dois programas nacionais do Reino Unido, há também um programa para os professores do País de Gales.

palestras... A gente vê! Tem pessoa que faz, continua todo ano... Vai lá e faz a sua palestra... Quase que religioso! Vai lá, sua palestra sobre o CERN, vai mostrar essas coisas. (Fala de G4)

Já no caso da *Einsteinplus*, a medição do impacto das atividades trabalhadas com os professores é feita de duas formas: os professores preenchem questionários ao final do curso relatando as suas impressões (que na maioria das vezes são bastante positivas), mas há também uma medição quantitativa que é feita com o auxílio de uma empresa especializada na parte de estatística, como explica G6:

A [nome omitido] é uma empresa de contabilidade, mas esses fazem estudos de eficácia, validade e impacto. Eles fizeram um estudo do impacto das nossas ações de extensão e uma das coisas que eles descobriram foi que os professores que utilizam os nossos recursos os usam novamente 95% das vezes! Então, não há estatística melhor do valor do que eles têm em suas mãos porque um professor não utiliza o seu segundo melhor recurso, a sua segunda melhor aula. Eles vão usar a aula que eles acreditam ser a melhor para ensinar o que quer que seja para que os estudantes criem suas oportunidades de aprendizado. (Fala de G6)

G7 complementa essa informação com outro dado numérico a respeito do número de *downloads* dos materiais no *site* oficial do *Perimeter Institute*:

Há também números que atestam isso: quantos downloads tivemos na nossa página, quantas pessoas estão vindo aos nossos *workshops*, quantas pessoas estão se inscrevendo na *Einsteinplus*. De maneira geral, você pode olhar para esses números e dizer que estamos seguindo a direção certa. Nossos números estão crescendo! Há alguns anos, nós percebemos que o número de pessoas vindo aos nossos *workshops* estava se estabilizando, então nós tivemos que dar um passo atrás e nos perguntar: “o que estamos fazendo? Por que não tem tantas pessoas vindo aos nossos *workshops* como nós gostaríamos?” Nós nos focamos nessas questões e fizemos algumas modificações. (Fala de G7)

Em relação à avaliação das atividades realizadas pelo ICTP-SAIFR, elas são feitas normalmente através de questionários que podem ser respondidos na hora ou enviados aos participantes junto com os certificados de apresentação. Sobre os resultados dessa avaliação, CO1 e CO2 os descrevem como bastante positivos, mas suas opiniões divergem um pouco em relação à eficácia dessa avaliação:

A gente tem feito questionários de avaliação, então... Também a gente tem oscilado entre enviar um questionário por *e-mail* junto com o certificado ou fazer os professores responderem na hora, assim, na última atividade do curso. A gente ainda não sabe... Eu acho que tem um maior número de respostas quando a gente pede para eles responder aqui. Então, aí, dependendo do cronograma, acho que vale a pena fazer eles preencherem no dia sim, por que, por *e-mail* depois, muitos não checam *e-mail*, não olham... Então, tem uma... Tem essa questão!

Do ponto de vista da análise dessas avaliações, a gente tem feito uma avaliação mais qualitativa. A gente ainda não chegou a tabular nada, mas a sensação que a gente tem é [de] que os professores que gostam muito, assim... Então, todos eles elogiam bastante, enfim... Tanto que é bem comum o professor vir mais de uma vez, então isso é um sinal de que eles estão gostando! (Fala de CO1)

Em geral, [o resultado das avaliações] é bom... É por isso que eu não gosto! Em geral é muito bom. Eu tô querendo tirar... Eu estou querendo que as pessoas sejam mais críticas em relação ao que a gente faz, por que em geral é tudo maravilhoso, assim, né? Um bom índice, na minha opinião, para saber se foi bom mesmo, é se eles vão conseguir utilizar as atividades em sala de aula. Aí, eu acho que é um bom índice! Mesmo que não haja equipamento para fazer um Planck da vida, mas talvez consiga fazer uma caixa preta ou matéria escura, Por que todo mundo gosta! É raro, assim, eu não lembro de alguém dizer assim: “eu não gostei, foi horrível!” Mas, em geral, é tudo muito positivo, né? Então, assim, eu me incomodo com isso!

E aí, é por isso que entra esse ponto de tentar entrar em contato, assim, depois de um tempo e perguntar. [...] Manter esse contato! Vai dar trabalho, mas é interessante para saber os usos e as experiências. (Fala de CO2)

Percebe-se, por essas falas que existe uma limitação por conta das estruturas dos cursos de se fazer uma avaliação que vá além do primeiro nível do modelo de Guskey. No entanto, em alguns casos, é visível que existe um incômodo por parte das pessoas envolvidas na coordenação de não poder fazer uma avaliação mais profunda dos demais níveis. Nos próximos capítulos, buscar-se-á obter um *feedback* dos professores e das escolas que permita fazer inferências mais profundas sobre o impacto dessas ações de formação de professores.

5 Perfil dos Participantes

Neste capítulo, serão apresentados os perfis dos professores que participaram dos programas promovidos pelo CERN e pelo *Perimeter Institute* e, por fim, o dos professores selecionados para fazerem parte desta pesquisa. Ao todo 28 participantes foram entrevistados, sendo que o critério para participar da entrevista era ter participado de pelo menos uma atividade fora do Brasil (programas internacionais do CERN, Escola de Física CERN ou *Einsteinplus*). Os *workshops* promovidos pelo ICTP-SAIFR aparecem nesta pesquisa como uma atividade complementar, ou seja, nenhum dos professores entrevistados participou nesses *workshops* sem ter participado em ao menos um evento realizado fora do país.

5.1 HST e ITW

Desde 1998, quando ocorreu a primeira edição da HST, sete professores brasileiros já participaram desse evento, além de mais uma professora que participou da ITW. Por questões éticas, o CERN atualmente não divulga a lista de professores selecionados (até 2010, essa lista era disponibilizada online, mas hoje nem mesmo o coordenador pode oferecer nenhuma informação sobre os participantes além do total de cada país). No entanto, quase todos os participantes foram localizados nesta pesquisa: quatro delas participaram também da Escola de Física CERN e uma era colega de trabalho de uma dessas quatro. As cinco concederam entrevista para esta pesquisa. Outro participante é o próprio redator deste trabalho, de forma que restaram apenas dois participantes não localizados. Um deles consta na lista da HST de 2007, porém não foi possível localizar nem seu *e-mail* nem seu currículo na plataforma *Lattes*. Sobre o(a) último(a) participante, não se encontrou nenhuma informação. As informações aqui presentes dizem respeito portanto aos seis participantes localizados, o que equivale a 75% da participação total.

Dentre os seis participantes localizados, cinco são do gênero feminino e apenas uma participante é da região Sul, sendo todos os demais da região Sudeste. Sobre as redes onde atuam, quatro trabalham na rede particular e dois na rede federal. O tempo de experiência em sala de aula varia entre seis a 12 anos.

Sobre a formação dos professores, apesar de não haver nenhuma condição imposta pelo CERN sobre isso, observou-se que cinco participantes possuíam licenciatura em Física (uma delas possuía, além disso, o bacharelado em Física). Apenas uma professora não possuía licenciatura em Física, mas tinha bacharelado em Física e licenciatura em Matemática. Duas professoras possuíam doutorado, enquanto dois possuíam mestrado e uma possuía especialização. Apenas uma professora não possuía pós-graduação no momento

da participação, mas estava cursando mestrado na área de Educação.

5.2 Escola de Física CERN

A Escola de Física CERN possui um número de participantes brasileiros muito maior do que a HST ou a ITW. Enquanto apenas oito professores participaram de algum dos cursos ministrados em língua inglesa, 244 professores participaram do programa em parceria com a SBF. Outro detalhe importante de se mencionar é que, diferentemente do CERN, a SBF disponibiliza os nomes de todos os professores selecionados e exige apresentação do currículo *lattes* para a inscrição. Dessa forma, mesmo com um número de participantes muito maior, foi possível obter informações de todos eles. Apenas em poucos casos, alguma das informações não estava precisa no currículo *lattes* e o dado foi listado como “desconhecido”. Abaixo são mostrados os gráficos dos mesmos parâmetros analisados, separados por ano, devido ao grande número de participantes:

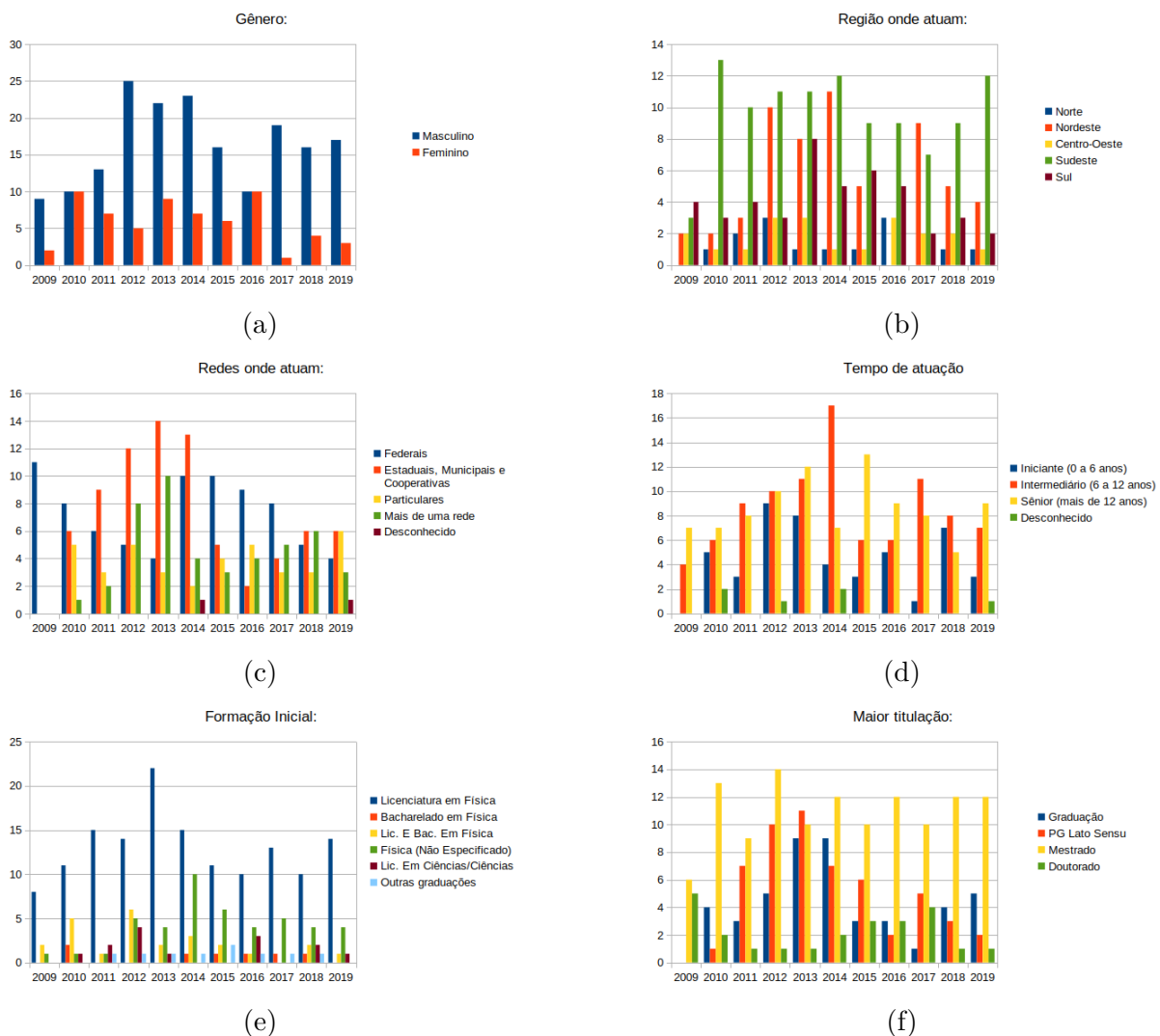


Figura 2 – Informações sobre os professores participantes da Escola de Física CERN

Nota-se pela figura 2a que, na Escola de Física CERN, diferentemente do que ocorre na HST e na ITW, há uma predominância masculina em praticamente todos os anos do evento. Apenas em duas edições (2010 e 2016) houve uma distribuição igualitária de gênero entre os selecionados e em nenhum ano a participação feminina predomina. Há inclusive uma edição (2017) com apenas uma mulher participante. Sobre essa edição, G5 justifica:

Na seleção teve mais, mas depois elas desistiram, porque tem aquele período [em] que você pode desistir. Em termos de ida, 2017 foi a que teve uma mulher só. O nosso grande problema, e essa é a próxima briga, próxima meta, é justamente buscar um pouco mais de igualdade de gênero, mas o desafio é inscrição de mulheres. [...] 10% dos inscritos são mulheres. Então, a gente, em alguns casos, por exemplo, a gente tem um critério mínimo, que tem que atingir uma certa pontuação para isso, né? Porque senão também torna muito desigual. Então, não basta você ter a questão do gênero, a pessoa tem que ter alguma participação em evento, tem que ter alguma coisa. Então, em 2017, a gente teve um número de inscritos reduzido de mulheres, mas a gente chegou a selecionar 5 mulheres pra ir. Depois, por questões outras, só uma confirmou a ida. Em 2019, a gente teve 5 mulheres inscritas e foram selecionadas 3 dessas 5, então o desafio é aumentar para a quantidade de inscrições de professoras de Física.

E, mapeando isso, a gente foi buscar em alguns registros, até pra tentar entender um pouquinho mais, no Ensino Médio, os professores de Física são um número muito maior do que as professoras de Física. A gente tem muito mais professores em sala de aula do que professoras. É o inverso do que a gente encontra em Química e Biologia. Em Química e em Biologia, a gente tem uma participação feminina maior do que a masculina, não é? Então, talvez isso explique um pouco a pouca participação feminina. (Fala de G5)

Sobre a diversidade regional mencionada, observa-se na figura 2b que todas as edições entre 2010 e 2015 e entre 2018 e 2019 contaram com pelo menos um participante de cada região. Em 2016, não houve nenhuma participação de professores da Região Nordeste, assim como não houve participação de professores da região Norte em 2009 e 2017. Porém, apesar da ausência em 2016, cabe destacar que em 2017 a região Nordeste teve uma participação bastante expressiva, sendo o único ano em que sua participação superou a de professores do Sudeste. Outro destaque que precisa ser mencionado é que até 2019, 24 estados e o Distrito Federal tiveram pelo menos um professor participante da Escola de Física CERN. Os únicos estados que não tiveram nenhum representante são o Acre e o Sergipe.

Observando a figura 2c, nota-se que, entre os anos de 2011 a 2014, o segmento dos professores de escolas estaduais, municipais e cooperativas era o mais representativo. Já nos anos de 2015 a 2017, esse segmento cai drasticamente, ficando inclusive em um ano (2016) com participação inferior à dos professores das redes particulares. Sobre isso, G3 comenta:

Não há nada mais errado neste programa! Este não é um programa para professores ricos. O que aconteceu desde 2015 é que, na falta de financiamento federal, passa a ser programa de professores com institutos ricos, programa de professores de colégios privados que pagam para o professor vir. Escola pública não é certo nenhuma, porque não têm dinheiro. Não têm dinheiro pra vir, não vêm, mas isso é péssimo porque este programa sempre foi muito inclusivo, muitas pessoas de todo o Brasil. (Fala de G3)

Ainda olhando para a figura 2c, nota-se que o apoio do SPRACE e da RENAFEA foi fundamental para garantir uma participação maior de professores das redes estaduais e municipal e de cooperativas, o que fortaleceu alguns dos pilares do curso, que são o de combater as desigualdades regionais e o de oferecer oportunidades a todos os segmentos, evitando a elitização do curso.

Já na figura 2d, nota-se que até 2013 havia um equilíbrio entre professores com 6 a 12 anos de experiência (grupo denominado “intermediário”) e professores com mais de 12 anos de atuação (grupo denominado “sênior”) e uma participação expressiva de professores com menos de 6 anos de experiência (grupo denominado “iniciante”). Em 2014, há uma participação bem expressiva do grupo intermediário e, logo após o corte de verbas, volta a haver predominância do grupo sênior. Isso pode ser justificado pelo fato de que professores que estão em fase final de carreira normalmente têm mais chances de ter uma reserva em dinheiro do que professores que estão iniciando. A partir de 2018, com o apoio do SPRACE e da RENAFEA, as participações dos três grupos voltam a se tornar equilibradas.

Por último, as figuras 2e e 2f mostram uma predominância de professores com licenciatura em Física e mestrado em quase todos os anos (apenas em 2013 há mais professores com pós-graduação *lato sensu* do que com mestrado). A licenciatura pode ser explicada por ser uma exigência para a seleção que o professor tenha licenciatura plena ou outra formação (bacharelado em Física, por exemplo) com habilitação para lecionar Física. Os poucos professores que apresentam graduação em outras áreas normalmente são licenciados em Química ou Matemática ou são engenheiros. Já no caso da titulação, observa-se uma participação significativa de mestres e doutores, o que não corresponde à realidade da maioria dos professores de Física, que lecionam sem pós-graduação. Sobre isso, G4 esclarece que o mestrado e o doutorado são condicionantes secundários, sendo mais importantes a participação dos professores em Olimpíadas de Física, Química ou Astronomia ou em eventos de divulgação científica:

Agora, dentro dos professores, quando você tem uma primeira seleção, daí você vai analisar os condicionantes secundários. E daí, nos condicionantes secundários, você tem também os cursos de mestrado. Então, um professor que faz um mestrado em Ensino de Física, certo? Ele tem um potencial de teorizar um pouco mais a respeito da sua prática, tá? Diferente, por exemplo, de um colega que faz um mestrado em Física, mesmo que seja Física de Partículas, mas ele está mais voltado para atividade de pesquisa em Física do que de pesquisa em Ensino. Mas essa condição não era

uma condição de definição, certo? Ela era uma situação complementar. A gente tem uma [...] planilha bastante extensa, né? Porque daí a gente vai cercando as coisas, né, para daí você ter um mapeamento do perfil daquele candidato. (Fala de G4)

5.3 Einsteinplus

Assim como no caso dos programas em língua inglesa do CERN, não foi possível localizar todos os professores que participaram da *Einsteinplus*. No Canadá, há inclusive uma barreira legal que impede a divulgação desses nomes, de modo que a única informação que se obteve da coordenação é de que 13 professores brasileiros já haviam participado do evento. Ao todo, foram localizados 8 professores, incluindo o redator desta pesquisa, o que corresponde a aproximadamente 61,5% dos professores participantes.

Observa-se na *Einsteinplus* um perfil de professores muito semelhante ao da HST e ITW. Ao todo, cinco dentre os participantes entrevistados são do gênero feminino e três do gênero masculino. Também se observa uma participação muito maior de professores da região Sudeste. Apenas um professor entrevistado era da região Centro-Oeste e uma da região Sul, sendo os demais todos do Sudeste.

Uma diferença que se observa na *Einsteinplus* em relação aos programas em língua inglesa do CERN é a participação (ainda que pequena) de professores de escolas estaduais e distritais. Dois dos entrevistados lecionavam apenas na rede estadual no momento das suas participações e mais um lecionava na rede distrital e particular. Os demais lecionavam ou na rede federal ou exclusivamente na rede particular. O tempo de carreira docente teve uma amplitude maior, variando desde um a 13 anos de experiência em sala de aula.

Como nos outros cursos, a formação principal dos participantes é a licenciatura em Física, sendo as exceções as mesmas apresentadas no item 5.1 e mais uma professora com bacharelado em Física mais formação pedagógica. Uma diferença da *Einsteinplus* em relação aos cursos no CERN, é que, embora ainda exista uma presença expressiva de mestres e doutores no curso, o número de professores sem pós-graduação foi um pouco maior. Ao todo, três professores não possuíam nenhuma pós-graduação no momento da participação, enquanto três possuíam mestrado e duas doutorado. Isso também pode ser compreendido quando observamos o perfil dos coordenadores da *Einsteinplus*: diferentemente do que ocorre no CERN e na SBF, os professores responsáveis pela seleção de participantes não possuem pós-graduação nem na área de Física nem na área de Ensino, o que justifica uma participação maior de professores que possuem apenas graduação.

6 Análise de depoimentos registrados em livro

Nos próximos capítulos, buscar-se-á obter um *feedback* dos professores e das escolas que permita fazer inferências mais profundas sobre o impacto dessas ações de formação de professores. Iniciamos com uma síntese dos textos elaborado pelos professores que constituem os capítulos três, quatro e cinco do livro *Nós professores...* (GARCIA, 2015)

Para entender melhor as contribuições da Escola do CERN para o desenvolvimento profissional dos professores participantes podemos agora deslocar nosso olhar para os relatos dos professores que escreveram os capítulos centrais do livro citado: dessa forma poderemos perceber e/ou inferir quais atividades e iniciativas foram efetivamente desenvolvidas pelos professores e, possivelmente, transformadas em aprendizagem significativa.

6.1 Os preparativos para a viagem

O capítulo 3 tem informações referentes aos preparativos para a viagem ao CERN; os relatos permitem levantar as expectativas dos participantes, sua realidade escolar, suas necessidades e dificuldades. Nota-se, por exemplo, que a maioria dos participantes não possuía contatos com o meio acadêmico desde a graduação e, inclusive, nem sequer havia saído do Brasil antes desta experiência, assim como não dominava outros idiomas além do português. Surpreendentemente, muitos professores afirmaram que não acreditavam que seriam selecionados para participar da Escola no exterior por causa de suas limitações culturais quando comparadas com os currículos que eles imaginavam serem necessários para serem escolhidos. Os poucos professores que tinham expectativa positiva eram os que tinham acabado algum curso de pós-graduação ou participado de projetos com alguma característica de inovação. Nos relatos, há até professores que somente fizeram a inscrição por insistência de docentes ou colegas, principalmente participantes do PIBID. Tudo isso parece sugerir que o professor do Ensino Médio, principalmente o que não estava lecionando nas grandes capitais do Brasil e estava afastado dos centros científicos e culturais, não se considerava apto a participar de eventos tão destacados.

Não me inscrevi, pois na minha concepção seria um fato impossível de acontecer, primeiro por não saber a língua inglesa e segundo por morar numa cidade interiorana do Estado de Mato Grosso do Sul, onde até hoje as pessoas imaginam morarmos em meio ao mato e a animais selvagens....

Resolvi fazer a minha inscrição com muito receio se a CAPES financiaria (sic) um professor de MS, devido ‘a minha visão de que o Estado não costuma participar de grandes formações na área da educação, principalmente fora do país. Nem me importei em saber se haveria a possibilidade de ser selecionada, porque eu não acreditava (T19¹)

¹ - T19 indica que o trecho citado está inserido no Texto 19.

As motivações para a participação na Escola de Física CERN variam um pouco: o grupo maior de professores era mais preocupado com a divulgação científica ou com a atualização de conhecimentos científicos para poder dar conta de dialogar com os alunos sobre o tema. Outros professores ainda esperavam inovar suas estratégias de ensino e ampliar suas visões acerca do Ensino da Física através do contato com outros participantes.

A oportunidade de participar do curso de física fora do país trará mais motivação para prosseguir com essa tarefa. Por ser uma experiência no exterior em renomado curso, mas também, e principalmente, pelo alto nível de conhecimento que acredito que vá proporcionar. Além disso, as trocas de experiências com professores brasileiros, portugueses e africanos pode proporcionar uma ampliação da visão sobre o ensino de física, pois a realidade dos alunos é diferente em cada país (devido a muitos fatores). O que poderá ser, no retorno, aproveitado no desenvolvimento das aulas. (T24)

A notícia de ter sido selecionado foi recebida com grande entusiasmo e alegria, sobretudo pelos professores de cidades do interior: muitos deles divulgaram imediatamente essa notícia à mídia local (jornais, rádio e televisão), ou a publicaram na internet em suas redes sociais. A participação foi vista, nesses casos, como reconhecimento pelo seu trabalho e como inspiração para os seus alunos.

Foi um momento muito rico pra mim, pois fui ouvido em programas de televisão local, em jornais de circulação regional e em rádios da cidade. Senti-me muito bem em servir de exemplo para tantos jovens que buscam no estudo uma chance de sobressair. (T39)

As páginas escritas revelam um aumento da responsabilidade como professor e, também, certa ansiedade referente ao desempenho numa viagem a outro continente e no contato com outras culturas. O financiamento da CAPES, foi considerado por vários professores como a única possibilidade para sustentar as despesas de uma viagem ao exterior; no entanto também aumentava a preocupação com as expectativas que deveriam satisfazer. Muitos professores leram e estudaram materiais sobre partículas elementares indicados pela organização do curso para poder estar em condições melhores de lidar com as contribuições da Escola. Um aspecto salientado por muitos foi o papel das conversas com seus futuros colegas de curso, seja por *e-mail* ou por meio de redes sociais; de um lado, tem ajudado a organizar a preparação para a viagem (compra de passagens, troca de dinheiro, passaporte, autorizações, bagagem etc.) e, do outro lado, tem dado início a uma colaboração continuada durante e após a experiência no CERN. Os próprios produtos gerados em alguns casos por professores participantes, tais como artigos, trabalhos apresentados em congressos e até mesmo uma dissertação de mestrado (a de P32), serviram como material de estudo e preparação para professores participantes das edições posteriores.

