

**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**

Luciano Denardin de Oliveira

Porto Alegre
Março de 2017

**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**

Luciano Denardin de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres

Tese realizada sob orientação do professor Dr. João Batista Siqueira Harres e apresentada para banca de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Educação em Ciências e Matemática.

**Porto Alegre
Março de 2017**

Ficha Catalográfica

O48 m Oliveira, Luciano Denardin 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 / Luciano Denardin de Oliveira . – 2017.

242 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres.

1. Interação professor-cientista. 2. Ludwik Fleck. 3. Escola de Física do CERN. 4. Teoria da Sociogênese do Conhecimento. 5. Análise do Discurso. I. Harres, João Batista Siqueira. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUCIANO DENARDIN DE OLIVEIRA

"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"

A tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Educação em Ciências e Matemática.

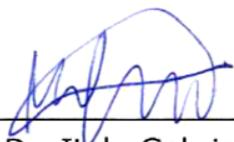
Aprovado em 31 de março de 2017, pela Banca Examinadora.



Dr. João Batista Siqueira Harres (Orientador - PUCRS)



Dr. Wellington Pereira de Queirós (UFMS)



Dr. Italo Gabriel Neide (UNIVATES)



Dr. João Bernardes da Rocha Filho (PUCRS)

*Não há nenhum erro absoluto, como
tampouco há verdades absolutas.
(Ludwik Fleck)*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho trata de interações, cooperações e parcerias entre diferentes coletivos de pensamento. Para Fleck, o conhecimento é uma criação social e os sujeitos modificam suas formas de pensar, de ser, de agir –se modificam– a partir das interações com os outros. Eles crescem, aprendem, evoluem. Se (re)inventam, se (re)descobrem. Nestes quatro anos e meio de doutorado, espero ter colaborado para que algumas pessoas tenham se redescoberto, pois muitas contribuíram para que mudanças ocorressem em mim. Fico muito feliz de não ser mais o mesmo cara que se matriculou no programa de pós-graduação em 2012 e que queria trabalhar com história da ciência.

As mudanças foram de diversas ordens e, com absoluta certeza, muitos contribuíram para que as próximas 200 páginas existissem. Este trabalho pode ter um autor, mas como diz Bakhtin, ecoam aqui diversas vozes. Algumas mais amáveis, amigáveis e que estou acostumado do convívio diário. Outras são mais distantes, mas igualmente afetivas. Outras tantas eu não tenho ideia do timbre, pois apenas as encontrei nas páginas de artigos, livros e teses. Independente dos coletivos de pensamento que estavam inscritas, das formas pelas quais elas me tocaram, todas foram importantes. Algumas eram de discussões teóricas, outras eram palavras de apoio e entusiasmo. Um indicavam leituras, outras indicavam cervejas para um momento de relaxamento. Um silenciavam para ouvirem minhas angústias, medos, inseguranças, boas e más ideias, empolgações, hipóteses, sonhos. Outras, sonhavam juntas, projetavam juntas, se empolgavam juntas. As boas ideias, as palavras de tranquilidade, o *“vai lá que vai dar tudo certo”* eram tanto de especialistas da área quanto daqueles que até hoje sentem arrepios ao ouvirem falar em física. As vozes nem sempre eram vozes, eram ações, gestos, olhares, abraços, silêncios, risadas, parcerias. São muitas as pessoas que eu gostaria de agradecer e para todas elas fica aqui o meu muito obrigado, ou, como costumo falar: valeu! Valeu muito! Valeu mesmo!!

Ainda assim, queria personificar meus agradecimentos para aqueles que foram e sempre serão muito especiais na minha vida, independente do futuro, independente se nos conhecemos por conta do doutorado ou se a relação já é de uma vida.

À Ursula, por todo amor, parceria e companheirismo. Por acreditar (e fazer eu acreditar) que tudo ia dar certo. Por acabar abrindo mão, junto comigo, de cinemas, passeios e viagens. Por também vestir a camiseta da tese, pensando abordagens, discutindo interpretações, me ajudando a *pensar os pensamentos*. Por ter uma palavra de entusiasmo e um abraço especial na hora certa. Amore, valeu por ajudar que existisse um arquivo *tese_final.doc*! A conquista é nossa! Dale! Te amo!!