Em resumo, o conjunto dos textos elaborados neste capítulo nos apresenta, com algumas exceções, professores bastante desvalorizados e pouco confiantes em suas possi-

bilidades para dar conta de suas necessidades: a expectativa é de que a Escola de Física CERN os tornaria capazes de elaborar (de forma pessoal e crítica) os novos conhecimentos e estratégias didáticas adquiridas. Em geral, não aparecem indícios da busca de um diálogo com suas próprias escolas e uma correspondente organização; as reflexões e os comentários sobre como aproveitar da experiência não estão relacionados com projetos concretos do professor. Parece haver uma “entrega incondicional” ao conhecimento da Instituição que, na visão dos professores, certamente escolheria as melhores atividades para eles. Uma exceção interessante em relação a esta condição é a apresentação de P15, sobre os preparativos para a ida ao CERN, pois oferece o retrato de uma professora que atua como uma profissional consciente e capaz de explorar as situações que aparecem. Em particular, a visita ao CERN é por ela planejada como um evento que pode incentivar a adesão dos alunos ao conhecimento científico: ao procurar envolvê-los em atividades didáticas como o planejamento comunitário, a discussão de vídeos e de músicas *rap* sobre a física quântica, já realizava uma aproximação do conhecimento científico ao universo cultural dos alunos. Atuação que apontava para uma autoria inovadora da professora, que investiu fortemente seu tempo e energias na sua realização, inovou em sala de aula e deixou tudo preparado para dar continuidade à experiência após a viagem:

Para mim é cada vez mais clara a relevância social de meu trabalho na educação pública e, conforme aumenta essa consciência, busco mais respostas sobre o papel do ensino de Física na sociedade na qual estou inserida. Foi imbuída desse tipo de reflexão que me debrucei sobre o planejamento de aulas sobre Física Moderna para meus 205 alunos da terceira série do ensino médio no [nome da escola omitido]. No meio do caminho viria a desejada viagem de visita ao CERN. (T11)

6.2 A Experiência na Escola do CERN

A análise do capítulo 5 revelou alguns dados relevantes a respeito da participação dos professores na Escola de Física do CERN, que foi realizada em duas etapas. Na primeira, a partir da Escola de 2012, houve uma estadia breve em Lisboa para conhecer o LIP, acompanhar uma palestra sobre o Programa e visitar alguns pontos científicos e culturais da cidade. Já na segunda etapa a experiência em Genebra consistiu nas palestras dos pesquisadores do CERN, nas visitas técnicas aos detectores e aceleradores e nas atividades complementares.

Na análise dos relatos sobre a visita ao LIP duas diferentes atividades chamam a atenção: a palestra sobre a contribuição portuguesa aos experimentos do CERN e a visita aos museus de ciências. No caso das palestras podemos inferir diferentes tipos de impacto nos professores: alguns relatos simplesmente lembram de forma genérica a importância da contribuição portuguesa aos experimentos no CERN: a maioria dos relatos aponta, por exemplo, as vantagens dos detectores projetados em Portugal ou dos projetos para

tratar das células cancerígenas. Assim podemos citar um trecho que fala com bastante entusiasmo da palestra inicial:

Ali [no LIP] começa a visita ao CERN. Muita informação e cultura sobre o CERN, desde sua fundação e a importância da participação portuguesa nos principais experimentos do LHC. A palestra nos dá um panorama geral e nos situa do que realmente estamos fazendo lá e o que podemos esperar durante as palestras no CERN e visitas ao LHC.(...) Anote tudo o que puder. É a palestra mais importante na minha modesta opinião, visto que lá no CERN vão se lembrar dessas informações com tanta clareza que hão de desejar ouvir alguma coisa na língua portuguesa, em certos momentos. (T13)

Analogamente, as visitas aos museus de ciências podem ser classificadas em duas categorias, dependendo dos detalhes mencionados nos relatos. Na primeira categoria novamente colocamos os relatos genéricos, ao passo que na segunda estão os relatos com muitos detalhes, descrevendo experimentos mais ou menos interativos e apontando informações sobre Física, Química, Biologia, Matemática consideradas como interessantes e instigadoras para serem utilizadas nas conversas com colegas ou na sala de aula.

Foram visitados vários pontos turísticos de Lisboa, sendo o que mais me chamou atenção foram a Torre de Belém, pela sua monumental beleza física, a expressividade artística e a representatividade da nação portuguesa; o Museu de Ciência Viva, onde verificamos que o próprio público tem acesso à prática de diversas experiências relacionadas com a Física, e o Oceanário, onde se encontram as mais diversas espécies de animais e plantas encontradas no mar. (T18)

Podemos dizer que vários professores puderam incorporar de imediato as informações e as experiências vividas em Lisboa comparando-as com as possibilidades (bem limitadas) em suas localidades de trabalho. Assim, em nossa opinião, é possível considerar as visitas aos museus científicos como uma atividade muito proveitosa profissionalmente. Inclusive a visita aos pontos turísticos foi significativa principalmente do ponto de vista emocional: os relatos revelam que esta passagem por outro país foi bastante marcante e que, mesmo antes de iniciar o curso, os professores já buscavam encontrar exemplos de educação em espaços informais, como museus científicos, oceanários e locais de importância histórica. Isso contribuiu para o aumento da autoestima dos professores, dando início a uma mudança da rotina a partir da exploração das experiências interessantes vivenciadas em Lisboa.

Após a chegada dos professores em Genebra, tinham início, geralmente em um domingo, as atividades do Programa, que incluía palestras, visitas e debates. As palestras ocorriam normalmente no período matutino e eram ministradas em sua maioria por pesquisadores portugueses. Percebe-se, pelos relatos, que a densidade de informações veiculadas nelas era muito grande. Os participantes chegavam a ter três palestras em seguida, tornando difícil elaborá-las de forma significativa em um período tão curto:

As palestras sempre eram muito ricas, algumas vezes muito densas, muitas vezes senti-me bem perdida, achando que não estava entendendo nada devido à quantidade de informações. No entanto, voltando para o Brasil, revendo os conceitos e preparando atividades para serem apresentadas aos colegas e alunos, percebi que tinha aprendido muito. Percebi, por exemplo, que os trabalhos no LHC geram informações para diversos tipos de pesquisa em muitas áreas e não apenas para a Física de Partículas. Muitas melhorias no campo da saúde, das comunicações e da informática são estudadas e pesquisadas no CERN. (T20)

Apesar de estar satisfeita com o aprendizado conseguido após a Escola, a autora não menciona nada de específico em termos de conhecimento científico, deixando dúvidas sobre o aproveitamento dos detalhes oferecidos pelos palestrantes. Há, por outro lado, professores que acompanham bem os conteúdos do curso, como é o caso de P48, que ofereceu detalhes sobre cada uma das palestras em seu texto, como, por exemplo:

No estudo sobre os conceitos básicos de Física das Partículas, o Dr. [G3], percorreu mais de cem anos de ideias, teorias e experiências deste campo da Física. O palestrante citou, entre outros, o trabalho de Joseph John Thomson sobre a descoberta do elétron, em 1897, que configurou o modelo do átomo conhecido como pudim de passas. Também citou o trabalho de Ernest Rutherford que, em 1911, apontava a necessidade da existência do núcleo atômico positivo, resultando no modelo planetário de átomo, no qual elétrons giram em órbitas circulares ao redor do núcleo atômico. O próton só foi descoberto em 1919, quando o próprio Rutherford arrancou prótons do núcleo de hidrogênio, bombardeando-o com partículas alfa. Com a aplicação das ideias de quantificação para os átomos, realizada por Niels Bohr em 1913, e a descoberta do nêutron por Chadwick, em 1932, o modelo de átomo até então, constituído de prótons, elétrons e nêutrons, nas palavras do Dr. [G3] era simples, fácil de fixar e ainda ensinado nas escolas. Esta frase me transferiu do cenário histórico e científico descrito pelo palestrante para a realidade da escola atual, na qual a Física ainda descreve o mundo modelizado no início do século XX, enquanto os professores e alunos estão imersos num contexto repleto da Física do final do século XX e início do século XXI. (T22)

Um grande diferencial dos programas do CERN é a possibilidade de visitar as instalações de um dos maiores centros de pesquisa do mundo, inclusive os detectores, quando eles não estão em funcionamento. De maneira semelhante ao que ocorreu com a descrição das palestras, houve professores que simplesmente mencionaram a participação nas visitas, sem nenhuma outra informação. No entanto, a maioria dos relatos forneceu detalhes sobre os aparelhos e seus funcionamentos ou sobre as emoções de ver e conhecer os imensos detectores do CERN, como aparece nos relatos abaixo:

Para criar o campo magnético de 8,33 T nos magnetos bipolares, é necessária uma corrente elétrica de 11,850 A. Este dado causou-me certo desconforto, pois a corrente elétrica circulante no circuito elétrico de nossas residências, em geral não ultrapassa 70 A.... A minha inquietação foi rapidamente confortada ao saber que são utilizados cabos de nióbio-titânio (NbTi), que se tornam supercondutores abaixo da temperatura

de 10 K ($-263,2^{\circ}\text{C}$) e a temperatura de operação do LHC é de 1,9 K ($-271,3^{\circ}\text{C}$). Novamente experimentei a satisfação de estar em contato com um tema de Física que, em minhas aulas, comentava superficialmente. Quando abordava a supercondutividade em minhas aulas, apenas citava a sua descoberta pelo físico Heike K. Onnes, em 1911 e também comentava algumas aplicações da supercondutividade, mas de uma forma bastante tímida. A partir do contato com a utilização da supercondutividade no LHC fiquei mais motivado e capaz de abordar este tema. (T22)

A distinção entre o ente físico e sua representação tem sido objeto de estudo de vários campos de pesquisa em Ensino de Física. A representação de um fenômeno não é o fenômeno. Mesmo em se tratando de um equipamento, sempre ocorrerão perdas nos significados construídos se pautarmos nossas considerações na presença de uma representação e não do fenômeno, ou do equipamento. Parte destas perdas pode ser de caráter até emocional: estar na presença do ATLAS ou do CMS não é o mesmo que ver uma foto destes detectores. Algumas partes do LHC estavam intransitáveis no período de nossa estadia no CERN, mas provavelmente eles já haviam passado por essa situação antes, assim, possuem alguns painéis cujas fotos estão em tamanho natural e possibilitaram ao nosso grupo a sensação de estarmos diante de tais painéis retratando os equipamentos. Visitamos o CMS, mas as partes estavam próximas umas das outras, assim nossa visão, se bem que impressionante, foi da lateral; porém, para nossa surpresa eles nos levaram a um galpão contendo um painel frontal do detector em escala natural. (T24)

Além das palestras e visitas, outras atividades que foram mencionadas nos relatos de muitos professores foram o *workshop* sobre a Câmara de Nuvens, as revisões do dia e as *masterclasses*. Cabe destacar que a construção da câmara de nuvens foi a única atividade didática experimental realizada durante o curso, antes da mudança do G1. Entretanto, sua presença no relato de muitos professores revela que ela foi marcante, mesmo sendo uma atividade de apenas uma hora e meia de duração. Sobre a inclusão de conteúdos de caráter mais pedagógico, podemos mencionar o comentário:

Um dos pontos altos do curso promovido pelo Prof. [G1] foi a confecção da Câmara de Nuvens, como proposta de prática experimental para introduzir o estudo da Física de Partículas para nossos alunos do Ensino Médio. É um experimento simples, que serve para detectar partículas oriundas dos raios cósmicos. O curso na sua essência procurou dar subsídios para que o grupo de professores portugueses, brasileiros e africanos tivesse condições de promover a inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Já no primeiro dia de curso, participamos de uma discussão com todos os participantes como forma de promover a troca de ideias e estratégias pedagógicas de como trabalhar com Física de Partículas em sala de aula. A maioria dos que se pronunciaram procurou enfatizar a utilização dos repositórios de objetos educacionais e práticas experimentais. (T18)

O contato com participantes de outros países também foi mencionado como uma oportunidade de troca de informações sobre realidade escolar e cultura de diferentes lugares. A CPLP compreende países em 4 continentes, o que dá à Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa um caráter intercontinental semelhante aos programas HST e ITW.

Logo no primeiro dia, formamos grupos para que, além de discussões e reflexões acerca de nossas atividades diárias na Escola – palestras, conceitos, aprendizagem, visitas –, também houvesse uma aproximação e socialização de experiências entre os professores no que se referia às práticas profissionais de cada um, ao ensino de ciências, às políticas de incentivo à educação e à realidade educacional de cada região ou país. Esses momentos, que aconteciam diariamente, sempre ao final das atividades do dia, foram muito proveitosos por possibilitarem a troca de ideias, conhecimentos e percepções sobre o Ensino de Física existente nos outros países, em que era possível identificar possibilidades e desafios comuns, como a necessidade de motivar os estudantes para aprender ciências, as possibilidades de se ensinar Física de Partículas, a questão do currículo e outros temas que fazem parte do contexto de cada região. (T23)

O dia a dia na Escola CERN foi relatado de forma bastante diferente pelos seus participantes. Dentre as observações foram frequentes nos relatos: a pontualidade nos horários de início e término das palestras, que era rigorosamente cumprida, e o refeitório do CERN, que era repleto de pesquisadores das mais diferentes nacionalidades e incluía até ganhadores do Prêmio Nobel almoçando na mesma mesa dos participantes. Sobre o restaurante, o prof. Ronald Shellard comentou no primeiro capítulo a importância do local, no qual todas as pessoas são tratadas como iguais, independentemente de ser um visitante ou um pesquisador renomado, o que certamente tem um papel importante nas crenças de autoeficácia de professores. Lembramos que, em sua maioria, acreditavam num primeiro momento que nem sequer mereciam ser selecionados para participar de um curso no exterior, e agora podiam conversar livremente com um cientista famoso. Outro detalhe mencionado em muitos relatos foi a estrutura interna do CERN, que envolvia ruas com nomes de cientistas, exposição de objetos referentes à história do CERN e até mesmo obras de arte relacionadas aos aceleradores de partículas. Apesar de a estadia em Genebra ter sido maior do que a passagem por Lisboa, havia pouco tempo para os professores conhecerem a cidade. O principal momento em que isto ocorria era durante a Caça ao Tesouro, que consistia numa sequência de perguntas que deviam ser respondidas pelos participantes enquanto passavam pelas principais atrações turísticas de Genebra. Também no caso do Programa Português Brasileiro, os grupos eram formados por sorteio, evitando que os professores se unissem àqueles que consideravam seus amigos mais próximos. No final da atividade, os professores desfrutavam de um jantar típico suíço oferecido pelos organizadores do curso no CERN. Mais uma atividade contribuindo para a autovalorização dos professores, como acontece nos congressos e encontros de pesquisa para que os participantes se sintam confraternizando.

6.3 Na Volta ao Brasil

O quinto e último capítulo destaca algumas das ações de transferência do conhecimento e a avaliação geral do curso. Naturalmente, os alunos foram o grupo beneficiado mais

diretamente com a ida dos seus professores ao CERN, pois estes se utilizavam de diversos recursos para inserir o conteúdo aprendido em sala de aula; houve também repasse de conhecimentos aos colegas de trabalho e à comunidade externa. Abaixo são apresentadas algumas das iniciativas dos professores.

A escola foi o ambiente mais aproveitado pelos professores para desenvolver novas atividades didáticas. A grande maioria dos participantes realizou algum tipo de palestra ou minicurso, em alguns casos envolvendo também a comunidade externa. O conteúdo foi também incorporado às aulas, tanto para introduzir assuntos de Física Moderna, como também para modificar a maneira de abordar assuntos de Física Clássica.

Passei a usar em diversas aulas, nas mais diversas áreas, da Física Clássica até a Moderna, exemplos do que vi e vivi lá em Genebra. O LHC passou a representar significativa parcela dos meus exemplos didáticos. (...) Destaco que, quando em 2010 me capacitei no CERN e conheci o LHC de perto, o interesse dos alunos cresceu exponencialmente. Há significativo aumento na curiosidade dos jovens estudantes e a maioria deles presta mais atenção nas explicações. E não é para menos: o LHC foi (e ainda será) destaque na mídia pela grandiosidade dos experimentos cuidadosamente desenhados para romper barreiras teóricas importantes na Física de ponta. Não há quem não se interesse em saber mais sobre o maior experimento científico de todos os tempos. (T21)

Outras estratégias de ensino envolveram o uso de *blogs* e redes sociais, de jogos didáticos, de vídeos e músicas. Além disso, alguns professores proporcionaram o contato dos seus alunos com o CERN através de bate-papo com os pesquisadores e visitas virtuais:

A nossa primeira Visita Virtual ao Experimento ATLAS ocorreu no Auditório Central do IFRN, Campus Natal-Central, e surpreendeu toda a instituição, tanto pela presença maciça dos estudantes e servidores, que lotaram o Auditório, como pela participação ativa de vários alunos na interação direta com os pesquisadores do CERN participantes do evento. (...) Ainda colhendo os frutos da primeira videoconferência realizada no IFRN - Campus Natal-Central, surgiram convites para que pudéssemos promover outras nas mais variadas instituições de Ensino. Realizamos então a nossa segunda videoconferência (T35).

Alguns professores dedicaram-se também a compartilhar o conhecimento adquirido com seus colegas de profissão através de minicursos, oficinas e seminários. Um deles rendeu uma apresentação numa Conferência Internacional.

Para a elaboração destes trabalhos, tivemos a oportunidade de, dentro do possível, nos aprofundar na compreensão sobre Física de Partículas e na sua abordagem ao Ensino Médio mediante a leitura de trabalhos de encontros, artigos de periódicos e livros pertinentes. (T34)

Por último, cabe destacar o trabalho dos professores em compartilhar o conhecimento adquirido com as pessoas de fora da escola. Alguns deles já possuíam projetos de

extensão para os mais variados públicos e a Escola do CERN serviu para aprimorar essas atividades. Em outros casos, a participação no curso serviu para motivar os professores a desenvolverem trabalhos de extensão. A estratégia mais utilizada foram as palestras e mostras em feiras de Ciências. Os blogs e páginas em redes sociais criados inicialmente para os alunos foram abertos e divulgados para pessoas de fora da escola, alcançando um público muito maior. Merecem destaque os trabalhos que utilizaram o conteúdo aprendido na produção de materiais didáticos e que conseguiram divulgar a sua participação em programas de rádio. Dentre as estratégias mais diferentes, chama a atenção a de P42, que produziu um cordel literário narrando a sua experiência na Escola de Física CERN e inserindo no poema conteúdos de Física de Partículas.

Comecei a mistura de Física com literatura de cordel usando a justificativa de que apresentar a Física na forma de cordel seria uma forma diferente da tradicional de se introduzir alguns assuntos. Talvez até alguém achasse ser mais prazeroso ler textos sobre a Física na forma de versos. Quem sabe! Mas, na verdade, o que me motivou de início foi a possibilidade de unificar duas paixões, o ensino de Física e a poesia popular, o cordel. (T25)

Um caso interessante de atuação de professores que envolveu desde o começo uma dupla de professores (P2 e P36) é o esforço em relacionar as atividades didáticas com o que pode ser trabalhado com os alunos do Ensino Médio. Além do texto escrito referente as palestras, oficinas, workshop realizados para dar continuidade à experiência vivenciada no CERN eles produziram um trabalho a ser apresentado em congresso como a *XI Conferencia Interamericana sobre la Enseñanza de la Física (XI CIAEF)*. O título do trabalho é sugestivo: *Escola de Física do CERN: como levá-la à sala de aula para ajudar os alunos a entender Física de Partículas?*. Após alguns anos, P36 escreveu outro trabalho publicado em revista focalizando as atividades que considera estarem ao alcance dos alunos para tratar da Física de Partícula no Ensino Médio.

6.4 Algumas Considerações sobre os textos dos professores

Os textos escritos pelos professores, às vezes não muito amplos, às vezes bastante detalhados, revelam de maneira geral as mudanças ocorridas na relação dos participantes com o conhecimento científico, com sua busca sistemática e com sua divulgação e seu ensino. O quadro apontado inicialmente no capítulo 3 do livro analisado, é de profissionais com autoestima limitada e com domínio extremamente reduzido sobre o tema das Partículas Elementares. Como consequência, é veiculada uma esperança de poder participar de uma experiência quase “mágica” de contato com o conhecimento produzido no CERN: o sonho implícito da maioria é de que a situação seria modificada substancialmente através de uma “absorção” enorme de conhecimentos sobre o tema. Ou seja, os textos escritos antes da

ida à escola estão distantes da perspectiva de buscar um caminho marcado pelo esforço contínuo de elaborar o novo conhecimento e articulá-lo com o domínio anteriormente construído tanto do conhecimento quanto do seu ensino e divulgação. Podemos interpretar que, em muitos casos, o conhecimento científico sobre partículas não tinha atingido o limiar a partir do qual é possível operar elaborações articuladas com o conhecimento de alguma forma dominado.

Os textos referentes à visita tanto ao LIP quanto ao CERN revelam, salvo poucas exceções, um incomodo por não ter conseguido acompanhar parte do conteúdo das palestras e das explicações sobre os aparelhos visitados; além disso revelam também uma diferença significativa entre a postura nas palestras ministradas pelos pesquisadores e aquela sustentada nas visitas aos museus de ciências: no primeiro caso há uma passividade típica de quem quer se amoldar ao que está sendo veiculado; no segundo caso parece dominar a escolha do que mais parece interessante ou útil ao professor. Assim, à primeira vista, a Escola de Física CERN aparenta ser um curso focado na atualização do conteúdo científico, que, em vários casos, já ocorre durante o próprio curso. No entanto, para maioria dos professores a função mais evidente das visitas e palestras é uma motivação para eles buscarem conhecimentos após seu retorno ao Brasil, discutindo em sala de aula a Física Moderna e as atividades desenvolvidas em instituições como o CERN. Pode-se dizer que o curso apresenta potencial para atender essa finalidade, sendo que as estratégias para conseguir isso variam bastante. Evidentemente, espera-se que o professor repasse conhecimento em suas aulas, mas os relatos dos professores mostram várias outras propostas. As palestras e os minicursos são claramente as estratégias mais utilizadas para divulgar o conhecimento para diferentes públicos, mas a feira de Ciências e o uso da internet, tanto para a criação de blogs quanto para a condução de visitas virtuais também se fizeram presentes. Chamou a atenção a presença de professores que produziram materiais didáticos após participar do curso, o que aponta para a divulgação do conhecimento para um público ainda mais amplo.

No entanto, nos parece que o efeito mais profundo e o impacto de maior relevância da visita ao CERN foi o estabelecimento de uma nova relação com a pesquisa científica e o seu produto: a mudança pode ser resumida como a passagem progressiva de um conhecimento teórico e racional, adquirido no contato com os livros didáticos e as falas dos seus docentes, para um conhecimento mais vivo e sofisticado sobre as atividades, os recursos e as emoções do dia a dia do pesquisador. Um dos efeitos desse novo modo de se relacionar com o conhecimento foi o aumento da autoestima e o estabelecimento de relações mais paritárias com colegas e pesquisadores, que em vários casos favoreceram colaborações originais e ultrapassaram os limites da racionalidade técnica.

Se quisermos ter uma síntese da mudança dos professores, antes, durante e depois da Escola do CERN, e focalizar o papel da motivação nesta trajetória, encontramos

inicialmente professores com pouca autoestima, surpresos com o resultado da seleção e disponíveis para se envolver no processo, principalmente a partir da aprovação de alunos, familiares, colegas e imprensa local, que despertaram seu sentido de responsabilidade. A chegada ao CERN, a organização rigorosa das atividades e o encontro com pesquisadores do Laboratório tornaram a motivação dos professores uma disponibilidade para tudo o que fosse oferecido. Somente alguns participantes conseguiram transformar este entusiasmo no início de uma reflexão sobre as possibilidades do ensino da Física Moderna e Contemporânea, incluindo o aprofundamento da complexidade da atividade científica. Após o término da Escola o entusiasmo que restou parece ter sustentado duas trajetórias: o investimento em atividades de divulgação científica e o esforço em reelaborar seu próprio ensino.

7 Análise das entrevistas com os professores

Neste capítulo, iremos analisar as entrevistas realizadas com os professores. A análise será dividida em quatro partes: perfil dos professores entrevistados, condições para a participação, avaliação segundo o modelo de Guskey e a marca deixada pelos programas.

7.1 Perfil dos professores entrevistados

Afim de facilitar a análise dos dados, esse conjunto de professores será dividido em quatro grupos, de acordo com a atuação profissional de cada um no momento de participação dos cursos. Professores que atuavam exclusivamente na rede federal foram colocados no Grupo A, professores que atuavam exclusivamente na rede estadual foram colocados no Grupo B, professores que atuavam em apenas uma escola da rede particular foram colocados no Grupo C e professores que atuavam em escolas de administrações diferentes (podendo ser duas escolas particulares ou uma escola pública e uma particular, por exemplo) foram colocados no Grupo D. É importante ressaltar que alguns dos professores entrevistados mudaram a sua situação de trabalho após a participação no curso e alguns até mesmo não atuam mais como professores do Ensino Médio, mas continuam atuando ou em cargos administrativos nas suas próprias escolas ou em universidades, então a classificação utilizada não corresponde à realidade atual dos professores, mas sim à situação em que cada um se encontrava quando participou da primeira atividade fora do país. Abaixo são apresentados os professores pertencentes a esses grupos:

7.1.1 Grupo A:

Neste grupo, estão contemplados os professores que atuam exclusivamente em escolas públicas da rede federal (Institutos Federais e CEFET), que possuem regime de trabalho bastante diferente das escolas estaduais, distritais e municipais. Nessas escolas, os professores possuem carga horária maior para preparação de aulas e são incentivados a orientar projetos de pesquisa e extensão, além de terem a carreira acadêmica mais valorizada. Dos cursos mencionados, a maioria dos professores desse grupo participou apenas da Escola de Física CERN, com exceção de uma professora que participou também da ITW e da Einsteinplus. Por se tratar de um grupo com alguns recursos financeiros na própria escola e um poder aquisitivo superior ao da média dos professores do Brasil, esse grupo conta com participantes desde 2009 a 2019, sendo que alguns professores tiveram suas despesas custeadas parcial ou totalmente pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) (participante de 2009), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (participantes de 2010 a 2014) ou pelas suas próprias instituições. No

caso da professora A5, que participou da ITW, houve ainda apoio do próprio CERN. Além disso, é o grupo com maior titulação acadêmica, com seis participantes com mestrado e três participantes com doutorado e o grupo com maior diversidade regional, com apenas dois participantes do mesmo estado e quatro das cinco macrorregiões brasileiras representadas.

Pseudônimo	Gênero	Estado	Eventos dos quais participou
A1	F	BA	Escola de Física CERN 2009
A2	F	RJ	Escola de Física CERN 2010
A3	F	RJ	Escola de Física CERN 2010
A4	M	RN	Escola de Física CERN 2012
A5	F	SC	Escola de Física CERN 2106, <i>Einsteinplus</i> 2017 e ITW 2017
A6	M	AM	Escola de Física CERN 2019
A7	M	PR	Escola de Física CERN 2019

Tabela 1 – Participantes do Grupo A

- **Prof. A1:** Possui licenciatura e especialização em Física e mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Trabalha desde 1994 como professora da rede federal. Iniciou o doutorado em Difusão do Conhecimento Científico em 2008, o qual concluiu em 2013. Participou em 2009 da primeira turma da Escola de Física CERN. Em 2019, assumiu cargo como reitora da instituição onde leciona.
- **Prof. A2:** Professora licenciada em Física com mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Começou a lecionar em 1996 na rede particular e depois na rede estadual. Desde 2006, dedica-se exclusivamente à rede federal de ensino. Participou da Escola de Física CERN em 2010, mesmo ano em que iniciou o seu doutorado em Filosofia, o qual concluiu em 2013. Possui um blog, que mantém desde 2009, no qual relata vários assuntos de sua vida pessoal, incluindo sua experiência no CERN, e diversos livros publicados, tanto na área de Ensino de Física, quanto na área de Política. Em 2018, publicou um livro voltado ao ensino de Física de Partículas para o público infanto-junvenil.
- **Prof. A3:** Professora graduada em Física - licenciatura e bacharelado e em Letras - licenciatura com ênfase em Espanhol. Começou a lecionar Física em 2007, mas já havia trabalhado como professora de Espanhol. Em 2009, assumiu um cargo como professora na rede federal, onde permanece até a conclusão deste trabalho. Concluiu o mestrado em Ensino de Ciências em 2010, mesmo ano em que participou da Escola de Física CERN. Após a sua participação, concluiu ainda o doutorado e

um pós-doutorado na mesma área, porém ambos em instituições diferentes de onde havia realizado suas graduações e seu mestrado.

- **Prof. A4:** Possui graduação em Física - licenciatura e bacharelado e mestrado na área de Física da Matéria Condensada. Trabalha como professor da rede federal desde 2004. Participou da Escola de Física CERN em 2012 e, desde então coordena projetos em sua escola como visitas virtuais e *masterclasses*.
- **Prof. A5:** Professora licenciada em Física com especializações em Educação Profissional e Tecnológica e em Educação Especial (Deficiência Auditiva). Leciona Física na rede federal de ensino desde 2015, mas possui experiências anteriores como professora/monitora de Matemática, Estatística e Inglês desde 2005. Em 2016, participou da Escola de Física CERN e, no ano seguinte, participou da *Einsteinplus*, ITW e *Schrödinger's Class*. Ainda em 2017, iniciou o mestrado na área de Educação, o qual concluiu em 2019. Participa como colaboradora das atividades do ICTP-SAIFR desde 2020.
- **Prof. A6:** Professor licenciado em Física com especialização em Docência do Ensino Superior. Leciona desde 1994 na rede federal. Participou da Escola de Física CERN em 2019 e, no ano seguinte, participou de diversas atividades do *workshop* Física de Fronteira *online*, versão adaptada para o formato EaD do *workshop* Física Moderna para Professores do Ensino Médio. Desde 2020 coordena um curso à distância com materiais do *Perimeter Institute* voltado à comunidade da Região Norte.
- **Prof. A7:** Possui licenciatura em Física, especialização em Educação Especial e mestrado profissional em Ensino de Física. Trabalhou como professor da rede particular entre 2009 e 2016 e, desde então, dedica-se exclusivamente à rede federal de ensino. Participou da Escola de Física CERN em 2019, mesmo ano em que iniciou seu doutorado, que tem como tema a formação de professores no CERN.

7.1.2 Grupo B:

Neste grupo estão os professores que atuam exclusivamente na rede estadual, em alguns casos lecionando em mais de uma escola, mas da mesma administração. Seis professores participaram da Escola de Física CERN e apenas uma da Einsteinplus. Nenhum participou de mais de um curso. Dos que participaram da Escola de Física CERN, todos os participantes tiveram auxílio financeiro de alguma instituição, seja da CAPES ou do São Paulo Research and Analysis Center (SPRACE) e da Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE). Já a professora participante da Einsteinplus teve auxílio financeiro do próprio Perimeter Institute. Apenas três participantes deste grupo possuem mestrado e nenhum possui ainda doutorado (uma participante estava cursando o doutorado no

momento da entrevista). É também o grupo com maior número de representantes do gênero feminino.

Pseudônimo	Gênero	Estado	Eventos dos quais participou
B1	F	SP	Escola de Física CERN 2011
B2	F	RN	Escola de Física CERN 2013
B3	F	MG	Escola de Física CERN 2013
B4	M	SP	Escola de Física CERN 2013
B5	F	SP ¹	Escola de Física CERN 2014
B6	F	ES	Escola de Física CERN 2018
B7	F	SP	<i>Einsteinplus</i> 2018

Tabela 2 – Participantes do Grupo B

- **Prof. B1:** Possui licenciatura e bacharelado em Física. Começou a trabalhar como professora da rede estadual em 2008. Em 2010, iniciou uma especialização em Ensino de Astronomia, a qual concluiu em 2012. Participou da Escola de Física CERN em 2011, mesmo ano em que iniciou o seu mestrado em Ensino de Ciências, tendo se focado na formação continuada de professores. Concluiu o mestrado em 2014 e, a partir de 2018, passou a trabalhar também na rede particular. Desde que participou da Escola de Física CERN, mantém um blog voltado à divulgação científica.
- **Prof. B2:** Possui licenciatura em Física e especialização em Metodologia em Ensino de Física e Matemática. Trabalha como professora de Física da rede estadual desde 2010. Participou da Escola de Física CERN em 2013 e coordena um clube de ciências na sua escola desde então.
- **Prof. B3:** Possui graduação em Química - Licenciatura com habilitação em Física para lecionar no Ensino Médio. cursou o Ensino Médio na modalidade profissionalizante, não tendo contato com disciplinas de Química e Física durante essa etapa. Após a conclusão da sua graduação, fez dois cursos de extensão universitária e duas especializações para complementar a sua formação. Desde 1998, leciona na rede estadual, tendo um ano de experiência em escolas particulares. Participou da Escola de Física CERN em 2013.
- **Prof. B4:** Possui licenciatura em Ciências Exatas com habilitação em Física. Trabalha como professor da rede estadual desde 2004. Participou da Escola de Física CERN em 2013 e, em seguida, iniciou um clube de Ciências na escola onde trabalhava. O

¹ Mudou-se para o Estado de MG após participar da Escola de Física CERN

projeto durou até 2018, mesmo ano em que participou do *workshop* Física Moderna para Professores do Ensino Médio, versão em português do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources* organizada pelo ICTP-SAIFR, onde teve contato com o material do *Perimeter Institute*. Em 2019, mudou-se de cidade e começou a trabalhar em escolas de tempo integral. No mesmo ano, iniciou uma graduação em Pedagogia. Participou da Escola de Física CERN em 2013.

- **Prof. B5:** Possui licenciatura em Física e em Matemática e trabalha como professora de escolas públicas e particulares desde 2004. Participou da Escola de Física CERN em 2014. Concluiu o mestrado em Ensino de Física em 2016 e, em 2018, assumiu um cargo como professora universitária, mudando-se para o estado de Minas Gerais.
- **Prof. B6:** Possui licenciatura em Física. Trabalha como professora da rede estadual desde 2016. Iniciou o mestrado em Física em 2017, o qual concluiu em 2019. Participou da Escola de Física CERN em 2018 e do *workshop Cutting Edge Physics for Teachers* em 2019. Em 2020, iniciou o doutorado em Física e começou um projeto de ensino de Física de Partículas em sua escola, que teve que ser interrompido por conta da pandemia de covid-19.
- **Prof. B7:** Possui licenciatura em Física e trabalha como professora das redes estadual e particular desde 2012. Participou em 2017 do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources*, oferecido por professores do *Perimeter Institute* em parceria com o ICTP-SAIFR. No ano seguinte, iniciou o mestrado profissional em Ensino de Física e participou da *Einsteinplus*. Desde 2019 trabalha como coordenadora de extensão e divulgação científica do ICTP-SAIFR.

7.1.3 Grupo C:

Neste grupo, estão contemplados os professores de escolas particulares que atuam em apenas uma rede de ensino. Apesar de ser um grupo no qual nenhum participante tinha direito a apoio financeiro de instituições governamentais, todos os professores desse grupo tiveram algum apoio financeiro por parte das próprias escolas, o que demonstra que elas pertencem a uma realidade bastante diferenciada em relação aos demais grupos. É também o grupo com menor diversidade regional, com representantes em apenas três estados. Por outro lado, é o único grupo com participantes da HST. Vale ressaltar que, apesar de contar com apoio financeiro do próprio CERN, na HST, assim como na ITW, esse apoio não é suficiente para custear 100% da viagem de ida e volta a Genebra, o que inviabiliza a participação de professores que não podem contar com recursos próprios ou da escola.

Pseudônimo	Gênero	Estado	Eventos dos quais participou
C1	M	RS	Escola de Física CERN 2012
C2	F	SP	Escola de Física CERN 2012
C3	F	SP	Escola de Física CERN 2015 e HST 2018
C4	F	SP	Escola de Física CERN 2016, HST 2017 e <i>Einsteinplus</i> 2018
C5	M	RS	Escola de Física CERN 2017
C6	M	SC	Escola de Física CERN 2017
C7	F	SP ²	HST 2019

Tabela 3 – Participantes do Grupo C

- **Prof. C1:** Professor graduado em Física - Licenciatura com mestrado acadêmico em Engenharia e Teconologia de Materiais e mestrado profissional em Ensino de Física. Trabalha em escolas particulares desde 2001. Participou da Escola de Física CERN em 2012 e, desde então, atua como professor universitário. Nesse mesmo ano de 2012, iniciou o doutorado em Educação em Ciências e Matemática com período sanduíche na Espanha, o qual concluiu em 2017, tendo como tema de sua tese a Escola de Física CERN.
- **Prof. C2:** Possui licenciatura em Ciências com Habilitação em Física, bacharelado em Física e mestrado em Ensino de Física. Trabalha desde 1997 como professora da rede particular. Participou da Escola de Física CERN em 2012, com apoio da sua escola, na qual organizou projetos até 2015, ano em que se afastou da sala de aula para se dedicar à coordenação.
- **Prof. C3:** Possui licenciatura em Física, graduação em Materiais, Processos e Componentes Eletrônicos, mestrado em Engenharia Elétrica e doutorado em Tecnologia Nuclear com período sanduíche realizado nos Estados Unidos. Além disso, realizou três cursos de extensão universitária, sendo dois no Canadá e um nos Estados Unidos. Trabalha desde 2008 em uma escola particular que adota o IB como currículo principal. Participou da Escola CERN em 2015 e da HST em 2018, mesmo ano em que participou do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources*. Desde a sua primeira participação, organiza um clube de Ciências e visitava o CERN anualmente com seus alunos antes da pandemia.
- **Prof. C4:** Possui bacharelado, mestrado e doutorado em Física, com estágio de doutorado realizado na França, além de uma licenciatura em Matemática obtida

² Mudou-se para o Reino Unido após participar da HST.

posteriormente em um programa especial de formação pedagógica de docentes. Trabalha como professora de Física desde 2005, atuando exclusivamente em escolas da rede particular e, desde 2013, em escolas que adotam o *International Baccalaureate* (IB) como currículo principal. Participou em 2016 da Escola de Física CERN e, no ano seguinte, da HST e do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources*. Em 2018, participou da *Einsteinplus* e, desde então, participa como colaboradora das atividades do ICTP-SAIFR.

- **Prof. C5:** Professor licenciado em Ciências e Física com mestrado profissional em Ensino de Física. Trabalhou como professor de um colégio militar de 2008 a 2013. Em 2014, passou a se dedicar à rede particular de ensino, trabalhando como professor de laboratório e assessor pedagógico da área de Física, mas continuou trabalhando como professor voluntário na instituição anterior. É responsável pelo Clube de Astronomia da sua escola. Participou da Escola de Física CERN em 2017 e do *workshop Física Moderna para Professores do Ensino Médio* em 2020.
- **Prof. C6:** Possui licenciatura e especialização em Matemática e atua como professor da rede particular desde 1995. Iniciou em 2015 o mestrado profissional em Educação Matemática, o qual concluiu em 2018. Participou da Escola de Física CERN em 2017. No ano seguinte, iniciou uma graduação em Física e uma especialização em Imaginologia, ambas concluídas em 2019. Nesse mesmo ano, participou do *workshop Física Moderna para Professores do Ensino Médio*. Ainda em 2019, foi para Portugal, onde trabalhou no Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP) em colaboração com o experimento ATLAS no CERN. Desde 2020, atua como colaborador do ICTP-SAIFR na apresentação de atividades para professores do Ensino Médio.
- **Prof. C7:** Professora licenciada em Física com especialização em Psicopedagogia. Iniciou sua carreira docente em escolas particulares e, desde 2018, é professora da mesma escola que C3, adotando portanto o IB como currículo principal. Participou do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources* em 2018 e da HST em 2019. Atualmente trabalha no Reino Unido.

7.1.4 Grupo D:

No último grupo, estão contemplados os professores que lecionam em mais de uma rede de ensino, podendo ser em duas redes particulares distintas ou em uma escola particular e uma ou mais escolas da rede pública. Esses professores foram colocados num grupo à parte por pertencerem a uma realidade diferente das descritas nos outros grupos, principalmente por possuírem uma carga horária maior que os demais. Neste grupo, há professores que contaram com apoio financeiro governamental por atuarem também em

escolas públicas e há professores que bancaram suas viagens com recursos próprios, em alguns casos recorrendo até a “vaquinha”. Nenhum professor desse grupo contou com apoio financeiro da própria escola.

Pseudônimo	Gênero	Estado	Eventos dos quais participou
D1	F	RS	Escola de Física CERN 2013
D2	F	RS	Escola de Física CERN 2013
D3	M	MT	Escola de Física CERN 2016
D4	M	RJ	Escola de Física CERN 2017
D5	M	DF	Escola de Física CERN 2018 e <i>Einsteinplus</i> 2019
D6	F	SP ³	<i>Einsteinplus</i> 2018
D7	M	SP	Escola de Física CERN 2019

Tabela 4 – Participantes do Grupo D

- **Prof. D1:** Professora licenciada em Física e Matemática com especialização em Matemática (formação do professor) e em Física na Educação Básica e mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Trabalha nas redes estadual, municipal e particular desde 1999. Participou da Escola de Física CERN em 2013, mesmo ano em que iniciou o seu doutorado, também na área de Educação em Ciências e Matemática na mesma instituição em que cursou o mestrado. Concluiu o doutorado em 2017.
- **Prof. D2:** Possui licenciatura em Física e bacharelado em Física Médica e mestrado profissional em Ensino de Física com desenvolvimento de produto educacional voltado ao ensino de Física de Partículas. Trabalha desde 2000 como professora das redes estadual e particular. Participou da Escola de Física CERN em 2013. Iniciou o doutorado em Ensino de Física em 2016 e, no ano seguinte, assumiu um cargo como professora de uma instituição federal.
- **Prof. D3:** Possui licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática e Física. Trabalha como professor desde 2012, tendo já atuado nas redes municipal, estadual e federal de ensino. Participou da Escola de Física CERN em 2016. Desde 2017, passou a trabalhar também como professor de Ensino Superior. Iniciou em 2019 o mestrado profissional em Ensino de Física.
- **Prof. D4:** Professor licenciado em Física com mestrado profissional em Ensino de Ciências da Natureza. Leciona em escolas particulares desde 2005, tendo trabalhado

³ Mudou-se para o Estado de MS após participar da *Einsteinplus*

também durante dois anos na rede estadual. Participou da Escola de Física CERN em 2017 e do *workshop* Física Moderna para Professores do Ensino Médio, oferecido pelo ICTP-SAIFR, em 2018. Neste mesmo ano, iniciou dois projetos nas escolas onde trabalhava, um voltado ao CERN e outro voltado ao SIRIUS, acelerador de partículas pertencente ao Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). No mesmo ano, passou a integrar o comitê organizador da Escola SIRIUS para Professores do Ensino Médio (ESPEM), que teve sua primeira edição em 2019. Ainda em 2019, iniciou o doutorado em Ensino e História da Matemática e da Física, tendo como tema principal o papel da ESPEM na formação de professores. Participa como colaborador das atividades do ICTP-SAIFR desde 2020.

- **Prof. D5:** Possui licenciatura em Física e mestrado profissional em Ensino de Física. É professor da rede particular desde 2013 e da rede distrital desde 2016. Em 2018, participou da Escola de Física CERN e do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources*. No ano seguinte, participou da *Einsteinplus* e do *Fermilab Waves Sound Optics workshop* nos Estados Unidos. Ainda neste ano, coordenou um *workshop* presencial no Distrito Federal em parceria com o ICTP-SAIFR.
- **Prof. D6:** Possui bacharelado em Física e mestrado e doutorado em Astronomia. Trabalhou como professora particular e tutora de EaD entre 2012 e 2016. Em 2017, passou a atuar como docente de escolas particulares. Nesse mesmo ano, concluiu seu curso de Formação Pedagógica (Licenciatura para Bacharéis). Ainda em 2017, participou do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources* e, no ano seguinte, participou da *Einsteinplus*. Desde 2019, trabalha na rede federal de ensino no estado do Mato Grosso do Sul e, em 2020, passou a trabalhar como colaboradora do ICTP-SAIFR na elaboração e apresentação de atividades para professores do Ensino Médio.
- **Prof. D7:** Professor licenciado em Física, tecnólogo em Informática para Gestão de Negócios e mestre em Ensino de Ciências. Começou a lecionar na rede estadual em 2007 e teve uma experiência de um ano na rede particular em 2008. Em 2018, passou a lecionar também em uma cooperativa de ensino (instituição privada, mas sem fins lucrativos, voltada a alunos de baixa renda). Participou, em 2019, da Escola de Física CERN e do *workshop Cutting-edge In-class Physics Resources*, agora rebatizado como simplesmente *Cutting-edge Physics for Teachers*.

7.2 Condições Para a Participação

7.2.1 Confiança na Seleção

O primeiro ponto que será analisado é a expectativa que cada participante tinha a respeito da sua própria seleção. Como pôde ser observado, há uma discrepância de titulação

acadêmica entre os grupos, sobretudo entre o grupo A (onde apenas um participante não tem mestrado nem doutorado) e o grupo B (onde três participantes possuem mestrado e nenhum concluiu o doutorado). Apesar de a fala dos coordenadores deixar claro que a participação em atividades de extensão e divulgação científica é mais importante do que a pós-graduação, observa-se uma crença introjetada nos participantes (principalmente nos da Escola de Física CERN) de que cursos fora do país são apenas para professores de universidades e institutos federais. Portanto, as entrevistas com participantes do grupo B revelam muitas falas de professores que se inscreveram mas não acreditavam que teriam chances de ser selecionados, como a fala de B2, por exemplo:

Não [acreditava que eu seria selecionada], porque eu concorria com o pessoal dos IFs, então para a gente aqui de escola estadual, é muito difícil essa concorrência porque eles tem mais bagagem, mais recursos... Então eu nunca achei que fosse passar, de jeito nenhum! Até quando eu fui olhar o resultado, eu disse “não é possível que esteja certo isso!” (Fala de B2)

Já no grupo C, o principal argumento utilizado por aqueles que não acreditavam que seriam selecionados é o de que o curso seria mais voltado para professores de escolas públicas, como revela a fala de C2:

Eu achava que tinha baixa possibilidade porque é uma escola que deveria privilegiar muito os professores da rede pública, e eu não tinha nenhuma relação com a rede pública. Nunca trabalhei para a rede pública! Então eu achei que era muito pouco provável que alguém da rede particular fosse escolhido. Ainda mais considerando que eu sou alguém de São Paulo. Eu fiquei imaginando: você distribui, você tem que pegar os professores do Brasil inteiro, priorizar os professores da rede pública, e aí pegar alguém de São Paulo da rede particular eu achei que não ia sair... (Fala de C2)

As falas de B2 e C2 revelam que, no imaginário dos professores, existe a concepção de que lecionar em escola pública é um critério importante para alguém ser selecionado para participar de um curso no exterior e que, mesmo que não seja um critério fundamental, ter cursado ou estar cursando uma pós-graduação *stricto sensu* aumenta as chances de um(a) candidato(a) ser selecionado(a). De fato, quando observamos as listas de participantes de todos os cursos analisados, vemos que mais da metade deles possuíam mestrado e/ou doutorado no momento em que participaram. As falas de B1 e D1 reforçam essa hipótese:

Da primeira vez [em que me candidatei], foi meio no susto, assim... Eu fiquei sabendo, daí eu me inscrevi. Daí na segunda vez eu já estava mais focada, né, eu queria aquilo. Aí eu fui mais atrás de saber como é que funcionava, de fazer um melhor projeto, né? O que é que eu iria fazer após o curso, então... Mas não sabia, né, se eu ia ser selecionada. Mas eu acredito, assim, que por eu estar no mestrado, eu acho que ajudou, porque antes eu não estava no mestrado, era só uma professora de Ensino Médio de escola pública. Aí depois eu era uma professora de Ensino Médio de escola pública e fazia mestrado. (Fala de B1)

Eu já vinha acompanhando [os editais de inscrição da Escola de Física CERN] há alguns anos. Aliás, já era o quarto ano em que eu me inscrevia. Aí eu não entrava, não sei os motivos que ficavam... Que deram nisso. Mas daí eu sempre aprimorava de um ano para o outro as coisas que estavam faltando. Então eu vi os pré-requisitos ali e vi o que é que poderia ser melhorado. Então eu participei das Olimpíadas de Física mais como professora mentora dentro da escola, digamos assim, dentro da escola, que era uma coisa que eu não fazia... Aquele ano, não sei se esse foi o diferencial ou não, mas também para fazer a inscrição, nós tínhamos que colocar as intenções, né? O que é que nós íamos fazer depois na volta. E aí eu fui aprimorando as coisas que eu poderia fazer. Como, em 2013 que a gente foi, eu já tinha terminado o mestrado, estava entrando no doutorado, então eu tive eu acho também essa diferença em relação às outras pessoas, talvez, em função da minha trajetória acadêmica estar sempre progredindo, né? Naquela época, eu estava entrando no doutorado. (Fala de D1)

Tanto B1 quanto D1 tentaram se inscrever na Escola de Física CERN mais de uma vez, mas só foram selecionadas quando iniciaram o mestrado (caso de B1) ou o doutorado (caso de D1). B1 acredita que o mestrado pesou na sua seleção, pois ela já havia tentado se inscrever uma vez antes de iniciar o mestrado e não conseguiu ser selecionada. Já D1 tentou se inscrever algumas vezes enquanto cursava o mestrado, mas só conseguiu após ingressar no doutorado. De qualquer forma, ambas acreditam que a progressão na trajetória acadêmica foi fundamental para as suas seleções.

Por último, outro ponto que pesa bastante na confiança do professor em ser selecionado é o tempo de experiência profissional. Professores com pouco tempo de carreira imaginam que têm menos chances de serem selecionados do que professores que lecionam há mais tempo. B6, por exemplo, leciona em escola estadual e é a única professora desse grupo que possuía mestrado concluído no momento da sua inscrição. Ainda assim, achava que teria poucas chances de ser selecionada devido ao curto tempo de experiência profissional:

Quando saiu a lista e eu vi meu nome, eu fiquei muito surpresa, muito feliz, e aí eu parei, tipo, “caraca, e agora?” E na verdade só caiu a ficha mesmo quando eu embarquei aqui para ir, porque até um dia antes ainda parecia algo surreal, assim, que tipo, como que isso tá acontecendo? Eu não tenho, ainda mais que eu tinha entrado, né, como professora, dois anos... Nem dois anos, né? Eu ia completar dois anos, que eu entrei no meio de 2016, então eu tinha pouca experiência em sala de aula. Então assim, como assim eles vão me dar essa oportunidade? Eu aí eu falei: “eu tenho que agarrar com unhas e dentes isso!” (Fala de B6)

Com base nessas falas, pode-se delinear o imaginário dos professores sobre os critérios de seleção adotados pelos programas internacionais. Professores de escolas particulares normalmente acreditam que esses programas são mais voltados a professores de escolas públicas, o que pode ser um fator que os desmotiva a se inscreverem (além do custo da viagem, que deve ser arcado pelos próprios professores ou pelas suas escolas). Já professores de escolas públicas tendem a acreditar que o programa é mais voltado para

quem tem mestrado e doutorado. Embora não esteja escrito em nenhum lugar que esse é um pré-requisito para a seleção, essa visão é reforçada pela participação significativa de mestres e doutores nas edições anteriores. Já no caso de professores que possuem essa titulação, a experiência profissional pesa como um dos fatores que diminui a confiança na seleção.

7.2.2 Apoio Financeiro

Outra questão na qual a resposta dos participantes foi muito diferente de acordo com o grupo ao qual pertenciam foi referente ao apoio financeiro. Como foi mencionado anteriormente, no grupo B todos os participantes tiveram algum recurso financeiro para participar. Esse recurso veio de instituições como a CAPES, o SPRACE, a RENAFAE e o próprio *Perimeter Institute*, que custeou a viagem de B7, a única participante desse evento no grupo. Já no grupo C, o apoio financeiro partiu das próprias escolas nas quais os professores lecionavam.