Aos meus pais, Lori e Juarez, por todo amor e aprendizado. Por me ensinarem muitas das coisas que não se aprendem nas escolas. Por me ensinarem a ser ético, correto, a ter moral. A ser altruísta, a cooperar, a pensar no outro, a amar. Por ensinarem não na teoria, mas a partir do exemplo diário. Por sempre buscarem dar as melhores oportunidades de ensino para seus filhos. Pelo apoio, pela preocupação, pelo suporte, pelas velas acesas! Amo vocês!!

À minha irmã, minha "*primeira colega na escola da vida*". Por todo amor e parceria. Pela preocupação, pelas palavras de otimismo. Por ajudar com as "*logísticas caninas*" que muito permitiram que eu trabalhasse de forma contínua. Te amo!

Ao Dr. Sérgio Goldani, por toda ajuda e suporte. Por sempre fazer eu ver as situações por outros vértices, me apresentar outras possibilidades, por me ajudar a refletir e evoluir. Por sempre insistir e apoiar minha qualificação profissional. Obrigado por tudo!

Ao orientador, colega e amigo João Batista Siqueira Harres. Obrigado por respeitar meu tempo, meu ritmo e confiar na minha autonomia. Pelos aprendizados, pelas oportunidades, pela confiança, pelas reflexões, pelas conversas que ora preocupavam, ora tranquilizavam, mas que sempre agregavam no trabalho.

Aos professores e colegas do programa de pós-graduação em educação em ciências e matemática, pelas discussões e aprendizados.

Ao Lucius, pelas agradáveis conversas *filosóficas* que sempre acabavam impactando no meu trabalho.

À Mercedes, amiga querida! Pelas conversas tanto presenciais, quanto virtuais que sempre motivavam e encorajavam!

Aos amigos da FAFIS que acompanharam essa trajetória, pelo agradável convívio diário, pelas palavras de entusiasmo e apoio. Ao prof. João Bernardes, por sua disponibilidade, pelas palavras de conforto e carinho. Ao Jair, por ressuscitar meu computador em mais de uma oportunidade fazendo com que eu não ficasse os feriados sem conseguir trabalhar!

Ao professor Ramón Cid Manzano, por me receber de portas abertas no período do doutorado sanduíche na Universidade de Santiago de Compostela. Por sua disponibilidade e atenção, pelos seus ensinamentos e pelas oportunidades. Pelas discussões do projeto de tese, da física, da educação, por ampliar meu olhar sobre a sala de aula. Pelas conversas, pelos vinhos, pelos passeios, pelas “aulas de cultura galega”. Pela acolhida carinhosa dele e de seus familiares. Por fazer eu entender e sentir *morriña!*

Para María, Manolo, Dani e Alex, por fazerem Santiago de Compostela ser menos fria, úmida, chuvosa e cinzenta. Ao Carsten, pelas 1906 e momentos compartilhados. “*Prost-saúde!*”

À professora Dra. Gleny Guimarães, por me apresentar a Análise de Discurso e pela oportunidade de escrever um capítulo no livro que estava organizando. Pela disponibilidade e direcionamentos na análise realizada nesse trabalho, bem como pela leitura crítica e sugestões da seção 5.4.1.

Ao professor Nilson Garcia, por encaminhar os e-mails para os participantes da Escola de Física do CERN, permitindo que essa pesquisa avançasse.

Aos professores participantes dessa pesquisa, pela disponibilidade, pelas entrevistas, mas principalmente pelas conversas agradáveis que sempre fizeram eu aprender, refletir e repensar minha prática docente.

Aos estabelecimentos de ensino PUCRS, colégio Monteiro Lobato e Anglo Vestibulares, por apoiarem e incentivarem minha qualificação profissional e me liberarem das aulas para o período na Espanha e participações em congressos.

À Capes, pelo apoio financeiro no período de doutorado sanduíche no exterior.