Um detalhe bastante interessante a respeito do apoio financeiro vindo de instituições públicas é que ele não apenas deu condições de participação para professores que não teriam recursos para pagar pelas próprias viagens como também gerou um sentimento de compromisso, que pode ser identificado na fala de B3:

Foram seis dias só, né? Então, [o curso] não me deu, assim, base nenhuma para chegar e dizer “eu sei Física de Partículas, eu sei Física Moderna!” Não... Então, o pouco que é inserido, o pouco que é ministrado aos alunos, eu tenho que estudar bastante para que seja uma aula legal. É claro que deu o primeiro “empurrão”, o primeiro passo, né? E abriu minha cabeça para eu procurar coisas novas, coisas diferentes. Isso foi fundamental, né? [...] Eu sinto que eu tenho que aprofundar, eu sinto que eu tenho que passar para frente o que eu vi, eu sinto que eu tenho que mostrar para os meus alunos a existência desse estudo, né? Mesmo que não seja aprofundado, mas eu tenho que mostrar para eles. E é o que eu tenho feito desde 2013 para cá. (Fala de B3)

A fala de B3 sugere um sentimento de “dívida” com a sociedade: como a sua viagem foi custeada com dinheiro público, a melhor forma de retribuir esse investimento seria compartilhando o que ela aprendeu durante o curso com a sociedade, em especial com os seus alunos. B3 reconhece ainda que o conhecimento adquirido durante o curso não foi extremamente profundo, devido à sua duração, mas o que foi aprendido deve ser levado à sala de aula.

No entanto, nem todos os professores que participam do curso têm esse comprometimento. D5, por exemplo, que participou da Escola de Física CERN no ano de 2018, tem um sentimento diferente a respeito dos professores que participaram da Escola de Física CERN sem auxílio financeiro:

Eu digo de outros colegas que já foram em anos anteriores [...] que a experiência não repercutiu em nada. Foi um passeio literalmente para a Europa, um acelerador de partículas. Então eu vejo assim, dois perfis claramente distintos, independente se foi ou não foi com recursos próprios: há aquelas pessoas que foram com um certo senso de missão e fazer valer a pena a experiência. E, tipo, foram aqueles que estavam realmente a passeio. O que eu posso dizer é que, por mim, eu iria a passeio como esses colegas, se eu tivesse tudo pago. (Fala de D5)

Pode-se perceber, pelas duas falas acima que, tanto para o professor quanto para o coordenador, havia um grupo de professores comprometidos com trabalhar os assuntos aprendidos em sala de aula e um grupo que via o curso como uma espécie de “passeio”. No entanto, essa visão é bastante equivocada, como mostra o coordenador G3:

O fato de o professor pagar tudo também às vezes dá ao professor uma imagem completamente errada do programa. Fica com uma ideia de que ele pagou, portanto, tem direito e esquece que ele só pagou a viagem, a estadia e a alimentação. Ele não paga o programa, o programa é gratuito, a formação é gratuita, o custo de inscrição na formação é zero, não há custo aí. Por quê? Porque o CERN suporta todo o resto, ou seja, o CERN é que dá os espaços, não aluga. O LIP dá os cientistas, não aluga. Se você fosse fazer um programa destes de formação em que eu somasse o meu tempo de preparação do programa e de lecionação do programa e depois somasse o tempo dos cientistas que participam no programa, só do lado dos cientistas estamos a falar para mais de 50 mil Euros, 50 mil dólares. Depois, do lado do aluguel dos espaços do CERN, são 6 dias o auditório, o melhor auditório ou não, nem sempre é o melhor auditório, mas... Imagine, do lado do CERN seriam também 50 mil dólares, portanto seria um programa que custaria 100 mil dólares. Se fosse pra uma empresa, saía 150 mil dólares, se fosse para uma empresa até cobrava mais, pois tinha que pagar imposto. Ia cobrar 150 mil dólares para esta formação de 40 pessoas. E tu estás a ver, eu agora dizia “ok, 150 mil dólares a dividir por 40 pessoas”, diria que cobraria 4 mil dólares por pessoa, 3 a 4 mil dólares, vamos pôr 3 mil. Quanto é que o professor brasileiro paga para participar do programa na totalidade? No máximo 2 mil dólares. Quer dizer, isso nem chega ao custo da inscrição, é só ver o custo da inscrição. Então, esses 3 mil dólares por pessoas postos pelo CERN são a nível gratuito. (Fala de G3)

Pode-se concluir então que o auxílio financeiro tem dois papéis: o de levar a oportunidade de ir ao exterior a pessoas que jamais teriam a possibilidade de viajar com recursos próprios e o de lembrar os professores de que houve um investimento na formação deles, o que aumenta o comprometimento em alguns casos, embora o investimento exista em todos os casos, como lembra G3, pois o curso é oferecido gratuitamente.

No caso de professores que atuavam exclusivamente em escolas particulares, o apoio financeiro veio ou da própria escola ou de recursos próprios, uma vez que essas escolas não são contempladas pelas instituições governamentais mencionadas acima. Então, há casos de escolas que financiam a participação do(a) professor(a) por acreditar que isso trará benefícios para a escola e há casos em que o(a) professora paga por todas as suas despesas. Como exemplo, são apresentadas as falas de C4 e C5:

[A escola] tem interesse que os professores façam formação, eles têm interesse que os professores se aprofundem em temas que não são muito, digamos assim, do dia a dia... Mas, sempre que você apresenta um projeto de fazer uma formação que tem interesse para a escola, a escola, normalmente ela banca a ida do professor. Claro, tem o interesse. Lógico que isso vai constar lá no portfólio da escola: “olha, tenho professores que fizeram curso em Genebra”, opa! “Ah, eu tenho professores que vão fazer curso de especialização em Física Moderna em São Paulo, no Rio, não sei onde...” Então, isso vai lá para, digamos assim, os diferenciais da escola. (Fala de C5)

A escola, o que ela fez, ela me liberou. Não me descontaram os dias em que eu não trabalhei e puseram professor para me substituir e eu estendi uns “diazinhos” a minha... Quando eu fui eu fiquei uns dias a mais fora. Então foi isso em que escola me apoiou. Eles não me deram nenhum apoio financeiro, mas eu não perdi os meus dias de trabalho por não estar em aula. (Fala de C4)

Como se pode notar, existem escolas da rede particular com interesse em investir em formação continuada por diversas razões, desde o *status* que isso lhes confere até o interesse em inovação curricular. Porém, nem todas pensam assim. No caso específico de C4, mesmo trabalhando em uma escola com recursos financeiros, todas as suas despesas foram bancadas com verba própria.

Já em relação à *Einsteinplus*, destacam-se as participações de B7 e D5. B7, no momento da sua participação, lecionava apenas em escolas estaduais (já havia trabalhado em escolas particulares anteriormente) e contou com apoio do *Perimeter Institute*, que a auxiliou com o pagamento das passagens aéreas. Ainda assim, ela teve que pagar a taxa de inscrição (na época, 300 dólares canadenses) com recursos próprios:

Esse curso tem a parte da viagem que tem a parte que você paga a hospedagem lá. Essa parte da hospedagem eu paguei por conta e eles me deram uma verba que é destinada aos professores do Canadá. Os professores do Canadá recebem essa verba para custear a passagem... Então eles também me deram essa verba como se eu fosse uma professora de lá. (Fala de B7)

Para entender o interesse do governo canadense em financiar a participação de uma professora brasileira, é preciso retomar uma fala de um dos coordenadores da *Einsteinplus*:

Assim como todas as nossas ações de extensão, assim que nós começamos a fazer um trabalho melhor no Canadá, nós pensamos “como poderíamos fazer um trabalho melhor ao redor do mundo sem desonrar o nosso financiamento?” O único motivo de nós conseguirmos fazer extensão global é porque o nosso governo federal vê o que nós fazemos como uma marca canadense, um local de curiosidade intelectual do qual todos desejam fazer parte. Então, quando nós nos tornamos internacionais, o Canadá nos vê agitando uma bandeira canadense de uma maneira positiva e é por isso que eles financiam nossos projetos. (Fala de G6)

Esse interesse em firmar parcerias internacionais também se observa na própria parceria entre o *Perimeter Institute* e o ICTP-SAIFR. Em 2018, a participação brasileira foi a maior de todas até então, justamente porque o Brasil estava iniciando a sua rede de professores, então os próprios coordenadores reconhecem que havia um interesse maior em selecionar professores brasileiros nesse ano:

Nós queremos diversidade geográfica. Não queremos pessoas de um lugar só, então tentamos selecionar professores de diferentes partes do Canadá e do mundo. (Fala de G7) E diversidade geográfica estratégica. Então, nos últimos anos, nós selecionamos muitos professores brasileiros porque nós estamos iniciando uma rede aqui. Isso vai mudar porque teremos um centro aqui, então não precisamos levar tantos professores para o Canadá. (Fala de G6)

A fala de G6 conclui indicando que provavelmente não haverá uma participação tão massiva na *Einsteinplus* como aconteceu em 2018, que contou com seis professores vindos do Brasil (e mais um brasileiro que residia no Canadá), pois o Brasil possui agora um centro responsável pela tradução e divulgação do material do *Perimeter Institute*.

É importante ressaltar também que o apoio financeiro a B7 se deu por se tratar de uma professora de escola pública. Apesar de participar da mesma edição, D5 não contou com o mesmo apoio e precisou contar com campanhas de financiamento coletivo para poder pagar as suas despesas:

O programa até oferecia uma pequena ajuda de custo, mas como eu me inscrevi como professor da escola privada, não consegui nenhum apoio. [...] Tanto que eu fiz dois *crowdfunding*, saí aqui no jornal local, fiz um barulho aí para falar, pô, pelo menos a passagem de avião aqui porque é difícil, é cara demais. [...] Eu fui muito com esse sentimento de missão por conta desse barulho que eu comprei. Então eu não diria que foi ruim não ter apoio financeiro, acho que eu ter corrido atrás fez a experiência ser bem significativa, bem mais significativa. (Fala de D5)

A fala de D5 revela um dado interessante: apesar de não ter obtido apoio institucional, a sua experiência com campanhas de financiamento coletivo na *internet* (conhecidas como “*crowdfunding*”) trouxeram-lhe o sentimento de responsabilidade que ele mesmo menciona em sua fala anterior que esteve ausente nos colegas que pagaram todas as suas despesas com recursos próprios.

Para finalizar, destaca-se que os programas internacionais do CERN disponibilizam um apoio financeiro a todos os participantes no valor de 2000 francos suíços (e mais 500 francos suíços para transporte). No entanto, esse é insuficiente para cobrir as despesas com passagens aéreas de professores brasileiros. Portanto, os professores que participam desses programas precisam completar essa verba com recursos próprios ou com auxílio das suas escolas. Isso explica por que os professores participantes desses cursos estão nos grupos A ou C, que são justamente os professores que dispõem de uma condição financeira

melhor ou que têm mais chances de pedir apoio financeiro às suas escolas, como foi o caso de C7, que participou da HST em 2019:

A escola, aqui a gente pode pedir alguns tipo de custos e tal e eles aprovam ou não. No caso, a escola aqui, ela pagou as passagens e parte da alimentação. E aí, uma certa parte foi também o CERN que financiou. É como se fosse assim: o que o CERN pagava, ele pagou e o que ele não pagava, a escola complementou. (Fala de C7)

7.2.3 Experiências com Língua Estrangeira e no Exterior

Para muitos participantes dos cursos citados, a experiência foi a primeira oportunidade de conhecer um país estrangeiro. Alguns participantes da Escola de Física CERN, sobretudo os do grupo B, relatam inclusive que só puderam participar deste curso pelo fato de ele ter sido oferecido em português, pois não possuíam domínio de nenhuma língua estrangeira. Em contrapartida, no grupo C, praticamente todos os participantes estavam familiarizados com a língua inglesa e inclusive alguns ministravam aulas de Física, sobretudo os das escolas que adotam o *International Baccalaureate* (IB), que é um currículo internacional, como explica C4:

Esse currículo que eu fazia era o *IB Diploma*, porque eles têm para Primário, tem um para Secundário⁴ e tem esse *IB Diploma*, que é o *high school*. E as escolas, tem escola que é IB para todos os segmentos, tem escola que é IB só para o Ensino Médio, tem escola que é IB só para o *Secondary*... Em São Paulo, eu acho que ao todo, no Estado, são tipo dez escolas IB... Normalmente as escolas internacionais. [...] Quando chega no IB, lembra que eu falei que são seis matérias, né? Uma delas é Inglês, então tinha que ser em inglês... Aí tinha Português, que era em português, aí tinha mais uma língua estrangeira para o IB, que eles tinham que optar entre o francês e o alemão. Então metade do currículo já está ali. As outras matérias, que era uma de Ciências Humanas, uma de Ciências da Natureza e uma de Matemática (e aí eles tinham vários cursos diferentes de Matemática para escolher) eram em inglês. Mas eles continuavam tendo o currículo brasileiro em português, então todos os alunos tinham Física, Química e Biologia em português. E aí, se eles escolhiam para fazer Física no IB, essas aulas a mais do currículo IB eram em inglês. Tanto é que na Escola Suíça, ele tem quatro anos de Ensino Médio para dar tempo de fazer os dois currículos: o brasileiro e o IB. (Fala de C4)

No grupo C, apenas os professores C5 e C6 não se classificam como fluentes em inglês, embora ambos tenham alguma compreensão do idioma. C6, que participou da Escola de Física CERN em 2017, aponta que o curso serviu como uma motivação para que ele fosse atrás de um aperfeiçoamento no idioma:

A minha volta do CERN me fez também mudar a minha visão a respeito de inglês, né? Fui estudar inglês, então hoje não falo absurdamente

⁴ Os termos “primário” e “secundário” referem-se aqui à estrutura curricular das escolas internacionais, e não aos antigos nomes do que hoje constitui o Ensino Fundamental no Brasil

fluentemente, mas já consigo apresentar trabalho em inglês e também acompanhar arquivos de aulas de inglês. Foi também uma das mudanças: a percepção da importância da língua inglesa. Talvez lá quando eu... Que eu era aluno não se dava tanta ênfase, tanta importância a isso, porque o mundo globalizado que a gente vive visivelmente o inglês, lá no CERN a gente via que tinha gente de todas as nacionalidades, mas a língua padrão era o inglês. Nós falávamos o português porque nós estávamos num grupo de português, de língua portuguesa, mas o povo ao nosso redor, a língua oficial era o inglês. (Fala de C6)

Por outro lado, se no grupo C, quase todos os participantes são fluentes em inglês (e mesmo os que não são conseguem compreender razoavelmente o idioma), no grupo B há participantes que não compreendem o idioma e inclusive relatam dificuldade para se comunicar no exterior, como é o caso de B3:

Até hoje não falo [inglês]. Sinto até vergonha em dizer, mas eu fui bastante ajudada pelo [coordenador do curso], por colegas o tempo todo lá, justamente por não falar uma outra língua. Então, eu tive algumas dificuldades. (Fala de B3)

A fala de B3 mostra a importância que teve um curso como a Escola de Física CERN ser oferecida em língua portuguesa. No entanto, é importante lembrar que os demais programas analisados neste trabalho (HST, ITW e *Einsteinplus*) são todos oferecidos em língua inglesa. Portanto, não dominar um idioma estrangeiro acaba sendo uma barreira para esses professores se inscreverem em outro programa no exterior. No caso da *Einsteinplus*, ainda existe uma alternativa, que é participar dos *workshops* oferecidos pelo ICTP-SAIFR, que trabalham com materiais desenvolvidos pelo *Perimeter Institute* traduzidos. Mas cabe ressaltar que essa alternativa só passou a ser oferecida a partir de 2018. Até então, os professores que quisessem ter contato com esse material necessitavam de um conhecimento mínimo de inglês ou de francês, que são as duas línguas oficiais do Canadá, e por mais de dez anos foram as únicas línguas nas quais esses materiais estavam disponíveis.

7.2.4 Preparativos Para a Viagem

Como mencionado anteriormente, muitos professores que participaram dos cursos do CERN e do *Perimeter Institute* estavam saindo do país pela primeira vez. Portanto, muitos tiveram que correr atrás de documentos como passaporte e autorização para sair do país (caso dos professores concursados em escolas públicas). Em geral, os professores não encontraram resistência por parte das escolas para obter essa autorização, mas destaca-se o caso de D1, que trabalhava nas redes estadual, municipal e particular na época em que foi selecionada e precisou entrar com recurso contra a rede municipal para obter a autorização para sair do país:

A escola estadual não me liberou a tempo, digamos assim. Eu fui, voltei e a liberação saiu depois por uma questão burocrática deles... E o Município

não me liberou, mas aí por questão de que eu já tinha publicação no *site* deles, já tinha uma divulgação em cima do meu nome, então eles acabaram entrando num recurso e eu consegui a liberação depois. [...] O argumento foi de que era mais importante em sala de aula do que fazendo um curso no exterior pago pelo governo. Assim... Mas deu tudo certo! (Fala de D1)

A fala de D1 mostra que nem sempre os órgãos públicos dão o devido valor à formação continuada, apesar de ela estar contemplada nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio:

Art. 58. A formação inicial, nos cursos de licenciatura, não esgota o desenvolvimento dos conhecimentos, saberes e habilidades referidas, razão pela qual um programa de formação continuada dos profissionais da educação será contemplado no projeto político-pedagógico. (BRASIL, 2013, p. 79)

Além da documentação, muitos professores relatam que se prepararam para participar dos cursos através de livros de divulgação científica. Os mais citados são “O Cerne da Matéria” (ROSENFELD, 2013), “O Discreto Charme das Partículas Elementares” (ABDALLA, 2016) e “Física de Partículas - Uma Abordagem Conceitual e Epistemológica” (MOREIRA, 2012a), além do próprio livro “Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN” (GARCIA, 2015) por parte daqueles que experienciaram as Escolas depois de 2015.

Antes do programa português, eu li o livro do Rosenfeld⁵, que conta um pouco a história dos aceleradores todos, por onde ele passou, como foi construído o LHC e tal... Ele não entra muito na Física muita coisa mas de como essas cooperações internacionais foram estabelecidas e tal... E continuei fazendo atividades de Física de Partículas, lendo um pouco mais sobre isso, mas aí de uma forma assim, mais como curiosa, coisas para leigos... Eu não fui fazer, por exemplo, uma matéria de Física de Partículas na universidade! Eu fui ler coisas que foram feitas para professores e alunos e público em geral... Ah, tem um outro livro que eu gostei bastante também que eu comprei antes de viajar, que é um... Esqueci o nome... É um todo ilustrado e bonitinho de capa dura amarela⁶... (Fala de C4)

Eu devorei aquele livro de cabo a rabo, de 500 páginas⁷, porque eu queria saber qual era a experiência que cada um teve antes, durante e o que fez depois porque eu ia passar por aquilo, eu queria saber se era a mesma experiência que eu ia ter. E eu já queria ter em mente do que eu desenvolvi depois. Quando eu retornei, eu comecei a construir a minha biblioteca. Então o Moreira foi o primeiro [mostra o livro *Física de Partículas - uma abordagem conceitual e epistemológica* de Marco Antônio Moreira], tá? A Maria Cristina foi o segundo [mostra o livro *O*

⁵ O livro ao qual ela se refere é *O Cerne da Matéria* do professor Rogério Rosenfeld, do Instituto de Física Teórica (IFT) da UNESP.

⁶ Livro “O Discreto Charme das Partículas Elementares” de Maria Cristina Batoni Abdalla

⁷ Livro “Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN”, organizado pelo professor Nilson Garcia

Discreto Charme das Partículas Elementares de Maria Cristina Batoni Abdalla]. E aí a coisa avançou. (Fala de A6)

Por último, um material que não pode deixar de ser citado para a preparação do professor é o próprio conteúdo postado no site do CERN. Todos os programas (nacionais e internacionais) disponibilizam sua programação completa no *site* do CERN⁸ com PDF de todas as apresentações realizadas. Desta forma, os professores selecionados para participar de um dos programas do CERN podem ter acesso a todo o conteúdo dos programas anteriores e saber o que vai ser abordado lá. Um exemplo de professora que fez isso é CO1, que, antes de se tornar coordenadora de *outreach* do ICTP-SAIFR, participou da Escola de Física CERN, da HST e da *Einsteinplus*, como ela mesma explica:

O que aconteceu foi o seguinte: eu trabalhava no cursinho popular. E aí, em 2008, quando o LHC ligou, eu e um grupo de amigos começamos a estudar Física de Partículas para ensinar para os alunos. Então, quando eu fui em 2010, eu já estava estudando há algum tempo o assunto. Então, não é que eu cheguei lá sem saber. E aí o que eu fiz foi: eu baixei todo o material que eles disponibilizam no site. Baixei o material do ano anterior e li, então eu estudei bastante antes de ir. Então eu sabia o que eles fariam mais ou menos (porque eles sempre mudam uma palestra ou outra)... Inclusive, eu levei o material, fiz anotações... Eu já tinha dado uma estudada antes. isso talvez tenha ajudado um pouco. (Fala de CO1)

7.3 Avaliação Segundo o Modelo de Guskey

7.3.1 Nível 1 - Reação dos Participantes

No primeiro nível do modelo de [Guskey \(2000\)](#), estuda-se o impacto inicial dos professores após participarem de um programa voltado ao seu desenvolvimento profissional. Como nesta pesquisa, os programas foram realizados em instituições bastante renomadas internacionalmente, a tendência de uma reação positiva é bastante natural, afinal os professores não estão participando de uma atividade cotidiana, e sim conhecendo um novo país com professores de diversas partes do mundo e, especialmente no caso do CERN, num local que muitos professores de Física desejam conhecer pelo fato de ter sido palco de muitas descobertas científicas importantes. Isso pode ser verificado, por exemplo, na fala de C5:

Um dos momentos mais impactantes, assim, que eu dei uma travada lá no CERN, foi quando estávamos andando e, daqui a pouco, eu olhei assim numa parede de um prédio e estava escrito *Antimatter Factory*. Aí então, para, para, belisca (risos)! Eu vou entrar numa fábrica de antimatéria, é isso o que você quer dizer? Sabe, aquilo foi uma coisa que eu não esperava. Nós sabíamos que ia ter... Mas quando eu me deparei com aquilo: “fábrica de antimatéria”, eu digo: “ué, estamos num outro

⁸ Disponível em <https://teacher-programmes.web.cern.ch/> Acesso em 21/11/22.

mundo!” Não, tu não tem ideia da grandiosidade que é o CERN, não tem! Só indo lá. (Fala de C5)

A fala de C5 mostra um deslumbramento do professor ao ter contato com o laboratório *Antimatter Factory* no CERN, pois antimatéria normalmente é um assunto estudado apenas teoricamente na graduação. Ver um laboratório com estrutura para produzir antimatéria com certeza é algo que deixa os professores de certa forma “encantados”. Já A6, em sua fala, demonstra um pouco desse “encanto” aliado à motivação para levar o conteúdo aprendido à sala de aula:

Então, tudo aquilo ali foi novidade, mesmo a novidade da câmara, que é uma novidade antiga, não é a novidade dos aceleradores. Chegar no acelerador e, assim, perceber como aqueles camaradas explicavam aquilo para gente com toda a paciência do mundo, sabe? De todas as etapas, de tudo que foi feito, foi um negócio assim, encantador! Eu não queria sair dali mais, mas eu tive que voltar para a minha realidade porque a minha missão era só olhar e contar pros outros, principalmente pros meus alunos, sobre aquele mundo e depois pedir que ele fosse para lá. No final, um colega disse para mim: “olha, o que a gente quer é que daqui a 5 anos, 6 anos, o teu aluno que tá terminando o Ensino Médio chegue aqui e que tu diga para gente como é que tá meu aluno, pergunto por um e-mail. Então te vira, vai lá e encanta.” Foi mais ou menos isso aí. (Fala de A6)

A fala de A6 vai um pouco mais além da de C5 na questão da reação dos participantes. Ambos revelam-se impressionados com a estrutura do CERN e com os pesquisadores do programa, que, segundo A6, foram bastante atenciosos com os professores. Mas A6 revela em sua fala a necessidade que ele sentiu de transmitir essa mesma sensação de “encanto” que ele teve aos seus alunos.

Sobre as reações iniciais dos professores, os coordenadores comentam:

O primeiro nível na avaliação dos programas para professores é fazer com que os professores curtam a sua experiência. Bonito! Nós aplicamos questionários no final do programa e adivinhe... O *feedback* é brilhante! É impressionante! Nós atribuímos isto ao “efeito CERN”. As pessoas vêm aqui durante uma semana ou três e saem daqui com o sentimento de que o CERN é um lugar mágico, o que eu pessoalmente, acho que é verdade! Eu não acho que nós teríamos este sentimento em algum outro lugar. (Fala de G2)

O comentário que mais aparece (nos questionários de avaliação) é de que esse é o melhor programa do qual eles já participaram enquanto professores. E de maneira geral, as avaliações são muito positivas. (Fala de G7)

As falas de G2 e G7 confirmam que a reação inicial dos professores que participam dos programas do CERN e do PI é normalmente muito positiva. Parte dessa reação pode ser atribuída ao sentimento de “encanto” de conhecer um lugar importante (o que G2

chama de “efeito CERN”) ou um material novo. É importante frisar que a fala de G2 contém ironia e que o coordenador não está apenas destacando o resultado positivo das avaliações, mas também apontando uma limitação do instrumento, que é aplicado logo após o evento, quando os professores ainda estão deslumbrados com a estrutura do local.

7.3.2 Nível 2 - Aprendizagem dos Participantes

Agora, iremos analisar como foi o aproveitamento dos cursos pelos professores. Neste segundo nível, [Guskey \(2000\)](#) divide o aprendizado em três tipos: cognitivo (referente ao conteúdo conceitual do programa), psicomotor (referente a habilidades, práticas e mudanças de comportamentos promovidas pelo curso) e afetivo (atitudes e crenças desenvolvidas pelos professores ao participar do programa). Como já foi mencionado em falas anteriores, os programas analisados são de curta duração (entre 1 e 3 semanas), logo, ainda que alguns programas tenham foco no conteúdo conceitual, não se espera que nenhum professor participe de um desses cursos e se torne um especialista em Física Moderna e Contemporânea, e sim que ele se sinta motivado a estudar mais sobre os temas apresentados e que leve alguns desses conteúdos para as suas aulas.

Sobre a aprendizagem cognitiva, cabem algumas considerações. Primeiramente, ainda que os cursos analisados sejam todos destinados a professores de Física do Ensino Médio, observa-se uma grande heterogeneidade, tanto em relação à formação dos professores quanto ao currículo trabalhado por cada um em sala de aula. Sobre a formação, destaca-se que, embora a maioria dos participantes da Escola de Física CERN seja licenciada em Física, por um critério da própria SBF, há participantes com formações em áreas afins que conseguem ser selecionados por possuírem habilitação equivalente à licenciatura. É o caso de B3, por exemplo, que é licenciada em Química, mas leciona Física na rede estadual por possuir habilitação na disciplina. Além da graduação em outra área, B3 cursou o Ensino Médio profissionalizante e não teve nenhum contato com Física durante essa etapa da sua formação. Situação completamente diferente é a de C3, por exemplo, que é licenciada em Física, possui mestrado em Engenharia Elétrica e doutorado em Tecnologia Nuclear (com período realizado fora do país) e leciona numa escola que adota o IB como currículo. É evidente que o aproveitamento do curso por B3 e C3 são completamente diferentes. Enquanto para B3 muita coisa foi vista pela primeira vez no CERN, C3 já estava bastante familiarizada com a parte de análise de dados, por conta da sua formação. Isso não quer dizer que ela dominava o conteúdo de Física de Partículas, como ela mesma destaca:

É, então... Tanto é que o primeiro [curso] que eu fiz foi bem mais difícil em função de estar tão fora da minha... Do meu escopo, né? Então, eu não sabia não! Fui lá, foi o primeiro contato mesmo! Até então, eu nunca tinha estudado [Física de Partículas] porque a licenciatura em Física é rasa, né? A coisa que eu fiz não aborda de forma alguma, a faculdade

também não... A gente falava do Síncrotron⁹ de Campinas, né? O pessoal da minha faculdade gostava muito. Tem a parte da eletrônica pesada que eles fazem, acabam colaborando, né? Então, era mais esse contato, assim, mas mais na área de Engenharia Elétrica, não tanto na parte de Física de Partículas. Então, para mim foi bem novo. (Fala de C3)

C3 foi uma das três professoras que fizeram parte desta pesquisa que tiveram a oportunidade de participar tanto da Escola de Física CERN quanto de um programa internacional ministrado em língua inglesa. A professora destaca que a participação no segundo programa foi fundamental para sedimentar conceitos que ela havia visto pela primeira vez no programa em língua portuguesa:

Porque tinha umas [palestras] na primeira [vez] que eu falava: “velho, o que é que esse cara tá falando?”[...] Eu falei: “cara, o que é isso aqui? E aí, depois eu fui estudar e comecei a ligar os [pontos] e no HST eu falei: “não, agora faz sentido! Agora eu tenho a *big picture!*” (Fala de C3)

Olhando agora para a aprendizagem psicomotora, quando analisamos os programas do CERN e do *Perimeter Institute*, vemos uma diferença bem grande na maneira como veem o papel do professor. Nos programas do CERN, a programação é composta maciçamente por palestras e visitas às instalações do local. Ou seja, a transposição didática do conteúdo de FMC é deixada totalmente a cargo dos professores. Já na *Einsteinplus*, a programação é composta principalmente por oficinas de atividades para serem aplicadas em sala de aula. No *Perimeter Institute*, existe uma equipe que tem como função elaborar materiais didáticos e testá-los com professores. Isso facilita bastante o trabalho dos docentes que participam do curso, pois alguns deles (sobretudo os do grupo D) possuem jornadas de trabalho muito longas, atuando em mais de uma escola e não dispõem de tempo necessário para preparar um material específico sobre FMC. Sobre essa diferença entre os cursos, A5, que participou da Escola de Física CERN, da *Einsteinplus* e da ITW comenta:

Eu discordo com o pessoal do CERN numa coisa que eles falam de formação de professores, que eles dizem que não adianta você ensinar tipo metodologias de ensino para professores, você tem que dar o conhecimento e o professor vai colocar aquilo na prática dele. Eu discordo! Eu já sou muito mais uma *vibe* PI. Eu acho que, sim, adianta. Se você dá uma coisa mais pronta, o professor ainda consegue adaptar. Mas assim, a gente tem uma vida muito corrida, é muita coisa. E mesmo a gente que é de Instituto Federal tem hora de preparação, mas nunca dá tempo de preparar. (Fala de A5)

A fala de A5 mostra um fator importante para a transposição didática, que é a **operacionalidade** (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p. 396). Segundo o autor, um dos critérios para a transposição didática acontecer é haver ampla variedade de exercícios e atividades sobre o tema proposto. Desta forma, a proposta do *Perimeter*

⁹ Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS).

Institute caminha para algo com mais chances de chegar à sala de aula do que as propostas do CERN.

Porém, é digno de nota que, apesar de os programas do CERN possuírem um enfoque mais em palestras e visitas técnicas, tanto o programa em língua portuguesa quanto os internacionais apresentam uma oficina de construção de uma câmara de nuvens para a observação de raios cósmicos, que é bastante mencionada pelos professores participantes como um momento marcante:

Eles faziam um experimento lá, aquela câmara de nuvens, que é o experimento que eles usam para mostrar. Eu não sei como está agora, mas naquela época o “momento ensino” era este. Você fazia a câmara de nuvens, algumas pessoas já tinham visto na internet, eu nunca tinha visto, desconhecia realmente... E aí você via as partículas, era um efeito bacana e tal! Mas as analogias que eu acho que são centrais para isto e os limites delas eles não tinham muito. (Fala de A3)

Percebe-se pela fala de A3 que a oficina didática é vista como o único momento realmente pedagógico da Escola de Física CERN. No entanto, apesar de marcante, o experimento não é algo simples de ser reproduzido em sala de aula, pois utiliza gelo seco, que não é um material fácil de se encontrar em qualquer região do Brasil, como pode ser visto pela fala de A7:

Não, eu não consegui [construir a câmara de nuvens] porque na região que eu trabalho estava muito difícil conseguir o gelo seco, né? Então eu tentei, mas eu fiquei muito em cima dela, tentei desenvolver com [extintor de incêndio], mas eu não conseguia baixar da temperatura, consegui chegar próximo, -20°C , mas não foi suficiente ainda, aí agora com algum edital do Instituto eu consegui comprar um compressor e eu vou construir aquela com compressor, né? Aí então eu pretendo desenvolver, eu quero desenvolver ela ainda com o compressor. (Fala de A7)

Percebe-se que, até mesmo para A7, que trabalha em um Instituto Federal, portanto uma escola com bastante infra-estrutura, foi difícil construir uma câmara de nuvens com seus alunos (até o momento da entrevista o professor ainda não havia conseguido construir o experimento). É de se imaginar então que dificilmente esta atividade foi levada a escolas estaduais e municipais.

No entanto, não se pode restringir o alcance pedagógico dos programas do CERN a apenas uma atividade experimental. O fato de o programa ser oferecido em um dos maiores centros de pesquisa do mundo já é, por si só, um diferencial, pois os professores, em geral, não têm dimensão sobre como acontece a pesquisa contemporânea nem sobre como funciona uma colaboração internacional como o CERN, como aponta C5:

O que tu leva de mais bacana é como que quando um grupo de pessoas quer fazer uma coisa, se dedica, trabalha... Mas assim, trabalha, se doa

para aquilo, como que as coisas funcionam! Acho que o maior, digamos assim, legado que eu trouxe do CERN foi isso. Porque tu vê tudo aquilo funcionando e acontecendo coisas que parece que são mágica acontecendo, de tão legal que é, né? A análise do impacto das partículas que são geradas quando colidem os prótons lá dentro do ATLAS e do CMS, aquilo ali... E a velocidade com que os dados são tratados, como são tratados, tudo... Então, no caso, eu, que tenho uma percepção de como funcionam essas questões de eletricidade, de eletrônica, de tratamento de dados, de dados que são confiáveis, dados que não são confiáveis, nossa! Aquilo ali, para funcionar, é preciso ter um grupo de pessoas que queiram fazer aquilo funcionar, se dediquem, trabalhem e sejam muito eficientes no que fazem. (Fala de C5)

É de se imaginar que, diante de um local onde aconteceram muitas descobertas importantes da Física, os professores realmente se sintam impressionados. Porém, o ambiente traz não apenas um “encanto”, mas também questões filosóficas acerca da Ciência, como mostra A2:

[Eu via Filosofia no CERN] o tempo todo porque eu já estava vindo da História da Ciência e peguei, já estava muito imersa na área de Filosofia e os grandes filósofos da ciência são os cientistas, são físicos e biólogos e matemáticos, então eu já estava conseguindo filtrar, enxergar para além de números as equações. Eu consigo entender que equação é uma linguagem que está tentando se comunicar, que está tentando tangenciar a natureza. E o que eles perguntam para a natureza para a natureza responder daquela forma? Então o meu olhar estava assim, é claro que eu não consegui acompanhar todo o desenvolvimento matemático daquilo ali, eu tive dificuldade e não estava a fim naquele momento de lidar com aquela dificuldade, eu vi gente tentando de todas as formas aprender, dissecar aquelas contas, eu não estava preocupada com isso, eu já tava preocupada no que gerou aquela pergunta para a gente ter, para a natureza nos entregar aquela equação. Então quando eu ia para um laboratório é o tempo todo isso, o que que a gente está avaliando aqui, o que a gente está tentando enxergar aqui, essa experiência é exatamente para quê? Da onde vem esse conceito? De onde surge esse conceito? Isso é falado lá, só que a gente tem... Como a nossa formação científica dentro da Física, ela não trabalha a nossa mente para olhar o lado filosófico e metafísico que tem dentro da Ciência, mas tem o tempo todo e estava lá o tempo todo juntamente com as equações. As perguntas que se faz quando a galera começa a descobrir o conceito de inércia, da onde que surge a inércia... Porque, quando você discute massa, você discute conceito de inércia! Cara, isso é altamente filosófico e passou despercebido por muita gente porque o pessoal fica fissurado na conta, no laboratório, na comprovação científica, né? Então eu já estava com o olhar assim, vendo, por exemplo, se é possível fazer uma ciência pura, uma ciência pura sem, por exemplo, a influência de uma cultura por trás disso. Então eu já estava vendo a quantidade de dinheiro investido ali, quem estava investindo dinheiro, quais eram as áreas que estavam tendo maiores investimentos, maiores pesquisas, então a área da Medicina estava ali, pesada ali no CERN na questão do câncer e tudo mais... Enfim, eu fui com esse olhar, sabe? E dentro disso eu acho que eu consegui aproveitar muito bem. (Fala de A2)

Dentre os professores participantes da Escola de Física CERN, A2 é provavelmente uma das que possui trajetória mais incomum, pois sua graduação foi em Física-Licenciatura,

seu mestrado foi em História da Ciência e seu doutorado (concluído após participar do evento) foi em Filosofia. Essa formação mais abrangente fez com que a professora tivesse um olhar diferenciado para a Escola de Física CERN. Enquanto a maioria dos participantes se focou no conteúdo específico de Física de Partículas, A2 conseguiu utilizar essa experiência para levantar questões filosóficas que seriam posteriormente levadas à sala de aula.

Outra questão destacada por A2 é sobre o investimento gigantesco que se faz em uma instituição do porte e sobre quem se beneficia com todo aquele investimento. Outra participante que teve uma formação direcionada à Filosofia foi B5, que cursou o mestrado em Ensino de Física (também concluído após a participação na Escola de Física CERN) com a sua dissertação voltada à História e Filosofia da Ciência, e levantou uma questão semelhante:

A gente estava em um daqueles, agora eu não vou lembrar, que era aquele local que tinha uma exposição e nos ambientes tinha uma linha cronológica nas paredes desde o início do CERN, mostrando o que foi descoberto e tal... A gente estava naquela visita e aí eu fui perguntar para ele [G1]... Eu lembro que ele até estranhou a minha pergunta porque geralmente as pessoas estavam perguntando coisas específicas: “essa máquina faz o quê?” “mas e partícula tal?” e eu cheguei assim: “diante de todas essas descobertas e aplicações delas no mundo, como você se sente?” Eu me lembro dessa situação sabe? Em outras palavras: “no que aquele trabalho gigantesco, aquele trabalho suntuoso que a física faz naquele lugar incrível... Qual é a participação do mundo naquilo? Ou qual que é a participação daquilo no mundo?” Então, isso foi muito...

Enfim, são questões mais de um debate social, né? De um debate mais filosófico, ideológico... Então isso foi mais à flor da pele... Porque todos os detalhes de Física, eu pensei assim: “eu não vou conseguir reter, muito menos aprofundar isso em uma semana! Eu posso ir atrás disso depois!” Por isso que eu destaquei a questão de continuidade, porque eu acho que isso só é possível com a continuidade! Se, de repente, depois da viagem do CERN, a gente tivesse todos montado um curso de extensão, por exemplo, para dar acesso a muitos professores que não vão poder estar nesse programa, entendeu? E continuado: “olha, você pesquisa a partícula tal, eu pesquiso o CMS, você pesquisa o ALICE...” Enfim, parou! Só que eu acho que os conteúdos duros, vamos dizer assim, isso é fácil de correr atrás depois! Eu acho que o grande desafio é situar aquilo no mundo mesmo! Quer dizer, aquilo tudo é para quem? Esse programa é para quem? É para estudantes de escolas particulares? É para estudantes de escola pública? Para quem que é, né? (Fala de B5)

As falas de A2 e B5 são importantes porque carregam uma questão que grande parte da sociedade de se faz ao ler uma manchete sobre o CERN ou LHC: qual é o sentido de uma pesquisa dessa natureza e como a sociedade se beneficia disso?

É claro que se pode citar algumas das tecnologias que surgiram graças a pesquisas realizadas no CERN, como a *world wide web* e as telas *touch screen*, hoje amplamente utilizadas pela população, porém não é trivial mostrar a importância da pesquisa básica à sociedade e essa discussão quase nunca é levada à sala de aula.

Pensando nessa questão, os programas internacionais do CERN passaram a incluir em suas edições conteúdos que iam além da Física, como por exemplo, aplicações médicas da Física de Partículas, pesquisas em ensino de Física e igualdade de gênero na educação. Porém, desses três temas, apenas o tema “aplicações médicas da Física de Partículas” esteve presente em todas as edições da HST desde 2006 e em todas da ITW. Esse tema também está presente no programa em língua portuguesa desde 2013 e tem um forte papel motivacional no ensino, como destaca C7:

Tem uma coisa que eu uso, que eu já usava desde antes de ter ido lá, mas agora eu até consigo dar mais, que é: onde usa, então as aplicações de tudo isso. E é o que vários alunos falam: “mas para que é que você vai acelerar os negócios e bater? Para que você usa isso?” Então, uma das palavras que mais gostei, assim, fiz uso bastante com vários alunos são as aplicações, especificamente a aplicação médica. Então, quando eles falaram de detecção de doenças, de câncer, de tumor, tratamento de tumor e tudo mais, eu especificamente falo muito porque eu tive câncer! Então, eu tive... Eu tenho a perspectiva de paciente, de ter passado por tudo, de ter feito os exames usando, assim, máquinas que... Depois você vai ver, você vai vendo de onde veio isso, de onde vem essa tecnologia e não sei o quê... Teve coisa que veio de lá! [...]

O fato de que eu passei por tudo isso e pelos processos e que eu até falo muito para os meus alunos disso, essa palestra sobre tratamento e tudo relacionado ao câncer, por exemplo, foi uma das que mais gostei e é a que eu mais uso! Já usava antes e agora tenho até mais informações! Porque o que eu achei bacana lá é que eu descobri novas tecnologias que ainda não estão sendo usados. Então, as que tem agora, eu até passei por algumas, então eu sei explicar para os meus alunos bem. Eu sei até falar como que é, você como pessoa, como paciente, como que é: você espera bastante, o que você sente... Porque eu fiz! Agora, planos para o futuro, como isso vai melhorar e tal, eu não sabia muito. Então, foi bem bacana ter descoberto, assim, sim o que é que eles querem fazer, e aí isso tinha a ver com antipartículas. Então, quando eu voltei e falei com os alunos, eles falaram: “mas como assim? O que é que tem a ver? Mas uma antipartícula, o que é que é isso?” E aí, você fala... Porque daí, quando você fala: “é a antimatéria”, eles acham que é um negócio só de filme de ficção. E aí, quando eu falo: “não, tem a ver com tratamento de câncer”, eles: “opa! Como assim?” Então, aí você consegue fazer essas conexões, né, de coisas que eles ouvem e só acham uma lenda, assim, uma coisa bem louca tipo antimatéria... E não! Se você fala: “não! Está sendo desenvolvido coisas que têm a ver com isso e têm efeitos muito práticos, que é o tratamento de câncer, por exemplo! (Fala de C7)”

A experiência de C7 ilustra como uma questão pessoal de saúde a levou a se interessar pelo tema de Física de Partículas. Para C7, ainda que o curso do qual participou (ela participou da HST em 2019) tenha uma estrutura conteudista, ela conseguiu enxergar as aplicações práticas daquele conteúdo e inclusive soube aproveitar o que muitos considerariam uma questão delicada como um tema motivador para a inserção do conteúdo de Física de Partículas em suas aulas.

Por último, é fundamental ressaltar a aprendizagem afetiva dos professores. Além de ter contato com novos conceitos e atividades, muitos professores destacam que, após

participar de um evento internacional, eles se sentem mais confiantes para trabalhar FMC em sala de aula, como mostram os depoimentos de D3 e D7, que participaram da Escola de Física CERN em 2016 e 2019, respectivamente:

Depois que você vai ao CERN você... Na teoria, o que você lê e estuda você fica meio que inseguro com aquilo, com aquele conteúdo, mas quando você vai ao CERN, você assiste às aulas, às palestras, você consegue... Eu não sei se é diferente porque você teve aula com pessoas que estão lá na Ciência mesmo, trabalhando... Você se sente mais autoconfiante, uma autoconfiança maior, você sente o domínio do conteúdo maior. Eu sinto isso também, eu falo com mais propriedade, até eu brinco com eles: “eu estou falando porque eu fui lá, eu estava lá, eu sei como é que é!” Então a gente sente já um domínio maior. (Fala de D3)

É como se eu falasse com um pouco mais [de] propriedade, mais conhecimento de causa. Então, antes eu falava de uma coisa que você estudou nos livros, que você entendeu, que você viu ali algumas relações, né? E que, geralmente, na universidade, são cursos bastante penosos, né? Para quem faz Física, vai passar por Física de Partículas e tal... Você sua para caramba para tentar entender aquele negócio, então é tudo muito abstrato. E continua sendo, não deixa de ser! Porque tem muita coisa nova acontecendo, né? Mas, quando você vê, por exemplo, um acelerador e você vê que tem coisa acontecendo e você consegue trazer... Aquilo que estava no campo teórico, você consegue trazer para o campo experimental e você consegue observar algumas coisas, se torna algo bastante interessante, é algo novo, né? Então, você realmente se sente um pouquinho mais seguro, né?

Não quer dizer que... Assim, o curso foi uma semana, então você não sai o *expert*, obviamente que não! Mas você começa a ter algumas pinceladas o que pode ser, né? Então, quando a gente pega algumas fotografias do que foi uma colisão, e você vê aquele monte de rabisco e tal e você fala: “cara, o que é que é isso?” E você começa a discutir com um cara que é o pesquisador e que olha para aquele monte de dado e começa a discutir: “pô, tá vendo isso? Tá vendo aquilo? Tá vendo aquilo outro? Isso aqui é a partícula tal, a partícula não sei o quê, pá pá pá...” E você começa a entender: “nossa, olha só que interessante!” Para uma coisa que, para mim era cheia de rabisco num dado momento, e que a gente via também nos livros e tal e tudo mais, começa a fazer um sentido um pouquinho maior, né? (Fala de D7)

As falas de D3 e D7 mostram que o simples fato de os professores participar de um curso em uma instituição com o renome que tem o CERN já lhes causam um impacto psicológico muito grande. Mesmo tendo contato com o conteúdo conceitual na graduação ou na pós-graduação ou mesmo através de livros de divulgação científica, os professores nem sempre se sentem confortáveis para inserir a FMC em sala de aula. A visita a um centro de pesquisas parece quebrar um pouco dessa barreira, pois o professor se sente falando com um pouco mais de propriedade sobre o assunto, como é o caso de D3, ou com mais exemplos para ilustrar suas explicações, como é o caso de D7. No entanto, essa fala não é unânime, como podemos ver pelo depoimento de A5, que participou da Escola de Física CERN em 2016, mas só se sentiu mais autoconfiante para trabalhar FMC em sala de aula depois de participar da *Einsteinplus*:

[Após a Escola de Física CERN], eu senti mais confiança no meu conhecimento daquilo, o que eu acho que é muito diferente de você ter confiança para aplicar e trabalhar isso em sala de aula. Para mim, é uma coisa totalmente diferente. Eu me sinto muito mais confiante depois do PI, não depois do CERN. Eu me sinto mais confiante comigo depois do CERN. Então assim, se um aluno me fizer uma pergunta sobre pesquisa em Física de Partículas, é comigo. Se eu vou pegar e abordar numa forma de atividade em sala de aula, pesquisa em Física de Partículas, eu já vou ter que parar e pensar em... Sabe? Talvez puxar um PI assim. Então para mim são coisas bem diferentes! (Fala de A5)

Percebe-se que, por ter participado tanto dos cursos no CERN quanto no *Perimeter Institute*, A5 enxerga a experiência no CERN como algo que a beneficiou do ponto de vista conceitual, mas não foi suficiente para lhe dar segurança para trabalhar conteúdos de FMC em sala de aula. Essa confiança veio depois que ela teve contato com o material do PI, que não só apresenta o conteúdo, mas também propostas de inserção desse conteúdo em sala de aula.

Com isso, encerra-se a análise do aproveitamento dos cursos pelos professores. A seguir, analisar-se-á o quanto desse aproveitamento foi levado às salas de aula e quais foram as estratégias utilizadas para fazê-lo.

7.3.3 Nível 3 - Suporte Organizacional e Transformação

Um dos grandes desafios dos programas do CERN e do PI é fazer com que professores do Ensino Médio trabalhem conceitos de Física Contemporânea em sala de aula. Tendo em vista o currículo das escolas brasileiras, na qual a Física do século XX em diante já é pouco trabalhada em sala de aula, como inserir conteúdos como a descoberta do bóson de Higgs e a primeira detecção de ondas gravitacionais, que aconteceram há menos de uma década?

Primeiramente, é importante destacar que esse cenário não é uma exclusividade do Brasil. Na entrevista com os coordenadores da *Einsteinplus*, G6 destaca:

Quando nós fizemos um levantamento sobre o ensino de Física Quântica, esse conteúdo fazia parte do currículo [do Canadá] e a recomendação era de que o professor dedicasse pelo menos duas semanas ao assunto, mas a média de tempo variava entre 0 e 3 dias! Então eles não estavam fazendo aquilo que deveriam fazer porque havia muito medo... (Fala de G6)

Como pode-se ver, a realidade canadense não é muito diferente da brasileira. Em ambas, a FMC está presente nos currículos das escolas, mas isso não significa que ela está realmente sendo levada às salas de aula. O Canadá ainda enfrenta um problema mais sério que o Brasil, pois, além do “medo” dos professores de trabalhar um conteúdo que eles não dominam, como foi mencionado por G6, ainda existe uma resistência por parte da comunidade em deixar que a FMC faça parte do currículo, pois lá não são apenas

especialistas em ensino de Física que definem o currículo de Física do Ensino Médio, como apontam G6 e G7:

No Canadá, não há nenhum currículo de Física de Ensino Médio em uma província que não tenha tido um membro da rede de professores do *Perimeter* em seu comitê de elaboração. Então eles participaram da *Einsteinplus* e permaneceram conectados a nós promovendo workshops e desenvolvendo recursos. Então ter a voz de uma dessas pessoas à mesa é algo bastante importante e influente. Eles ajudam a reforçar a importância da Física Moderna no currículo. (Fala de G6)

O problema é que há outras vozes, então depende de quem tem a voz mais forte. Ao mesmo tempo em que há essas pessoas, também há outras dizendo que o currículo deveria ter menos Física Moderna e mais Engenharia. Os engenheiros querem que os professores de Física trabalhem mais diagramas de queda livre e Física Clássica porque isso é mais importante para a Engenharia. (Fala de G7)

Essa é outra voz forte nos departamentos de Física das universidades porque eles acham que os professores de Física não tem capacidade nem habilidade para ensinar Física Moderna direito, então nem deveriam ensinar! Mas, no fim das contas, não há dúvidas de que a *Einsteinplus* elevou a qualidade do ensino de Física Moderna no Canadá e, sem dúvida, em menor escala, ao redor do mundo nas jurisdições em que deixamos a nossa pegada. Mas nós não dizemos isso em vão. É uma consequência natural de ter boas pessoas engajadas no conteúdo de qualidade que nós somos capazes de produzir. (Fala de G6)

Percebe-se então que *Einsteinplus* surge no Canadá não apenas com o objetivo de preparar os professores para trabalhar conteúdos de FMC que estão presentes em seus currículos, mas também de mostrar a importância desses conteúdos, uma vez que o grupo que determina o currículo de Física no Canadá é mais heterogêneo que o do Brasil e existe uma resistência à inserção de FMC no currículo canadense.