Aos amigos de basquete da ACM, a válvula de escape das tensões da vida acadêmica.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
SUMÁRIO	9
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE QUADROS	14
LISTA DE SIGLAS	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. APRESENTAÇÃO	18
1.1 Problema de Pesquisa	21
1.2 Tese	22
1.3 Objetivos gerais	22
1.4 Objetivos específicos	23
2. A ESCOLA DE FÍSICA DO CERN	24
2.1 Atividades da Escola de Física do CERN	27
2.2 Perfil do professor participante da Escola de Física do CERN	31
2.3 Evolução profissional a partir da vivência no CERN	34
2.4 Considerações acerca do Perfil do Professor Participante da Escola de Física do CERN	40
3. A TEORIA DA SOCIOGÊNESE DO CONHECIMENTO DE LUDWIK FLECK	42
3.1 Implicações do referencial fleckiano no Ensino de Ciências	54
3.1.1 Revisão de Análises da produção acadêmica	54
3.1.2 Potencialidades da teoria fleckiana na pesquisa em/e Ensino de Ciências	55
3.1.3 Emergência de um fato científico	57
3.1.4 Formação de professores	58
4. A INTERAÇÃO PROFESSOR-CIENTISTA	60
4.1 Interações professor-pesquisador em educação	62
4.2 Interações professor-cientista de ciências exatas e da natureza	68
5. ESCOLHAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	83

5.1 Metodologia de Investigação	85
5.1.1 Estudo de Caso	85
5.2 Técnica de Coleta de dados	89
5.2.1 Entrevista Semiestruturada.....	89
5.2.2 Instrumento de coleta de dados.....	91
5.3 Professores Participantes da Pesquisa	92
5.3.1 Critérios de Seleção dos Professores Participantes da Pesquisa.....	92
5.3.2 Os Professores Participantes da Pesquisa	93
5.4 Dispositivo de Análise	97
5.4.1 Análise de Discurso	97
6. ESCOLA DE FÍSICA DO CERN E TEORIA FLECKIANA: ARTICULAÇÕES POSSÍVEIS	114
6.1 As circulações de ideias.....	118
6.1.1 A circulação intracoletiva de ideias	120
6.1.2 As Implicações da circulação intracoletiva de ideias.....	133
6.1.3 O tráfego intraexotérico.....	147
6.1.4 As implicações do tráfego intraexotérico.....	151
6.2 A Discussão sobre os Principais Objetivos da Escola de Física do CERN	153
6.2.1 Divulgação Científica	153
6.2.2 A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio	162
7. AS AÇÕES DOS PROFESSORES DEPOIS DA ESCOLA DE FÍSICA DO CERN.....	175
7.1 A Ciência Popular: Divulgação Científica	175
7.2 A Ciência dos Livros Didáticos: A Física Moderna e Contemporânea.....	179
8. HARMONIA DAS ILUSÕES	192
9. UM MODELO PARA A INTERAÇÃO PROFESSOR-CIENTISTA A PARTIR DA TEORIA FLECKIANA	201
9.1 Características a serem valorizadas na interação professor-cientista- pesquisador	202
9.2 O coletivo de pensamento dos cientistas	205
9.3 O coletivo de pensamento dos pesquisadores em educação em ciências	206
9.4 Coletivo de pensamento dos professores da educação básica	209
9.5 Promovendo as circulações intercoletivas de ideias.....	211
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	218

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	221
11. ANEXOS	238
Anexo 1: Roteiro das Entrevistas Semiestruturadas realizadas com professores antes da participação na Escola de Física do CERN	238
Anexo 2: Roteiro das Entrevistas Semiestruturadas realizadas com professores após a participação na Escola de Física do CERN	240
Anexo 3: E-mail convite	242

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição percentual dos professores participantes em função da região brasileira na qual trabalham.	32
Figura 2: Distribuição percentual dos professores participantes em função da rede de ensino.....	33
Figura 3: Formação acadêmica dos professores antes e depois de participarem da Escola de Física do CERN.....	35
Figura 4: Comparativo entre a média anual de artigos publicados por participantes antes e depois de frequentarem a Escola de Física do CERN.	37
Figura 5: Comparativo entre a média anual de trabalhos publicados em eventos por participantes antes e depois de frequentarem a Escola de Física do CERN.	38
Figura 6: Média anual de demais produções desenvolvidas por participantes antes e depois de frequentarem a Escola de Física do CERN.	39
Figura 7: Coletivo de pensamento da física de partículas.....	116
Figura 8: Representações das circulações intracoletivas de ideias.	119
Figura 9: Diferentes saberes associados aos coletivos de pensamento.	204
Figura 10: Coletivo de pensamento dos saberes disciplinares e as circulações intracoletivas de ideias.	206
Figura 11: Coletivo de pensamento dos saberes da formação profissional e as circulações intracoletivas de ideias.	208
Figura 12: Coletivo de pensamento dos saberes experienciais e as circulações intracoletivas de ideias.	210
Figura 13: Os três coletivos de pensamento	211
Figura 14: Circulações intra e inter coletivas de ideias.	212