Indo agora à realidade brasileira, destacam-se aqui alguns paralelos em relação à realidade canadense. Assim como no Canadá, poucos professores de Física no Brasil sentem-se seguros para trabalhar FMC em sala de aula. Essa insegurança se pode ser justificada tanto pela falta de contato dos professores com a FMC em sua formação como também pela falta de referenciais sobre como ensinar esse conteúdo a estudantes do Ensino Médio (REZENDE JUNIOR; SOUZA CRUZ, 2009).

Um bom exemplo pode ser observado nas falas dos professores de escolas federais. Quando entrevistados, esses professores mencionam que muitas vezes suas escolas lhes dão suporte à inovação curricular, mas a resistência vem por parte de colegas de profissão, que têm conhecimento de FMC, mas não acreditam que esse assunto deva fazer parte do currículo do Ensino Médio. É o caso de A1, que comenta:

Aqui no [nome da instituição omitido] nós temos uma autonomia grande por departamento, então se o departamento banca uma determinada operação as coordenações pedagógicas, elas não costumam colocar empecilhos, desde que nós estejamos ali mesmo com um consenso formado

de que é necessário mudar. Inclusive mudar conteúdo de um ano para outro, essas coisas são feitas dentro do departamento.

[A maior dificuldade é de convencer] colegas! A grande tendência deles é fazer como uma coisa suplementar: não são contra fazer, desde que não seja curricular, desde que seja um seminário que você dê durante o ano, mas para ser currículo, para eles terem que ministrar essas aulas de forma regular, isso é uma dificuldade. (Fala de A1)

Para A1, que trabalha numa instituição federal, a resistência em inserir conteúdos de FMC vem desde a formação inicial dos professores até a falta de material para trabalhar esses conteúdos com alunos do Ensino Médio. Em suas próprias palavras,

São professores que muitas vezes não tiveram esses conteúdos na sua graduação, muito menos como transpor didaticamente esses conteúdos para o Ensino Médio. Então a resistência se dá por essa questão. Hoje já está muito melhor, mas alguns anos atrás você não tinha material didático, os livros didáticos não traziam isso, então isso também era um problema que hoje já foi um pouco superado. É a mesma coisa da introdução de História e Filosofia da Ciência no Ensino Médio, ou seja, você passar a ensinar alguns conteúdos nessa perspectiva histórica, usar a História da Ciência para ensinar Física, é uma coisa também que teve muita resistência. Enquanto é dado de uma forma extra, ok. Mas para você inserir novos conteúdos é muito difícil ainda. Por quê? Porque você não tem formação, a formação continuada, ela não cumpre esse papel e depois você não tem material didático e depois você precisa ter de fato tempo para poder se dedicar a essas mudanças estruturais e muitas vezes nós não temos esse tempo, então precisa ter de fato uma vontade política para fazer isso dentro do departamento. (Fala de A1)

Já D2 enfrentou uma situação mais complicada na instituição onde trabalha, na qual um professor manifestou claramente que não via necessidade de ensinar FMC no Ensino Médio:

No ano passado, a gente discutiu sobre a nova grade curricular no Ensino Médio para o [nome da instituição omitido]. Aí, eu coloquei na roda a discussão sobre Física Moderna, né? Os colegas, assim, primeiro ficaram mudos! Era um... Como é que é aquela reunião? Aquelas salas virtuais, sabe? Cada um no seu *campus*, né? Os colegas ficaram mudos e um disse assim: “ah, eles não precisam saber Física Moderna!” (Fala de D2)

Diferentemente de A1, que cita tanto a formação quanto a dificuldade na transposição didática como fatores de resistência, D2 não acredita que o principal problema seja falta de conhecimento da FMC, pois o colega mencionado na sua fala era formado em Física, inclusive com mestrado, porém não na área de Ensino. Para D2, a formação na chamada “Física dura” é insuficiente para professores trabalharem FMC no Ensino Médio, pois não ensina os professores a trabalhar esses conteúdos em sala de aula:

Claro, depois eu fui ali, olhei no *lattes* de todas as pessoas, né? Vi que só uma, além de mim, tinha formação em Ensino de Física. E aí, claro,

me levou àquela coisa: a pessoa não sabe, pessoa não vai ensinar [...] Ele era licenciado, mas tinha o mestrado numa parte da Física “dura” e aí, de repente... Eu não me lembro qual é a área...” (Fala de D2)

As falas de A1 e D2 mostram que existe uma preocupação entre os professores de Ensino Médio de inserir FMC em seus currículos, mas essa preocupação nem sempre é compartilhada por colegas de profissão, o que torna a tarefa de levar FMC à sala de aula bem mais difícil.

Já no caso das escolas estaduais, o currículo normalmente é determinado pela Secretaria de Educação de cada estado. B7, por exemplo, que trabalha no Estado de São Paulo, apontou que o material adotado pelas escolas estaduais do seu estado apresenta diversas atividades voltadas ao ensino de FMC, portanto ela não apenas não encontrou resistência, como também utilizou o material do PI para cumprir a proposta curricular da sua escola:

Logo nas primeiras aulas, esse Caderno do Aluno¹⁰ do segundo semestre do terceiro ano, uma das atividades fala sobre espectros atômicos... E dá para a gente casar isso com a atividade de expansão do Universo do *Perimeter*, porque aí a gente analisa o espectro das estrelas, os elementos que compõem a estrela... E a atividade de *Perimeter* é: quando isso se desloca para o vermelho, dá para a gente calcular qual é a velocidade de afastamento das estrelas, você traça um gráfico e calcula a idade do universo... Então essa atividade dá para a gente casar com essa outra de expansão do Universo, que eu acho que é bem redondinho, sabe? Encaixa perfeitamente ali! (Fala de B7)

A maior resistência, no entanto, veio por parte das escolas particulares. Embora algumas tenham se mostrado bastante favoráveis à inovação curricular (sobretudo as escolas onde trabalhavam os professores do grupo C), as escolas que adotavam materiais de ensino apostilados se mostraram bem menos favoráveis a propostas que incluíssem FMC. Mesmo assim, D6 relata uma experiência sua na qual ela conseguiu trabalhar com o material do PI mesmo numa escola com estrutura curricular mais rígida:

Olha, o meu coordenador era um cara muito dez. No [nome da escola omitido], principalmente, que é a escola mais fechada que eu dei aula, que tinha apostila e não tinha conversa: dia tal tem que dar a Aula 30, não tem conversa, assim. Não importa se os alunos estão indo bem ou não. Mas eu consegui ir ajeitando e... Porque o que eu fiz? Eu peguei a apostila, abri e estudei ela inteirinha. E assim, apesar de na aula 30... Porque o que é a apostila? Pelo menos o que era a do [nome da escola omitido]? Tinha a aula, que tinha um conteúdo, um pedaço de conteúdo, e um ou dois exemplos. E aí, só que eu tinha liberdade de como trabalhar esses exemplos. Eu podia, eu tinha 45 minutos para dar então um conteúdo e dois exemplos. E aí o tempo que eu levava, se eu aprofundasse mais os exemplos, eu usava os 45 minutos. Se eu não aprofundasse nos exemplos, se eu fizesse eles superficialmente e me concentrasse mais no conteúdo,

¹⁰ Material didático utilizado nas escolas estaduais de São Paulo.

dava para dançar com isso. Então eu peguei, estudei a apostila de cabo a rabo, e vi as aulas em que eu ia mais aprofundar [...] Então eu fui bolando as dinâmicas que eu conseguisse ir introduzindo [o material do PI]. E aí deu um melhor resultado no apostilado, porque daí quando os alunos iam resolver os exemplos da apostila às vezes eles resolviam sozinhos! Às vezes eu falava “lê o exercício”, eles liam, pelo menos a maioria lia, a gente já resolvia ali rápido, sabe? Então foi, e começou a dar certo, aí o diretor falou “vai na fé”, né? Vai na fé, então enquanto estiver dando certo você vai fazendo. E foi! [...]

E aí, poxa, a gente trouxe naquele ano, para o primeiro ano, 5 medalhas, entre a Olimpíada de Astronomia e de Física. E eu, acho que muita coisa parte desse trabalho, dos alunos perderem medo e tal, então eu fiquei... E com esses resultados que vinham de fora, o coordenador, que é um cara muito dez, ele pegou confiança no meu trabalho, entendeu? E relaxou! (Fala de D6)

A fala de D6 mostra que, mesmo em escolas com estrutura curricular mais rígida, é possível trabalhar com um material que introduza a FMC, como é o caso do material do PI. As conexões que o material faz entre Física Clássica e FMC permitem uma aceitação maior desse material nessas escolas pois eles não deixam de lado o conteúdo tradicional. Em vez disso, eles buscam utilizar tópicos de FMC como exemplos para tornar a própria Física Clássica mais interessante para os alunos.

7.3.4 Nível 4 - Uso dos Novos Conhecimentos e Habilidades pelos Participantes

Uma forma encontrada pelo PI de lidar com a resistência que algumas escolas apresentam em incluir FMC em seus currículos foi elaborar atividades que conectam o currículo de Física tradicional com assuntos mais contemporâneos. Um exemplo de material que faz essa ponte é *O mistério da Matéria Escura*¹¹, que se inicia com uma atividade de Mecânica Clássica sobre Força Centrípeta para introduzir um problema em aberto na Física, que é a discrepância na velocidade de rotação de estrelas mais distantes do centro das galáxias com os valores previstos teoricamente. Utilizando esse tipo de abordagem, os professores de Física não precisam necessariamente interromper o ensino da Física Clássica para iniciar o ensino da FMC, deixando esta destinada apenas ao último bimestre do terceiro ano do Ensino Médio, que é o que normalmente os livros didáticos propõem, e sim apresentar conteúdos de FMC junto aos conteúdos presentes no currículo tradicional. Sobre isso, D6 comenta:

Do material do *Perimeter*, eu não vou dizer que eu usei todas as atividades, são muitas, não usei todas. Mas, então pensa no livro: cada tópico tem todas as atividades, eu já usei todos os livros. Não todas as atividades de todos os livros, mas todos os livros. Então eu uso a parte de buraco negro, eu estou falando de gravitação, eu uso a parte de matéria escura quando eu tô falando de movimento circular, e eu vou transitando por

¹¹ Download disponível em <<https://resources.perimeterinstitute.ca/collections/astronomy-space-1/products/the-mystery-of-dark-matter?variant=17146201478>>. Acesso em 26 dez. 2022

todas essas coisas, dualidade onda-partícula quando eu estou falando de ondas... Eu pego algumas ideias emprestadas também para falar de outros conteúdos, então, às vezes, por exemplo, para falar de gráfico, para falar de vetor, eu uso a parte de Partículas, então Partículas geralmente é para ensinar momento, momento linear, mas eu pego aquela ideia das partículas para falar de vetor já no primeiro ano. Então já trabalho com isso na ideia de vetor, que é uma ideia que pessoalmente meus alunos têm muito problema. (Fala de D6)

Percebe-se pela fala de D6 que o material do PI lhe serviu não apenas como um material para trabalhar a FMC em si, mas também como suporte para trabalhar conteúdos mais básicos, que vão desde vetores e gráficos até alguns conteúdos de Física Clássica que faziam parte do currículo adotado pela sua escola, como Gravitação e Momento Linear.

Isso demonstra que a *Einsteinplus* não apenas motiva o professor a trabalhar a FMC em sala de aula, como também instrumentaliza o professor para essa proposta, algo que não acontece nos programas para professores do CERN, que possuem um grande poder motivacional para os professores, que saem do curso determinados a estudar mais sobre Física de Partículas e o CERN, mas muitas vezes sem saber como inserir esse conteúdo em suas aulas sem prejudicar a estrutura curricular que são obrigados a cumprir.

Uma das soluções para esse problema proposta pelo IPPOG (*International Particle Physics Outreach Group*) é a criação das *masterclasses*, que são atividades voltadas a alunos do Ensino Médio, normalmente realizadas em universidades ou Institutos Federais, que contam com uma videoconferência realizada com pesquisadores do CERN ou do Observatório Pierre Auger na qual os estudantes podem conversar diretamente com pessoas que trabalham nessas instituições¹². Um professor que tem bastante envolvimento com as *masterclasses* é A4, que leciona em um Instituto Federal e participou da Escola de Física CERN em 2012 e comenta:

Bom, a *Masterclass* é um dia onde os alunos fazem, viram físicos de partículas por um dia basicamente... Só que aqui em Natal a gente faz dois dias para os alunos de Ensino Médio, tem um dia de folga, e dois dias para os professores. Aí a gente faz com curso junto com o pessoal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e o ano passado já com o pessoal do Instituto Internacional de Física, que também encampou a ideia de fazer isso para motivar os professores do ensino médio também a motivar os alunos do Ensino Médio a ingressar na carreira científica. E aí a gente está usando o CERN como um, como é que se diz, um agente motivador, certo? (Fala de A4)

Atualmente, a participação dos professores que participaram da Escola de Física CERN nas *masterclasses* é bastante significativa. Porém, um dos grandes empecilhos para a participação de todos é a localização geográfica. No caso de A4, por ser professor de

¹² Mais detalhes sobre as *masterclasses* podem ser encontradas no site do IPPOG em <<https://physicsmasterclasses.org/>>

um Instituto Federal e por morar em uma cidade que conta com outras universidades públicas, as condições foram satisfatórias para que ele conseguisse ajudar a organizar uma *masterclass* na sua cidade. Mesmo para professores que não lecionam na rede federal, a participação é possível, mas fica condicionada à localização do professor e condições financeiras da escola, pois nem toda cidade tem uma instituição que realiza *masterclasses* ou possui verba para deslocar seus alunos a essas instituições. Por isso, na maioria dos casos, a participação nesse evento é inviável, motivo pelo qual os professores entrevistados nesta pesquisa que participaram desse evento residiam todos em capitais de estado ou do Distrito Federal e, com exceção de A4, lecionavam em escolas particulares no momento de suas participações.

Além das *masterclasses*, outra opção encontrada pelos professores para trabalhar o conteúdo de FMC foi a criação de Clubes de Ciências em horários alternativos aos das aulas. Destacam-se as falas de B2 e B4, que foram colegas na edição de 2013 da Escola de Física CERN sobre as motivações para a criação desses clubes.

Eu dava minha aula tranquila, então... Aí eles traziam coisas: “ah, eu vi isso em casa, vi na televisão, eu escutei isso no rádio, vi na revista... Professora, Vamos fazer alguma coisa diferente, fora do horário de aula, experiências e tal?” [e eu falei] “Vamos!” Aí um deles: “que tal a gente fazer um clube de ciências?” Então eu fui só porta voz assim... E aí, um deles chegou: “vamos nomeá-lo de Bóson de Higgs em homenagem à partícula?” E eu: “vamos!” Aí, começamos a falar três ou quatro alunos. E aí a reunião sempre era no final da aula. Assim: terminou a aula, deu 11h30, Aí ficamos até 12h30, 1h da tarde aqui na escola. Sempre era assim, sempre nas terças-feiras. E aí foi entrando mais gente. Teve um período em que o clube estava com 25 pessoas. (Fala de B2)

Eu estava indo com alunos para São Carlos. O programa *Universitário por um dia* que tem lá na USP ainda é um programa que todo ano eu levo uma turma para lá, então o pessoal via essa movimentação no sentido de... Foi criada uma feira de clubes de Ciências em São Carlos e, desde a primeira feira, eu fui participando... Em algum momento, quando teve a primeira feira, era só Feira de Ciências da USP, eu sugeri para a PCNP¹³ da área de Ciências, [...] E aí, nisso, quando eu sugeri isso para ela, eu já estava criando um clube de Ciências na escola, então a gente já tinha um clube de Ciências desde que eu visitei [B2] e conheci o clube de Ciências dela. Quando eu voltei, eu já estabeleci de vez o meu, porque eu fui para lá justamente para ver como que era a dinâmica do clube de Ciências dela. Assim que eu voltei, eu já chamei uns alunos ali que eu sabia que tinham interesse por Ciências, e aí fundamos o clube de Ciências lá. (Fala de B4)

Os clubes de Ciências foram uma iniciativa presente em entrevistas com professores participantes tanto da rede pública quanto da particular, com destaque para os clubes criados nas escolas estaduais porque nessas escolas, a dedicação a um projeto dessa natureza não conta na carga horária de trabalho do professor. Ou seja, os professores não recebem

¹³ Professora Coordenadora do Núcleo Pedagógico, cargo vinculado às Diretorias de Ensino do Estado de São Paulo

nenhuma remuneração adicional por organizar uma atividade dessa natureza. Por esse motivo, os alunos que participam do clube também não recebem nenhum incentivo do tipo nota extra. B2 destaca que, dessa maneira, apenas alunos realmente interessados no conhecimento participam do clube:

[O Clube de Ciências] não vale ponto. Quando eu vou divulgar o clube na aula para os alunos para convidar mais pessoas para entrar, eu falo logo que não vale ponto. No final do ano eles recebem um certificado, eu preparo um certificado, a diretora assina, então ele recebe algum certificado, algumas lembrancinhas de final de ano, mas mesmo assim, ponto não! Porque, se valesse ponto, a escola inteira estava aqui! (risos) Então não vale! Inclusive, aqui na escola já teve até um outro professor fazendo um clube de Química, específico só de Química. Faz dois anos que ele está só nesse clube, e aí quando ele falou “vamos fazer valendo ponto?”, eu disse: “você não vai conseguir!” Até a gente seguiu umas regras, que tem no Estatuto dos Clubes de Ciências que eu fui procurar na internet. E aí o pessoal de lá já disse que, como é uma atividade extra, não pode valer ponto. Então estou seguindo umas regras. (Fala de B2)

Já nas escolas particulares, os clubes de ciências têm um papel diferente do das escolas públicas. Enquanto nas escolas estaduais, os clubes são atividades totalmente extracurriculares, nas particulares que adotam o IB, por exemplo, o clube pode compor uma parte do currículo dos alunos. Ou seja, eles montam a matriz horária de acordo com suas preferências e o clube de ciências pode ser ou não escolhido para compor essa grade. Sobre os clubes nessas escolas, C3 comenta:

Eu consegui estudar muito [com] o que ele disponibilizaram de *PowerPoint* e tudo o mais... Então, isso ajuda bastante! Aí, quando eu fiz... Aí, eu comecei uma atividade extracurricular, que é o *Modern Physics Club*, né? O clube de Física Moderna... Então, eu comecei a pegar, por exemplo, tem um *questions and answers* do CERN, sabe? Aquela apostilinha verde, que é maravilhosa! Ali, começa a dar base de quem não sabe nada até falar dos detectores e das descobertas mais recentes. Aquilo me ajudou e ajudou muito os meus alunos. Eu usava aquilo como livro texto para fazer o *enrichment*, porque aí, quando eu levei os alunos para o CERN, eles tinham uma base. Não foi que nem eu, que cheguei lá... “Dá dois prótons”, tá? Então, eu preparei eles melhor e foi muito bom Por que as perguntas que eles fizeram, tal... Foi bem legal! Experiência que marcou, eu espero! (Fala de C3)

Percebe-se, pela fala de C3 que a sua escola possui uma estrutura completamente diferente das escolas onde B2 e B4 atuam, por exemplo. Além de ser uma escola particular, os alunos têm contato com a língua inglesa desde cedo. A professora também tem bastante familiaridade com o idioma, pois leciona em inglês e, até mesmo quando concede uma entrevista em português, utiliza muitos termos no idioma estrangeiro. Outra diferença bastante grande é a realidade financeira de cada escola. Enquanto as escolas estaduais não dispõem sequer de verba para remunerar os professores por atividades extracurriculares, a escola de C3 foi capaz de financiar sua viagem a dois programas no CERN (Escola de

Física CERN e HST) e mais uma viagem organizada pelos próprios alunos do clube para conhecer o CERN, algo que seria impensável numa escola pública. No entanto, chama a atenção o fato de escolas com realidades tão distintas adotarem estratégias semelhantes para resolver o problema da carga horária insuficiente para trabalhar a FMC no horário regular.

7.3.5 Nível 5 - Resultados na Aprendizagem dos Estudantes

Como vimos no item anterior, existem várias estratégias adotadas pelos professores para trabalhar os conteúdos de FMC vistos nos programas do CERN e na *Einsteinplus*. Um dos grandes desafios dos professores é incluir conteúdos que normalmente não fazem parte dos currículos tradicionais e muitas vezes sequer estão presentes nos livros didáticos (e, quando estão, normalmente é de forma muito superficial), o que justifica a diversidade de métodos utilizados. Se a inclusão desses conteúdos já é por si só uma tarefa difícil, como então os professores conseguem avaliar o aprendizado dos alunos?

Por ser um conteúdo diferente, não é de se estranhar que a maioria dos professores opte por uma avaliação não tradicional, afinal dificilmente se encontram questões específicas sobre Física de Partículas, Matéria Escura ou sobre qualquer outro assunto abordado nos mesmos moldes das questões de Física Clássica que estão abundantemente presentes em ENEM e vestibulares. Então, além de ter que preparar (ou adaptar) materiais para abordar esses assuntos em suas salas de aula, os professores necessitariam de um tempo adicional para formular questões caso optassem pela avaliação tradicional. Considerando a realidade brasileira, na qual os professores têm uma jornada excessiva, muitas vezes tendo que trabalhar em mais de uma escola, essa tarefa torna-se inviável.

Uma das estratégias utilizadas por D2 para avaliar seus alunos é o uso de mapas conceituais (MOREIRA, 2012b). D2 teve contato com essa estratégia principalmente durante o seu mestrado, que foi realizado na modalidade profissional na área de Ensino de Física, como pode ser visto pela sua fala abaixo:

Eu usava bastante mapas conceituais, linha de tempo, seminários, né? Nunca... Não! Uma vez eu fui obrigada a fazer uma prova porque a escola, com a mudança do projeto pedagógico no Rio Grande do Sul me obrigou a fazer uma prova, mas aí eu botei um mapa conceitual na prova (risos)! Mas, geralmente, eu não me fixava em prova. Eu não ia lá e dizia: “cite as partículas o que compõem o Modelo Padrão”. Não, né? Outro tipo de avaliação, uma coisa mais aberta, assim [...] É um trabalho a partir ali da perspectiva do [Marco Antonio] Moreira. Esse mapa, ele nunca se finda porque a gente vai se baseando na ideia de que a gente sempre vai aprendendo e a gente vai mudando as nossas concepções. Então, esse mapa, ele era construído uma vez pelos alunos, eu corrigia, né? Eu lia o mapa ou ele me apresentava o mapa e a gente discutia sobre isso, e essa discussão gerava um segundo mapa, e assim por diante, né? Geralmente eram dois, no máximo três mapas, né? Mas era principalmente esse recurso porque dava essa facilidade, essa mobilidade

para o aluno de se questionar também, né? Por exemplo, eu lembro de um grupo que (isso foi na aplicação da proposta da dissertação) eles assistiram à apresentação dos colegas e, quando chegou a vez deles, eles mostraram e disseram: “olha, a gente fez assim, mas agora, vendo os colegas falarem, a gente não gostou da nossa apresentação. Nós vamos apresentar para vocês, mas a gente quer uma segunda chance para fazer de novo.” E eu acho que isso é válido: dar essa mobilizada, né? Não é só uma resposta: certo ou errado e acabou... Não! Eu posso pensar, posso reestruturar. Principalmente por isso que eu gosto dos mapas... (Fala de D2)

Como se pode perceber, a trajetória acadêmica de D2 foi o que fez com que ela optasse pela utilização de mapas conceituais como estratégia de avaliação. Então, pode-se dizer que houve uma espécie de “casamento” entre o que professora estudou no mestrado e a experiência que ela obteve na Escola de Física CERN. Nos dois lugares, ela teve contato com a Física de Partículas, porém a Escola de Física CERN foi essencial para que ela ganhasse confiança para trabalhar esses assuntos em sala de aula e o mestrado lhe forneceu as ferramentas para avaliar o assunto trabalhado.

Porém, é importante lembrar que nem todos os participantes possuem trajetória semelhante à de D2. O mestrado não é obrigatório para participar de nenhum dos eventos analisados neste trabalho e mesmo entre os professores que possuem mestrado e doutorado, nem todos o realizam na área de Ensino de Física. Entretanto, isso não impede que outras estratégias sejam utilizadas para a avaliação. C7, por exemplo, não possui mestrado e encontrou uma forma de avaliar seus alunos que fugisse à prova tradicional:

Eu acho que, nesse caso de Física Moderna, como normalmente não tá muito incluída nos currículos (até no dessa escola, ainda tem um pouco de Radioatividade e de emissão e tal), mas coisas como Física, digamos assim, mais do século XX para a frente, como maioria não está inclusa em nenhum currículo, nenhum vestibular, nenhuma prova, a gente acaba fazendo como uma coisa extra. Pelo menos é o que eu sempre fiz. Então, é completamente fora de provas e avaliações, assim, formais, o que é até legal, porque aí você consegue avaliar de outras formas. Então, o resultado de algum projeto, de algum pôster que eles fizeram, alguma apresentação que eles têm que fazer... Então, em geral o que eu faço é não fazer prova, não fazer nenhum tipo de teste formal. Então, é algum tipo de pesquisa, é fazer uma roda de conversa, escrever alguma coisa e depois compartilhar com o resto da sala. Então, são formas mais subjetivas de ver se eles estão entendendo ou não e também que envolve muito mais eles apresentaram para os colegas do que eles só mostrarem num papel o que eles sabem. Então, normalmente as avaliações são desse tipo: explicar para os outros... Por exemplo, esse caso que eles recebiam toda a informação sobre radiação, sobre exames diferentes, sobre o que acontece no corpo e tal e depois eles têm que me dizer qual que é o tipo de exame que eles escolheriam. Então, algum tipo de atividade dessa forma. E aí, depois eles comparavam com os amigos e tal... Nada de teste formal! (Fala de C7)

Outra estratégia encontrada por alguns professores é aliar o ensino de Física à

tecnologia. D6 encontrou uma estratégia avaliando a interação dos alunos com um aplicativo de perguntas e respostas:

Em sala de aula eu uso um software que eu não sei se você já ouviu falar, que chama *Clickers*, você já ouviu falar nisso? Os *QR-codes*? Então, no primeiro dia de aula todo aluno meu ganha um impresso... Eu faço até bonitinho, eu coloco uns adesivinhos, cada turma tem um adesivinho, aí é uma porrada para decidir qual é o adesivinho, aquelas coisas bem Ensino Médio, né? E aí eu dou um *cardzinho* para eles, eu imprimo numa folha e dou, eles colam na contracapa do caderno. E aí, toda aula minha começa e termina com uma avaliação desse tipo. Então, eu sempre começo, são sempre 4 ou 5 perguntas no começo, 4 ou 5 perguntas no final, super rápidas, mas eu começo a aula revisando a aula anterior, então perguntando algum conceito da aula anterior, aí eles levantam os *cards*, e alguma pergunta. [...]

então toda aula eu vejo a evolução do aluno, e vejo um aluno que começa respondendo errado e vai evoluindo, e aí, de mês em mês, eu dou devolutivas para eles, dizendo “ó, fulano, você tá indo assim...” E aí, quando eu identifico um aluno que só erra, só tem problemas, eu já interfiro ali, e aí eu vou fazendo, então por isso, e sempre devolvendo para eles, sempre dou a resposta, ao longo da aula eu dou a resposta, e vou dizendo “ó, você tá indo bem ou tá indo mal”, então eu vou avaliando, e se a gente faz uma atividade eu sempre pergunto “essa atividade foi útil?” Às vezes, nas atividades do *Perimeter*, eu faço no papel: “escreva um ponto positivo da atividade e um ponto negativo”, e aí eu vou lendo, e sempre devolvendo... Por exemplo, se a sala inteira reclama que tava muito difícil, na aula seguinte eu leio e trabalho com eles o porquê que tava difícil. E aí a gente vai construindo isso, então tem muito essa coisa de avalia o tempo todo, todo o tempo. (Fala de D6)

As falas apresentadas revelam que existem diferentes estratégias para se avaliar o conteúdo de FMC que vão além dos métodos tradicionais, como provas escritas ou trabalhos. A autonomia dos professores em sala de aula lhes permite optar pela estratégia mais adequada para os seus alunos.

7.4 A Marca Deixada pelos Programas

Nesta última seção, serão apresentados alguns pontos que destacam por que a experiência em participar dos programas no exterior foi bastante marcante para os professores e como ela impacta em suas trajetórias profissionais até os dias atuais.

7.4.1 O Desenvolvimento Profissional dos Participantes

Primeiramente, relembrem-se aqui as dimensões do desenvolvimento profissional elencadas por Barolli et al. (2019): *atualização dos conhecimentos científicos, atualização dos conhecimentos pedagógicos, organização e condução do ensino, sustentação da aprendizagem dos alunos, participação na gestão escolar, investigação sobre a própria prática, planejamento da carreira profissional e participação na responsabilidade social.*

As primeiras dimensões dizem respeito ao diálogo dos professores com a academia. Como visto na seção 7.3.2, os programas do CERN e do PI levam à *atualização dos conhecimentos* científicos direta ou indiretamente. Apesar de os programas terem curta duração, eles sem dúvida motivam o professor a estudar mais sobre FMC. Já em relação à *atualização dos conhecimentos pedagógicos*, a contribuição dos cursos é bem menor, principalmente no caso dos programas do CERN, que dão pouca atenção a esse tema, mas verificam-se algumas pontes que alguns professores conseguiram fazer com assuntos vistos em seus mestrados. Além do caso de D2, já mencionado, destaca-se a fala de D7, que se utilizou do conteúdo visto na Escola de Física CERN para aplicar uma técnica que estudou em seu mestrado, que é o ensino por investigação:

Então, nesse sentido, muitas aulas que eu proponho hoje, elas já entram um pouquinho mais nesse lance do Ensino por Investigação, então a gente propõe uma situação e aí, a partir disso, vamos criar aí algumas hipóteses, vamos tentar testar isso daqui para ver aonde a gente chega, né? Então, a gente tentar se aproximar um pouquinho mais desse lance da investigação mesmo. E, depois no CERN vendo também algumas coisas, algumas questões que aconteciam e como os investigadores lá, os pesquisadores, eles faziam, eu tentei adaptar algumas coisas. Mas isso necessariamente não foi uma contribuição exclusivamente do CERN, né? Então, isso vem muito pela questão dos estudos que eu venho desenvolvendo. (Fala de D7)

Já as dimensões organização e condução do ensino, sustentação da aprendizagem dos alunos e participação na gestão escolar dizem respeito ao diálogo dos professores com a escola. Nas seções 7.3.4 e 7.3.5, foram apresentadas algumas estratégias utilizadas pelos professores para inserir o conteúdo de FMC em sala de aula e avaliar o aprendizado dos alunos. Destaca-se ainda a fala de C2, que, dentre os professores entrevistados, é a única que se afastou da sala de aula para se dedicar à coordenação em sua escola:

Na época em que eu fui até 2015, a minha ligação era dupla: uma porque eu era professora de Ensino Médio, então eu dava essas aulas, e outra porque eu era assessora de disciplina, então enfim... Eu mexia com a parte curricular. Após 2015, eu saí da sala de aula e, vamos dizer, eu fomentei os novos professores que entraram na escola no trabalho com Física de Partículas em específico. Estou falando isso, assim como eu trabalho com outras coisas. Por conta do CERN, eu estou falando da Física de Partículas... E enfim, hoje a gente já tem isso meio que institucionalizado: já faz parte do calendário da escola, quer dizer, todo mundo já está esperando que a gente participe do *masterclass*. (Fala de C2)

A fala de C2 mostra que, mesmo não atuando mais em sala de aula, ela ainda tem um papel fundamental na organização de eventos relacionados à sua participação na Escola de Física CERN, tal como as *masterclasses*, já apresentadas na seção 7.3.4.

Por último, as dimensões *investigação sobre a própria prática*, *planejamento da carreira profissional* e *participação na responsabilidade social* dizem respeito ao diálogo

dos professores consigo mesmos e com a sociedade. Dentre essas dimensões, destaca-se aqui o *planejamento da carreira profissional*. Ao longo deste trabalho, foram apresentados alguns professores que conseguiram unir o que aprenderam nos programas do CERN e do PI com assuntos estudados em suas pós-graduações, mas também houve casos em que a participação em um desses programas levou o participante a ingressar em um mestrado ou doutorado. É o caso de C1 e de A7, que fizeram seus doutorados baseados nos resultados da Escola de Física CERN:

Eu trabalhei [no meu doutorado] com a Escola de Física do CERN, né, mas para um viés mais epistemológico. Então eu usei o Fleck¹⁴ como referencial teórico para entender a interação entre professores e cientistas. Então, eu usei ele como referencial porque ele tem bem essa ideia de circulação de ideias e conhecimento, fiz uma revisão de literatura, né, para ver essa interação professor-cientista entrevistei alguns professores que tinham ido para a Escola CERN. Na verdade, eu entrevistei eles antes de ir e depois e, à luz do referencial do Fleck, interpretei as interações e tudo o mais... Daí, no último capítulo da tese, o que eu faço é propor um modelo de formação de professores a partir da interação com cientistas, que é o que eu entendo que o CERN mais ou menos faz, né? Os professores estão interagindo com os cientistas e tudo mais, então eu faço uma releitura e, dos dados empíricos, do referencial do Fleck e da revisão de literatura, e proponho um modelo de formação de professores. (Fala de C1)

Então, até o momento, no começo eu tinha a ideia de tentar buscar a construção da câmara de nuvens e, a partir disso ver como é que os professores construíram e tudo mais, ao longo do Brasil como é que eles construíram, alguma abordagem da câmara de nuvens. Depois vai mudando nossa pesquisa, se é qualitativa a gente vai mudando um pouco e refinando a ideia. Até o momento que saiu foi a ideia da minha nota de campo da teoria que eu tenho estudado, eu submeti um artigo para periódico nacional sobre essa formação na Escola do CERN dentro de uma visão de redes, né, que agora por causa da *internet* está muito em alta, né, mas alguns autores que tratam sobre essa questão de redes, né? E também sobre o professor pesquisador, que daí já é uma contribuição da construção teórica do meu orientador de pesquisa, que ele trabalha com focos de aprendizagem, então fiz um artigo relacionando focos de aprendizagem do professor pesquisador, no caso era eu nesse contexto dentro desse curso do CERN. Por isso que o professor pesquisador ele é professor e aluno, e pesquisador, então ele é um tríplice aprendiz: ele aprende o conteúdo científico, ele aprende o conteúdo acadêmico e aprende o conteúdo também da... Ser docente, ele tem algumas dimensões nesse aprendizado, então eu fui nesse ponto que até o momento, né? (Fala de A7)

Percebe-se, pelas falas de C1 e A7 que os professores estão em diferentes momentos de suas trajetórias. C1, no momento da entrevista, já havia concluído o seu doutorado, então o seu objeto de pesquisa está bem claro. Já A7, quando concedeu a entrevista, estava no segundo ano do seu doutorado, o que explica por que em sua fala é possível perceber

¹⁴ Ludwik Fleck (1896-1961), médico e biólogo polonês com trabalhos de destaque nas áreas de Filosofia e Sociologia da Ciência.

mudanças de rumos na pesquisa. Até a conclusão deste trabalho, A7 ainda não havia concluído o seu doutorado.

7.4.2 Representatividade no Meio Acadêmico e Escolar

Outro traço que não pode ser deixado de lado nos programas do CERN e do PI é o quanto eles são importantes para professores que jamais teriam a oportunidade de participar de um evento realizado fora do país com recursos próprios. Como mencionado na seção 7.2.2, praticamente todos os professores de escolas estaduais analisados nesta pesquisa só conseguiram viajar ao exterior porque tiveram algum tipo de apoio financeiro. A maioria desses professores inclusive nem sequer havia saído do país anteriormente. Para esses professores, a participação nesse tipo de evento não é vista simplesmente uma formação, mas também como uma conquista pessoal. Não só os professores têm essa visão, como muitas vezes seus alunos e colegas de trabalho passam a vê-los de forma diferente depois que eles retornam ao Brasil. A fala de D3 ilustra bem isso:

[Meus alunos] ficaram mais empolgados que eu, viu (risos)? Até hoje eles comentam: “eu quero ter metade do conhecimento que ele tem, eu quero ter o currículo que ele tem.” Eu falo: “eu não tenho nada, você tem que ver um currículo de verdade, de um pesquisador de verdade.” Mas os alunos são, vamos dizer assim, eu virei o *pop star* ali da escola! [...] Eu sempre tento mostrar assim para eles, eu sempre tento me mostrar como modelo, eu falo: “pessoal...”, eu dou meu exemplo de vida, “vocês falam que eu sou inteligente, eu saí do sul do Amazonas, lá não tinha nada! Eu saí do sul do Amazonas e eu não conhecia nem o Brasil, eu vim para o Mato Grosso fazer o mestrado, graças à educação, graças à Ciência.” (Fala de D3)

A ida de D3 à Escola de Física CERN em 2016 foi bastante significativa, pois, até 2019, apenas três professores do Estado do Mato Grosso haviam sido selecionados. Em regiões onde as oportunidades são mais raras, o impacto da participação dos professores em eventos no exterior costuma ser maior na comunidade escolar.

D3 destaca ainda como usa a sua trajetória pessoal como inspiração para os estudantes seguirem a carreira científica, o que complementa uma fala de G3 quando diz:

Porque o aluno lê na *net* que o CERN é um sítio fantástico, ao aluno diz pouco. A NASA também é! Agora, ter um professor que esteve no CERN e que diz ter conhecido cientistas brasileiros que vieram falar do que fazem no experimento ATLAS ou CMS ou outro qualquer, é que coloca o aluno no papel de “tu também podes”. E isto muda tudo. E este veículo não existe, nem sequer existe através de uma teleconferência como nós estamos aqui a ter. Se eu for falar para alunos brasileiros, o aluno não vê em mim, apesar de estar a falar português, mas não vê me mim um futuro “ele”. Enquanto que, se é um cientista brasileiro, que andou numa escola brasileira, ele já pode ver como um futuro “ele”, é isto que faz a diferença! Faz a diferença ver o professor dele dizer-lhe que há cientistas que estudaram, se calhar, na mesma escola que eles, ou

numa escola parecida, equivalentes, e que hoje são cientistas de renome mundial porque se empenharam, motivaram, trabalharam. Então, para mim, esta escola de formação é simultaneamente formação de professores, atualização de conteúdos, mas também desenvolvimento de capacidades de confiança, pois aumenta a confiança do professor naquilo que vai fazer, naquilo que vai dizer. (Fala de G3)

Para G3, que coordena o programa em língua portuguesa desde 2007, é importante que exista essa identificação entre os estudantes e quem fala sobre Ciência com eles. G3 acredita que os programas do CERN são importantes porque eles não apenas fazem divulgação científica, mas também aproximam os professores da realidade dos pesquisadores, o que ajuda a diminuir um pouco da barreira que existe entre os estudantes de seguir a carreira científica por acreditarem que essa carreira não é para eles.

Outra fala que pode ser citada como exemplo de inspiração aos estudantes é a de A1, que participou da primeira edição da Escola de Física CERN em 2009. A1, além de trabalhar em uma instituição federal, é mulher e negra, o que a coloca em dois grupos minoritários quando se olha para a realidade de professores de Física no Brasil. Para A1, a ida ao CERN foi não apenas uma oportunidade para a sua formação, mas também para a sua legitimação dentro do ambiente escolar, como ela mesmo destaca:

[Minha ida ao CERN] inspira demais [os estudantes]. Isso é a representatividade e eu acho que a minha carreira, a minha carreira foi também estabelecida a partir desses marcos, de você ter tido essas possibilidades de ter ido ao CERN, porque tudo isso é visto como uma legitimação dentro, tanto com os estudantes, como com seus próprios colegas. Isso acaba sendo um capital simbólico que você acaba angariando e isso você usa da forma que você quiser: tem alguns que usam apenas para se legitimar individualmente e tem outros que usam para tentar estabelecer aí alguma cultura mais coletiva. Então, no meu caso, eu sempre usei essas possibilidades de legitimação na área científica como uma possibilidade de desmistificar essa figura do cientista branco de jaleco dentro de um laboratório e a minha carreira, ela inclusive, eu tenho uma pesquisa que é exatamente nessa área de mostrar como crianças muito pequenas, elas já são influenciadas por esse padrão relacionado a cientistas, que são os desenhos animados, as histórias que se contam para crianças, isso faz com que elas, desde muito pequenas elas já tenham esse perfil para os cientistas.

Então, dentro da minha instituição, eu passei a ser vista, porque para nós a figura do cientista sempre permanece como essa figura [...], mas a gente vai tentando desmistificar e apresentar outras possibilidades, então você vai crescendo na carreira, você vai crescendo como docente e você vai crescendo também politicamente, na representação política que você faz e eu sempre trago esse elemento de que é importante a gente trabalhar nesse sentido de mostrar particularmente às meninas que a Ciência é para elas também, que tem mulheres na Ciência e que tem menos. A quantidade menor é por causa da sociedade machista e patriarcal que a gente vive, mas temos sempre que ir abrindo essas portas para as que vêm depois, não é? Então minha carreira dentro da instituição, ela foi muito inspiradora, ela tem inspirado muitas meninas dentro do [nome da escola omitido] e junto comigo tem muitas outras colegas que também têm essa mesma pegada. Eu não estou sozinha nessa luta, não é? Acompanhada

por muitas outras colegas que também trabalham nesse mesmo sentido de desmistificar, de mostrar a importância de termos mulheres na Ciência, de fazer uma Ciência contra-hegemônica, uma Ciência que pense nos problemas que a gente vive e deixe de ficar mimetizando os problemas dos países centrais. (Fala de A1)

Outra participante que destaca a importância de haver mulheres nos programas do CERN é A2, que participou da Escola de Física CERN em 2010. A2 destaca que, por ser mulher, enfrentou uma situação bastante diferente dos professores homens que participam do mesmo evento:

Quando eu fui escolhida para o CERN, veio um momento de alegria muito grande e veio o desespero que aí eu ia para o exterior sozinha, sozinha, na minha mala não ia ter uma cuequinha de filho e nem cueca de marido, ia ter só roupas minhas para ir para o exterior pela primeira vez sozinha, viajar assim. Então isso, o CERN para mim foi uma conquista em vários níveis aqui dentro, não foi só acadêmica, foi uma conquista antropológica, social, sabe? Feminista, não sei nem dizer, foi algo muito importante porque eu, para ir eu tinha que deixar a casa, não abandonar ninguém, deixar a casa aos cuidados do marido, do pai [...] “O quê? Você vai passar uma semana na Suíça?” Entendeu? “Seus filhos vão ficar com quem? Como é que... como é que vai ser isso?” Na cabeça das crianças e isso foi falado para mim... Aí não foi só pela sogra, aí todo mundo que eu falava assim: “gente, eu fui escolhida pro CERN!” Falavam assim: “as crianças vão ficar com quem?” Era essa pergunta que faziam, né? As pessoas não, não vinham: “pô, que legal! Não sei o que...”, depois que eu explicava o que era: “não, no CERN, o maior laboratório de Física do mundo que fica lá na Suíça...” “Você vai para a Suíça? As crianças vão com você?” Eu falei assim: “não, é uma semana”, “mas as crianças vão ficar com quem?”, eu falei assim: “ah, com o [nome omitido], “ah, mas o [nome omitido] vai dar conta? Tem certeza? Você vai conseguir?”, era isso o tempo todo! (Fala de A2)

A fala de A2 chama a atenção porque mostra como o machismo dificulta a participação de mulheres em eventos como os programas do CERN e do PI. Na época em que A2 participou da Escola de Física CERN, o evento durava apenas uma semana (a partir de 2012 foi incluída uma parada em Portugal antes de ir ao CERN, o que expandiu em alguns dias a duração do evento) e ainda assim a professora enfrentou reações negativas de colegas de trabalho, que a julgaram por ter deixado os filhos durante uma semana aos cuidados do pai.

7.4.3 A Continuidade do Trabalho pelos Participantes

Além de motivar o ensino de FMC, é evidente nos programas do CERN e do PI que existe um desejo das instituições que os promovem de que os professores divulguem o trabalho desses locais entre os seus alunos. Esse objetivo é facilmente verificado entre os professores que não têm condições financeiras para viajar ao exterior com recursos próprios, sobretudo os professores do grupo B. B2, por exemplo, que participou da Escola

CERN em 2013, relata que a sua experiência foi tão marcante que, além de manter o clube de ciências na sua escola, todo ano ela dedica algumas aulas para falar sobre o CERN com seus alunos, sempre coincidindo com a época que seria o “aniversário” da sua viagem:

Sempre no mês de setembro eu faço uma ou duas aulas dedicadas a essa parte de Física de Partículas porque foi o mês em que a gente viajou para lá, então sempre no mês de setembro eu tiro uma ou duas semanas para falar alguma coisa que envolve Física de Partículas. Por exemplo, os alunos têm muita curiosidade para saber a velocidade dos prótons. Então eu pego alguma aula que tem a ver com velocidade, tal, e eu encaixo esse assunto e aí eu vou correr atrás um pouquinho mais de conteúdo para encaixar para eles isso daí. Mas sempre é no mês de setembro essas aulas. (Fala de B2)

Outra professora que participou da mesma edição que B2 foi B3, que também relata falar sobre o CERN com os seus alunos todos os anos:

Todos os anos, no terceiro ano, eu dou um trabalho sobre o CERN. Todos os anos é feito esse trabalho com os terceiros anos. Aí, eles pesquisam sobre o CERN, eu mostro para eles a viagem que foi feita lá, né? Explico para eles o que aconteceu, como foi, mas só no terceiro ano... E não dá para aprofundar, infelizmente, o que eu vi lá, mas a gente fala bastante coisa do que foi visto lá. (Fala de B3)

Porém, em termos de continuidade, talvez o trabalho que mais se destaque em termos de alcance é o de D4, que ajudou a criar uma escola para professores com estrutura semelhante à da Escola de Física CERN. D4 relata como surgiu essa oportunidade:

Em 2017 eu fui ao CERN, na Escola CERN em Língua Portuguesa, na volta eu voltei muito empolgado, muito feliz. Eu sou um cara meio agitado e empolgado nesse ponto, e aí eu comecei a me oferecer para ir a várias escolas, a falar o que é que era o CERN, eu ia, “quem quer falar sobre o CERN?”, eu ia lá e falava em qualquer escola: estadual, municipal, particular, federal... E comecei a me oferecer só porque eu gostava de falar sobre o CERN, né?

E aí, no Rio de Janeiro, na minha região, eu fui chamado por várias escolas, e uma das escolas tinha uma escola parceira em Minas Gerais [e] me chamaram para Minas Gerais, para Belo Horizonte apresentar o CERN para uma escola, falar o que que era o CERN, como é que funcionava, normal, para os alunos de Fundamental II, nono ano, e Ensino Médio. Era um grupo das quatro séries. E, nessa apresentação, a pessoa mais participativa era a diretora da escola, não era nem os alunos... E a diretora da escola fazendo perguntas técnicas de Física, de Engenharia, né? E eu... Durante a apresentação, ela me perguntou “você conhece o primo distante do CERN, o Sirius? Ou a obra do Sirius em Campinas?” Eu falei: “não conheço, eu tenho o sonho de conhecer, quando eu tiver uma oportunidade eu vou conhecer.” Ela: “ah, eu conheço gente que trabalha lá”, isso durante a apresentação, aí eu falei “faz o seguinte, fala com essa pessoa que eu quero ir lá visitar” e a apresentação continuou. Quando acabou a apresentação, eu esqueci que eu tinha falado isso para ela e aí ela me chamou “então, falei com ele, ele falou que tudo bem”, aí eu falei “ele quem?”, Eu tinha esquecido, porque foi durante a

apresentação, né? “Então, o meu conhecido que trabalha no CNPEM, que é o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais, ele falou que pode te receber!” Aí eu falei “você falou com ele?” “Falei, [olha] aqui a mensagem! Ele falou que te recebe, que é só você marcar!” (Fala de D4)

Após esse contato, D4 teve a oportunidade de conhecer o Sirius, acelerador de partículas que faz parte do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) em Campinas-SP e fez cinco visitas com colegas professores até propor a realização de uma atividade para estudantes de Ensino Médio e um curso para professores:

Eu fui cinco vezes! Na quinta vez, eu cheguei para esse diretor e falei: “eu tenho duas propostas para você”, isso no almoço. Aí ele: “quais são suas propostas?” aí eu: “uma primeira proposta: eu quero fazer um projeto para trazer alunos aqui de Ensino Médio.” [...] Aí ele: “e qual a segunda proposta?” Aí eu falei: “então, conforme eu faço, eu acho que como eu defendo o CERN, eu falo muito do CERN, até nas escolas me chamam de *CERN boy*, né, zoando, brincando comigo... Qualquer coisa, qualquer assunto leva ao CERN, né? Daí eles ficam brincando muito com isso! E aí eu virei meio que um divulgador do CERN. Que tal fazer a mesma coisa para fazermos divulgadores do Sirius, divulgadores do CNPEM. Então, que tal montar uma escola de formação de professores [em] que os professores fiquem imersos uma semana aqui, professores do Brasil todo, e esses professores teriam a missão de divulgar o que é o Sirius, divulgar a pesquisa brasileira.” (Fala de D4)

Em 2019, surgiu a primeira edição da Escola Sirius para professores de Ensino Médio (ESPEM), que contou com 20 professores de 16 estados e do Distrito Federal. A última edição da ESPEM realizada até a conclusão deste trabalho ocorreu em formato virtual em julho de 2022.

8 Considerações Finais

Ao longo desse trabalho, procurou-se mostrar que os programas de curta duração para professores oferecidos pelo CERN e pelo PI exercem grande impacto no desenvolvimento profissional dos professores. Após a apresentação do histórico dos programas, perfil dos participantes e análise das entrevistas, fazem-se aqui algumas observações finais sobre os programas estudados.

8.1 Considerações Sobre os Programas Analisados

8.1.1 Programas em Língua Inglesa do CERN

Originalmente conhecida como *programa internacional* (embora outros programas, como o próprio programa em língua portuguesa possuam mais de um país participante), a *High School Teachers at CERN* (HST) surgiu no CERN como uma primeira tentativa de aproximação entre o trabalho dos pesquisadores com o dos professores.

De 1998 até os dias atuais, o programa passou por algumas alterações. No início, sua estrutura era em parte aproveitada de um programa para estudantes e continha apenas palestras sobre Física de Partículas e aceleradores. Aos poucos foram acrescentadas atividades sobre aplicações da pesquisa em outras áreas do conhecimento, representatividade no meio científico e atividades para professores, embora o foco do programa ainda esteja no trabalho dos pesquisadores locais. Com o objetivo de alcançar um público mais amplo, foi criado também um segundo programa com uma duração um pouco menor (atualmente, essa diferença de duração não existe mais, pois ambos os programas possuem duas semanas de duração): a *International Teacher Weeks* (ITW).

A participação brasileira nesses programas ainda é bastante escassa: apenas oito professores participaram de um desses dois programas, o que pode ser explicado por questões financeiras (a ajuda de custo oferecida pelo programa não é suficiente para cobrir todas as despesas dos professores) e também pela existência do programa em língua portuguesa, que já proporcionou a oportunidade de conhecer o CERN a mais de duzentos professores brasileiros.

Entre os professores entrevistados, encontramos apenas uma representante no grupo A e três no grupo C, ou seja, professores de uma realidade privilegiada, pois lecionam em uma única instituição (federal ou particular) que dispõe de recursos financeiros. Apenas uma das professoras entrevistadas (C7) não participou de outro programa no exterior além da HST.