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atualização do currículo dos professores participantes da Escola de Física do CERN.	32
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplo de programação da Escola de Física do CERN.	28
Quadro 2: Perfil dos professores entrevistados.....	94

LISTA DE SIGLAS

AD	Análise de Discurso
ALICE	Experiência do Grande Colisor de Íons
AMS	Espectrômetro Magnético Alpha
ATLAS	Aparato Toroidal do LHC
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CERN	Organização Europeia para a pesquisa nuclear
CMS	Solenóide Compacto de Múons
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
FCC	Colisor Circular do Futuro
FMC	Física Moderna e Contemporânea
LHC	Grande Colisor de Hádrons
LHCb	Large Hadron Collider beauty
LIP	Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PPP	Programa Político-Pedagógico
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física

RESUMO

OLIVEIRA, Luciano Denardin 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.** Porto Alegre – Rio Grande do Sul. 2017. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL.

O objetivo deste trabalho foi compreender, à luz da teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck, a interação professor-cientista em um curso de formação continuada denominado Escola de Física do CERN. A pesquisa teve um caráter qualitativo, enquadrando-se em um estudo de caso. Entrevistas foram realizadas com professores participantes do curso de formação supracitado e seus discursos interpretados segundo os pressupostos teóricos da Análise de Discurso da linha francesa. Compreendemos que a estrutura da Escola de Física do CERN reflete uma racionalidade técnica e que um único *coletivo de pensamento* relativo ao *estilo de pensamento* da física de partículas é estabelecido. Os cientistas integram o *círculo esotérico* e os professores, o *círculo exotérico*, fazendo com que o tráfego de ideias seja da ordem *intra-coletiva*. A *circulação intra-coletiva de ideias* fortalece o *estilo de pensamento*, de forma que após a vivência no CERN os professores passaram a inserir aspectos da física de partículas em suas aulas e a realizar atividades de divulgação científica relacionadas ao centro. Entretanto, não verificamos mudanças significativas nas práticas docentes dos participantes. Respalado pela teoria fleckiana, defendemos que mudanças nas práticas docentes ocorrem de forma significativa se forem privilegiadas as *circulações inter-coletivas de ideias*. Para que essa situação seja alcançada e contemplando as principais diretrizes de pesquisas recentes que investigaram a interação professor-cientista em diferentes contextos, propomos um modelo de interação professor-cientista-pesquisador que envolva três *coletivos de pensamento* distintos: dos saberes disciplinares, dos saberes da formação profissional e dos saberes experienciais.

Palavras-Chaves: Interação professor-cientista, Ludwik Fleck, Escola de Física do CERN, Teoria da Sociogênese do Conhecimento, Análise do Discurso.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Luciano Denardin de. **Theoretical model for the teacher-scientist interaction from the CERN Portuguese Language Teachers programme: a case study according to view of Fleck's epistemology.** Porto Alegre – Rio Grande do Sul. 2017. PhD Thesis. Postgraduate Program in Science and Mathematics Education, PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL.

This work aims to understand the teacher-scientist interaction in a continuing education course named CERN Portuguese Language Teachers Programme under the perspective of the sociogenesis of knowledge theory by Ludwik Fleck. The research had a qualitative approach and focused on a case study. Teachers taking part in the course were interviewed and after that their discourse were interpreted according to the theoretical framework of the Discourse Analysis of French matrix. We understand that the structure of the CERN Portuguese Language Teachers Programme reflects a technical rationality and that a single thought collective regarding the thought style of particle physics is set. Scientists make up the esoteric circle, while the teachers make up the exoteric circle, what puts the stream of ideas in the intracollective order. The intracollective communication of ideas strenghts the thought style, so that after the experience in CERN teachers started to include aspects of particles physics in their classes and to promote activities of science popularization related to CERN. However, we have not noticed substantial changes in the teaching practices of the participants. Based on the theory of Fleck, we advocate that changes in the teaching practices happen in a considerable way if intercollective communications of ideas are privileged. In order to accomplish this goal, and contemplating the main guidelines of recent researches that investigated the teacher-scientist interaction in different contexts, we propose a model of teacher-scientist-researcher that involve three distinct thought collectives: the subject-based knowledge one, the professional education knowledge one, and the experiential knowledge one.