Uma das principais críticas que se faz a esse programa é o excesso de conteúdo conceitual em detrimento de atividades práticas. Por um lado, isso é compreensível, tendo em vista que o CERN dispõe de poucas pessoas com formação na área de Ensino de Física, mas por outro, essa estrutura mais conteudista torna mais difícil a missão de os professores efetivamente trabalharem FMC em sala de aula, pois muitos deles são tão sobrecarregados em tarefas impostas pelas suas escolas que esperar que, além disso, eles façam a transposição didática de um assunto tão novo e complexo é algo praticamente inviável.

8.1.2 Escola de Física CERN

A Escola de Física CERN é, de longe, o programa com mais representantes dentre os cursos estudados neste trabalho com 244 participantes entre 2009 e 2019 (dos quais 26 foram entrevistados neste trabalho). Um dos grandes pontos positivos desse programa é o fato de ele contar com representantes de quase todos os estados do Brasil, algo que não se observa nos demais programas, que até hoje não contam com participantes brasileiros das regiões Norte e Nordeste.

A estrutura curricular da Escola de Física CERN é bastante parecida com a da HST e da ITW, tendo como principais diferenças a duração (apenas uma semana no CERN, enquanto os demais programas duravam de duas a três semanas) e o idioma. Os professores que ministram as palestras e conduzem as atividades da Escola de Física CERN são, em sua maioria, professores portugueses que trabalham ou desenvolvem pesquisas no CERN e, por isso, o Programa é ministrado em língua portuguesa. Conta eventualmente com palestrantes brasileiros que estão no CERN no período da Escola.

No grupo A, encontram-se professores que lecionam em instituições federais. Por terem uma carga horária menor em sala de aula e maior participação na construção do currículo das suas escolas em comparação com professores de outros grupos, esses professores têm uma realidade que lhes permite preparar uma atividade sobre FMC com mais calma. Além disso, trabalham em instituições que normalmente não veem objeções em inserir novos conteúdos. Essa objeção, no entanto, às vezes aparece por parte de colegas que não veem a importância de lecionar FMC no Ensino Médio.

Já o grupo B, formado por professores de escolas estaduais tem uma realidade bastante diferente: normalmente são professores com menos tempo para preparar aulas e poucas aulas de Física por semana, o que dificulta a inserção de FMC em sala de aula. No entanto, uma alternativa encontrada por alguns professores para compensar a baixa carga horária foi a criação de clubes de Ciências em horário alternativo ao das aulas. Cabe também destacar que os dos grupos A e B trabalham com alunos de mais baixa renda e que a ida desses professores ao CERN têm uma representatividade simbólica muito maior para esses alunos, que sentem uma identificação maior com seus professores, algo que

difícilmente ocorre com alunos de escolas de elite.

No grupo C, por outro lado, encontram-se professores que trabalham em uma única escola particular, que normalmente adotam currículos diferenciados como o *International Baccalaureate* (IB). Essas escolas, além de contarem com alunos de mais alta renda, também se destacam por terem um interesse maior em assuntos de FMC, algo que não se observa na maioria das escolas particulares, que têm o currículo mais voltado para exames vestibulares. Nesse grupo também se observam trajetórias distintas, como a de C1, que optou pela carreira acadêmica baseado na sua experiência na Escola de Física CERN e C2, que seguiu carreira na gestão escolar e organiza atividades à FMC com os professores da sua escola.

Por último, o grupo D apresenta professores de diferentes realidades normalmente com uma carga horária de trabalho bem alta por trabalharem em mais de uma escola e com algumas escolas resistentes à inserção de FMC em seus currículos. Apesar dessa sobrecarga, alguns professores destacam-se nesse grupo pela inovação, como D2, por exemplo, que conseguiu unir o seu aprendizado na Escola de Física CERN com o que havia estudado no seu mestrado e D4, que colaborou na criação de um novo programa para professores.

8.1.3 Einsteinplus

O programa para professores do *Perimeter Institute* destaca-se pela apresentação de materiais para o ensino de FMC, que é uma das principais demandas dos professores de Física que querem abordar esses conceitos em sala de aula, mas não dispõem de tempo suficiente para preparar atividades. Por outro lado, uma crítica que se faz ao programa é o fato de ele contar com poucos participantes brasileiros, o que dificulta a divulgação desse material em solo nacional.

Ao todo, 5 professores participantes desse evento foram entrevistados nesta pesquisa, sendo 2 do grupo D e um de cada um dos demais grupos. Para cada uma das realidades, o material teve uma aplicação diferente.

No grupo A, A5 destaca que, mesmo na rede federal, onde os professores dispõem de mais tempo para preparar aulas, a preparação de uma atividade sobre FMC não é algo trivial e a existência de um material com essa finalidade ajuda bastante no trabalho dos professores.

Já no grupo B, B7 que aponta que o material do PI dialoga bem com o currículo das escolas estaduais no seu estado, portanto pode ser aproveitado para o ensino de FMC. No grupo C, C4 revela algo semelhante no currículo do IB, que contém disciplinas sobre FMC nas quais o material do PI é bem-vindo.

Por último, entre os professores do grupo D, D6 revela que o material do PI foi importante para inserir conceitos de FMC em escolas que eram mais resistentes a

conteúdos que fugissem das suas grades curriculares, pois o material trabalha a FMC a partir da Física Clássica, então esses conteúdos serviram para enriquecer suas aulas. Já D5 não apenas usou o material em suas aulas como também promoveu um *workshop* para professores na sua cidade em parceria com o ICTP-SAIFR, sendo o primeiro *workshop* realizado por esse órgão na região Centro-Oeste.

8.2 Sugestões para Aperfeiçoamento dos Programas e para Novos Cursos de Formação Continuada

Como foi apontado no capítulo 1 deste trabalho, nos últimos 25 anos houve um aumento importante dos cursos de curta duração para professores principalmente do ensino Médio, no exterior e também no Brasil, com uma forte contribuição econômica e de colaboradores por parte de instituições de pesquisa em Física. Esse aumento pode ser explicado pela necessidade das instituições de que uma pesquisa que envolvesse muitos recursos econômicos e de pesquisadores precisaria ser reconhecida cada vez mais pela sociedade para poder continuar a se desenvolver: a contribuição dos professores do Ensino Fundamental e Médio poderia ser extremamente importante para a divulgação das características, necessidade e sucessos das pesquisas. Essa visão era compartilhada principalmente pelos responsáveis econômicos e pela direção do CERN, que não aceitava as críticas dos pesquisadores que consideravam que mais recursos seriam necessários para as pesquisas científica em andamento e não poderiam ser orientados para a ampliação da Escola: para esses pesquisadores, financiar a formação de professores deveria ter limites. Para a direção do CERN, saber que os professores ao terminarem os cursos estavam entusiasmados e motivados para divulgar o conhecimento científico não somente em suas aulas, mas também para colegas e para interessados em geral, era mais do que suficiente para justificar os gastos com a educação. Um resultado também importante, não controlado pelas instituições de pesquisa, foi uma mudança das formas de ministrar os cursos, sinalizando a possibilidade de aprofundar esta atividade com as contribuições de pesquisadores em Ensino de Ciências.

Esta pesquisa procurou acoplar as informações, obtidas a partir da análise do livro *Nós professores brasileiros...* (GARCIA, 2015) e das entrevistas com coordenadores e professores participantes, para construir uma síntese das contribuições da Escola para o desenvolvimento profissional dos professores participantes. Essas informações apontam como significativo um duplo aprofundamento e uma limitação: de um lado, uma ampliação da motivação dos professores para lidar com conhecimentos científicos mais atuais e um aumento do controle sobre sua trajetória profissional. Por outro, ficou muito limitada a contribuição para um avanço na relação com as escolas, necessário para estabelecer projetos duradouros.

A situação atual dos professores do Ensino Médio é caracterizada por uma formação

precária principalmente porque muitos dos docentes de Física vêm de outras áreas e precisam complementar o conhecimento adquirido com um estudo mais rigoroso, situação pouco compatível com a carga horária necessária para ter um salário suficiente para as necessidades familiares. Assim, muitos professores se sentem pouco adequados para a tarefa docente que precisam realizar; a consequência é uma crença de autoeficácia abaixo das necessidades para atuar na docência. Reverter, mesmo que parcialmente, esta crença é um resultado muito importante que deve ser visado e programado nas políticas públicas de formação continuada dos professores. Os eventos que caracterizaram a atuação dos professores após a participação nos programas estudados sinalizaram uma mudança também na trajetória docente, muito bem representada nos textos escritos e nas falas dos professores. Todos os coordenadores e organizadores da Escola focalizaram esse sucesso, porém considerando-o como um suporte e um indício de aprendizagem do conteúdo e de compromisso para sua divulgação. Os programas para professores do CERN e do *Perimeter Institute* não representam uma solução específica para os problemas brasileiros, mas constituem uma pequena parte de um grande esforço para o ensino e divulgação da FMC no mundo.

A organização das escolas com suas necessidades peculiares não foi reconhecida como a orientação fundamental para esses programas, apesar de que a participação de professores portugueses e de outras nações facilitou em vários casos a mudança de perspectiva, chamando atenção sobre a colaboração entre professores para obter conquistas estáveis. A evolução dos programas constituiu não somente uma melhoria da aprendizagem do conteúdo científico e pedagógico dos participantes, mas também a promoção de várias iniciativas que davam continuidade ao processo iniciado nos programas para professores, inclusive com o envolvimento dos alunos do Ensino Médio como a participação em encontros virtuais. Assim, podemos dizer que, além do evidente aumento quantitativo das atividades de formação continuada em Ensino de Física e de divulgação científica, as informações que conseguimos em nossa pesquisa apontam também para um avanço na qualidade dessa formação, principalmente com a colaboração dos pesquisadores em Ensino de Ciências.

Ao longo deste trabalho foram apresentados alguns aspectos positivos e algumas críticas aos programas para professores do CERN e do *Perimete Institute*. Nos programas do CERN, há sobretudo o fator motivacional que um programa oferecido em uma instituição de renome possui. Os professores que participam desse programa voltam ao Brasil com vontade de aprender mais sobre Física de Partículas e de contar aos seus alunos como foram suas experiências conhecendo o maior acelerador de partículas em atividade do mundo. Por outro lado, os programas não os preparam para abordar esses conceitos com os seus alunos e não leva em conta a realidade dos professores brasileiros, que normalmente são sobrecarregados em atividades em sala de aula e demais compromissos da escola. Isso faz com que cada professor busque uma estratégia diferente para falar sobre o CERN em suas aulas e nem sempre esse trabalho continue com o mesmo entusiasmo do momento logo

após a viagem. Já a Einsteinplus tem uma proposta diferente dos programas do CERN, pois o *Perimeter Institute* possui uma equipe que desenvolve materiais para professores do Ensino Médio. Portanto, os professores que participam desse programa voltam com bagagem para realmente inserir FMC em suas aulas. No entanto, por ser um instituto de Física Teórica, o PI não possui estruturas tão chamativas quanto as do CERN, nem é um instituto tão famoso a ponto de suas pesquisas serem divulgadas na mídia como aconteceu quando o LHC foi inaugurado e quando o bóson de Higgs foi detectado experimentalmente pela primeira vez.

Surge então a pergunta: o que poderia ser compartilhado entre esses três programas de modo a melhorar os resultados de cada um? Cabe destacar que, pensando nessa troca de experiências, a HST já dedica um dia do seu programa a uma oficina ministrada por professores do PI, numa espécie de *mini-workshop*. A experiência poderia ser levada ao demais programas do CERN sem haver a necessidade de uma visita presencial dos professores do PI, uma vez que o material do instituto está disponível online e poderia ser apresentado por outros professores.

Outra possibilidade de apresentação dos materiais do PI aos participantes da escola de Física CERN seria através de parcerias entre as instituições que coordenam a Escola e o ICTP-SAIFR, que já oferece workshops no Brasil para esses professores. A apresentação dos materiais não precisaria necessariamente ocorrer no CERN, onde o programa dura apenas uma semana. Ela poderia ser feita no Brasil, em Lisboa (durante a visita dos professores ao LIP) ou mesmo online, caso não haja possibilidade de apresentação presencial.

Além da apresentação dos materiais do PI, outra iniciativa que poderia beneficiar os participantes da Escola de Física CERN seria a realização de eventos pré ou pós-viagem que envolvessem participantes das edições anteriores para que as ações individuais de cada professor(a) não ficasse limitada apenas ao seu local de trabalho (ou, em alguns casos, apresentada em congressos acadêmicos), mas fossem de fato compartilhadas com colegas de profissão que vivenciam realidades semelhantes em suas salas de aula. Já existe um evento em que ocorre o encontro de alguns participantes durante a realização dos SNEF, porém, esses encontros ocorrem com uma frequência muito baixa (uma vez a cada dois anos) e a participação dos professores fica condicionada à possibilidade de cada um ir ao Simpósio, o que nem sempre é possível devido às despesas com viagens e hospedagem.

Já no lado da Einsteinplus, uma sugestão para tornar o programa mais atrativo seria a parceria com outras instituições de pesquisa. Algo nesse sentido já ocorre no Laser Interferometer Gravitational Observatory (LIGO), que criou em 2018 o International Physics & Astronomy Educator Program (IPA), unindo o material desenvolvido pelo PI com visitas a um laboratório bastante famoso nos Estados Unidos responsável pela primeira detecção de ondas gravitacionais no mundo. Além de utilizar um material que possui ampla utilização ao redor do mundo, o LIGO também desenvolveu sua própria atividade para

professores tendo como tema as ondas gravitacionais. Iniciativas semelhantes poderiam ser adotadas em outros lugares do mundo, inclusive no Brasil.

Concluindo esta análise, deve-se salientar que as informações levantadas a partir dos textos do livro forneceram um quadro bastante geral sobre as contribuições da Escola do CERN, porém não dão conta de forma detalhada da trajetória de cada professor e conseqüentemente do impacto efetivo da experiência e do correspondente desenvolvimento profissional de cada um deles. Assim, nos pareceu importante complementar essas informações entrevistando vários professores participantes, e coordenadores pois essa reconstrução permitiria vislumbrar eventos que têm favorecido ou dificultado o trabalho docente com a Física Moderna e sugerir atuações das instituições em favor dele. Nossa sugestão para as políticas públicas que orientam as escolas brasileiras é, de um lado, ampliar as várias iniciativas das escolas considerando como objetivo principal a articulação entre elas, principalmente se interdisciplinares; de outro lado, é preciso também sustentar e investir fortemente na relação dos professores de Física com as escolas na qual atuam, inclusive reservando uma parte do tempo de aula para a organização e colaboração entre os professores. Parece, pelos resultados deste trabalho, que isso implica numa contribuição significativa para o desenvolvimento profissional dos professores: a motivação que os tornava encantados com a Física deveria transformar-se numa forte sustentação de sua busca e exploração na sala de aula.

Referências

ABDALLA, M. C. B. *O Discreto Charme das Partículas Elementares*. 2ª edição. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

ALVARADO-PRADA, L. E.; FREITAS, T. C.; FREITAS, C. A. Formação continuada de professores: Alguns conceitos, interesses, necessidades e propostas. *Revista Diálogo Educacional*, v. 10, n. 30, p. 367–387, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/2464/2368>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ANDRADE, M. B.; TEIXEIRA, L. M. R. A escola: A grande ausente da formação continuada. *Revista Diálogo Educacional*, v. 10, n. 30, p. 267–283, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/2404/2320>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

BANDURA, A. *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1986. ISBN 9780138156145.

BAROLLI, E. et al. Desarrollo profesional de profesores de ciencias: dimensiones de análisis. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 1, p. 173–197, 2019.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994. ISBN 9789720341129.

BONFANTE, J. G. C.; BETT, M. B. B.; BITTENCOURT, R. L. de. Contribuições de Giroux, Tardif e Contreras para pensar a formação de professores. *Revista Internacional de Formação de Professores*, Itapetiniga, v. 3, n. 3, p. 79–93, 2018.

BRASIL. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral, 2013. ISBN 978-857783-136-4.

_____. *Resolução CNE/CP nº1 de 27 de outubro de 2020*: Dispõe sobre as diretrizes curriculares nacionais para a formação continuada de professores da educação básica e institui a base nacional comum para a formação continuada de professores da educação básica (BNC-Formação Continuada). Brasília, 2020. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=164841-rcp001-20&category_slug=outubro-2020-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 15 jan. 2023.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, p. 387–404, 2005.

CONTRERAS, J. *A Autonomia de Professores*. São Paulo: Cortez, 2002.

COSTA, T. Q.; ARRUDA, S. de M.; PASSOS, M. M. A formação de professores na escola de física do CERN: Uma análise a partir dos focos da aprendizagem do professor pesquisador. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 38, n. 2, p. 1230–1250, 2021.

- DAY, C. *Desenvolvimento profissional de professores: Os desafios da aprendizagem permanente*. Porto: Porto Editora, 2001. (Currículo, Políticas e Práticas). ISBN 9789720348074.
- DINIZ-PEREIRA, J. E. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: Formação docente e transformação social. *Perspectivas Em Diálogo Revista de Educação e Sociedade*, v. 1, n. 1, p. 34–42, 2014.
- DINIZ-PEREIRA, J. E.; SOARES, C. C. Formação continuada de professores na rede municipal de educação de belo horizonte: O que dizem as teses e dissertações (1986-2005) sobre o assunto? *Revista Diálogo Educacional*, v. 10, n. 30, p. 335–352, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/2446/2356>>. Acesso em: 15 jan. 2023.
- FERNANDES, S. S.; SANTOS, A. G. dos. Escola de física do CERN: Como levá-la à sala de aula para ajudar os alunos a entender Física de Partículas? In: CONFERENCIA INTERAMERICANA SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, 11., 2013, Guayaquil. Guayaquil, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2013_sandro_1.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- FERREIRA, J. da S.; HENRIQUE, J. *Um Olhar Sobre os Modelos e Práticas de Formação Continuada de Professores*. 2014. Disponível em: <<http://www.uece.br/endipe2014/ebooks/livro2/UM%20OLHAR%20SOBRE%20OS%20MODELOS%20E%20PR%C3%81TICAS%20DE%20FORMACAO%20CONTINUADA%20DE%20PROFESSORES.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- GARCIA, N. M. D. (Org.). *Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2015. ISBN 9788589064286. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/escolacern/arquivos_diversos/Nos-professores-brasileiros-de-Fisica-estivemos-no-CERN_2.pdf>. Acesso em: 22 dec. 2018.
- GUSKEY, T. *Evaluating Professional Development*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2000. ISBN 9780761975618.
- GUSKEY, T. R.; PASSARO, P. D. Teacher efficacy: A study of construct dimensions. *American Educational Research Journal*, v. 31, n. 3, p. 627–643, 1994.
- HOBOLD, M. de S.; MATOS, S. S. de. Formação continuada: O processo de incorporação das novas tecnologias de informação e comunicação no trabalho do professor universitário. *Revista Diálogo Educacional*, v. 10, n. 30, p. 317–330, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/2437/2347>>. Acesso em: 15 jan. 2023.
- KNEUBIL, F. B. Explorando o CERN na física do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, p. 2401–1–2401–10, 2013.
- LONG, L. More 'hands-on' Particle Physics: Learning with ATLAS at CERN. *Physics Education*, v. 46, n. 3, p. 270–280, 2011.
- MAIA, J. de O. *Investigando o desenvolvimento profissional docente em Mestrados Profissionais em Ensino de Ciências*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. 212 pp.

MARCELO GARCÍA, C. La formación inicial y permanente de los educadores. In: MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE. *Consejo Escolar del Estado: Los educadores en la sociedad del siglo XXI*. Madrid: Universidad de Sevilla, 2002. p. 165–194.

_____. Desenvolvimento profissional docente: passado e futuro. *Sísifo: Revista de Ciências da Educação*, n. 8, p. 7–22, 2009.

MINAYO, M. C. de S. *O desafio do conhecimento*. São Paulo: Hucitec, 1992. ISBN 9788527101813.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2015. ISBN 9788574299143.

MOREIRA, M. A. *Física de Partículas: Uma abordagem conceitual e epistemológica*. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

_____. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2022.

OLIVEIRA, L. D. de. *Modelo Teórico para a Interação Professor-Cientista a partir da Escola de Física do CERN: Um estudo de caso à luz da epistemologia de fleck*. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. 242 pp.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, p. 23–48, 2000.

PACCA, J. L. de A.; VILLANI, A. A formação continuada do professor de física. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 57–71, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/v4wkHWCtQKrTYCMNXvwhyrc/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

PAJARES, F.; OLAZ, F. Teoria social cognitiva e auto-eficácia: Uma visão geral. In: BANDURA, A.; AZZI, R. G.; POLIDORO, S. (Org.). *Teoria Social Cognitiva*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2008. p. 97–114.

PERRENOUD, P. *Dez Novas Competências para Ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2015. ISBN 9788582711934.

REZENDE JUNIOR, M. F.; SOUZA CRUZ, F. F. de . Física moderna e contemporânea na formação de licenciandos em física: necessidades, conflitos e perspectivas. *Ciências & Educação*, v. 15, n. 2, p. 305–321, 2009.

ROMANOWSKY, J. P.; MARTINS, L. O. Formação continuada: Contribuições para o desenvolvimento profissional de professores. *Revista Diálogo Educacional*, v. 10, n. 30, p. 285–300, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/2416/2332>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ROSA, C. W. da; ROSA, A. B. da. Ensino de física: Objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf>. Acesso em: 15 dec. 2018.

ROSENFELD, R. *O Cerne da Matéria: A aventura científica que levou à descoberta do bóson de higgs*. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

SILVA, L. L. da. Implicações da escola de física CERN para a prática pedagógica de professores. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, v. extra, p. 588-594, 2014.

VICENTIN, F. R. et al. Focos da aprendizagem do professor pesquisador. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 54-78, 2020.

VILLEGAS-REIMERS, E. *Teacher Professional Development: An international review of the literature*. Paris: International Institute for Educational Planning, 2003. (Quality education for all). ISBN 9789280312287. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000133010>>. Acesso em: 12 dec. 2018.

Anexos

ANEXO A – Roteiro de entrevistas com os coordenadores dos programas do CERN

1. Como o programa de formação de professores foi criado?
 - O que motivou sua criação?
 - Quais foram os professores/pesquisadores envolvidos?
 - Quais eram as expectativas da instituição com essa iniciativa?
 - Quais foram as dificuldades enfrentadas? Como foram superadas?
2. Como o programa de formação de professores se desenvolveu desde a sua criação até os dias atuais?
 - Como foi o seu reconhecimento na instituição, entre os professores e na comunidade acadêmica de Ensino de Ciências?
 - Como foi o crescimento do programa em número de professores inscritos e participação de professores diferentes nacionalidades?
3. Como o programa de formação de professores está estruturado? Qual é o seu currículo?
 - Quais são as atividades previstas?
 - Houve mudanças no currículo ao longo dos anos? O quê? Por quê?
 - Na avaliação do coordenador, o quanto essas atividades estão próximas da sala de aula do professor?
4. Quais foram/são os desafios de sua gestão como coordenador do programa de formação de professores?
 - Quais são as suas propostas para o curso?
 - Na percepção do coordenador como os colegas gestores da instituição (direção, órgãos centrais) veem o curso? (incentivo, valorização?)
5. Em sua opinião, tendo em vista os objetivos iniciais e o status atual do programa: ele tem sido bem-sucedido?
 - Tem sido bem-sucedido do ponto de vista formativo (curricular)?

- Observa (direta ou indiretamente) algum tipo de impacto dos trabalhos desenvolvidos no programa nas salas de aulas dos professores egressos do programa e/ou em suas escolas como um todo?
- Há interesse crescente dos professores da rede de educação básica no curso (número de inscritos nos processos seletivos)?
- Qual é a avaliação geral que os professores egressos fazem do curso?

6. Como foi sua entrada no programa de formação de professores?

- Por que resolveu participar do programa?
- Por que aceitou coordenar o programa? Que dificuldades encontrou? Em que se considera bem-sucedido?

ANEXO B – Roteiro de entrevista com os professores participantes

1. Qual é a sua formação (graduação, especialização, mestrado e doutorado, se houver)?
2. Em qual(is) escola(s) você trabalha atualmente?
3. De qual(is) curso(s) de formação de professores você já participou fora do Brasil? Em que ano ocorreu(ram) essa(s) experiência(s)?
4. Como foi que você ficou sabendo da existência desse(s) curso(s)? Por que decidiu participar?
5. Você achava que seria selecionado(a) para participar desse(s) curso(s)? Por quê?
6. Você teve algum apoio financeiro para participar desse(s) curso(s)? Você teria condições de participar mesmo sem esse apoio?
7. Você já havia saído do país anteriormente? Com que propósitos?
8. Você fala alguma língua estrangeira? Que diferença isso fez para a sua participação nesse(s) curso(s)?
9. O que você conhecia sobre o assunto abordado antes de participar do(s) curso(s)? Você estudou algum assunto específico antes de viajar?
10. Quais assuntos você não conhecia ou dominava muito bem antes de participar do(s) curso(s) e passou a conhecer melhor após a sua participação? Esse aprendizado se deu mais durante o(s) curso(s) ou depois?
11. Além dos conteúdos que você passou a conhecer melhor, o(s) curso(s) permitiu que você revisse alguma de suas estratégias didáticas? Qual(is)?
12. Você abordava assuntos de Física Moderna em suas aulas antes de participar do(s) curso(s)? Qual(is)?
13. Após a sua participação, você inseriu em suas aulas conteúdos que você não trabalhava antes? Qual(is)?
14. Como você fez para trabalhar esses novos assuntos com seus alunos? Quais estratégias foram utilizadas?
15. Qual foi a reação dos alunos quando você apresentou alguns dos conteúdos que você havia aprendido durante o(s) curso(s)? Como você avaliou o aprendizado deles?

16. Você encontrou apoio (ou resistência) na direção/coordenação da sua escola para inserir esses novos conteúdos? Que tipo de apoio/resistência?
17. Você acha que a participação nesse(s) curso(s) o(a) tornou mais confiante para ensinar esses novos conteúdos em suas aulas? Por quê?