Keywords: Teacher-Scientist Interaction, Ludwik Fleck, CERN Portuguese Language Teachers Programme, Sociogenesis of Knowledge Theory, Discourse Analysis.

1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho busca compreender a interação entre professores da educação básica e pesquisadores em ciência de ponta a partir de um curso de formação continuada.

Contudo, antes das reflexões teóricas, das interpretações de discursos e todo o restante esperado de uma tese de doutorado, cabem algumas considerações. De certa forma, este trabalho remete ao meu passado e ao meu presente. Possivelmente as protoideias fleckianas ecoarão nas próximas páginas, revelando muito do que aqui descrevo.

Durante a graduação fui bolsista de iniciação científica e minhas atividades estavam ligadas a investigações na área da implantação iônica. Neste período de três anos, acompanhei irradiações em um acelerador de partículas, aprendi a preparar filmes finos poliméricos e a operar um microscópio de força atômica. Ao me formar em licenciatura em física, comecei a lecionar em escolas de Ensino Médio de Porto Alegre ao mesmo tempo em que cursava o mestrado em engenharia e tecnologia de materiais. Era professor e pesquisador. No mestrado, desenvolvi um método para sondar a transição vítrea de polímeros a partir do impacto de íons energéticos. Na escola, começava a sondar metodologias distintas e seus impactos nos alunos.

As crateras de dimensões nanométricas deixadas nos polímeros pelos íons de ouro começaram a me preocupar menos do que as lacunas deixadas nos alunos a partir de aulas que não reluziam e refletiam tanto quanto o metal precioso. Já no final do mestrado o *eu* professor falou mais alto que o *eu* pesquisador em nanotecnologia. A dissertação foi apresentada na mesma época em que cursava outro mestrado, desta vez o profissional em ensino de física. A carreira docente havia me tocado e era nesse caminho que eu gostaria de seguir trilhando.

Conheci uma nova instituição, novos professores. Desenvolvi um produto educacional em uma área que sempre me interessou, a história da ciência. Uma nova dissertação foi defendida.

Após quase uma década trabalhando com o Ensino Médio e em cursos pré-vestibulares tive, em 2009, a primeira experiência universitária, sendo professor substituto por dois anos na UFRGS.

Em 2012 comecei a lecionar na PUCRS e dei início aos meus estudos de doutorado no programa de pós-graduação em educação em ciências e matemática da mesma universidade. Ainda no mesmo ano, candidatei-me pela segunda vez para participar da Escola de Física do CERN, evento promovido pela Sociedade Brasileira de Física e que estava em sua quarta edição. Grata foi a minha surpresa quando meu nome configurou entre os selecionados.

Particpei da Escola de Física do CERN dois meses após o centro anunciar para o mundo a detecção do bóson de Higgs. Genebra, o CERN, os cientistas, os colegas participantes da Escola, eu, estávamos todos extasiados. O centro respirava os louros de um dos resultados experimentais mais importantes das últimas décadas. A experiência no CERN foi tocante, foi ímpar, foi única, foi indescritível.

Na volta ao Brasil, conversando com meu orientador, surgiu a ideia de investigar as implicações da Escola de Física do CERN nos professores. Como todo começo de investigação, o olhar era confuso e muito pesquisei sobre atividades didáticas relacionadas à física de partículas.

No final de 2014 vivenciei um período de doutorado sanduíche no departamento de Didáticas Aplicadas da Universidade de Santiago de Compostela, sob a orientação do professor Ramón Cid Manzano. O professor Cid também participou de um curso de formação continuada semelhante à Escola de Física do CERN e, além de professor na universidade, atua no ensino secundário espanhol. Durante minhas pesquisas de revisão de literatura envolvendo física de partículas, o CERN e o ensino, encontrei muitos artigos do professor Cid relacionando diversas áreas abordadas no ensino médio com o LHC e as pesquisas realizadas no centro. Durante quatro meses na histórica Santiago de Compostela vários caminhos foram se apresentando. Neste período, os trabalhos envolveram o planejamento de atividades investigativas de física tendo como tema gerador o LHC. Essas atividades foram incrementadas com realidade aumentada, técnica que aprendi a utilizar na Espanha. Além disso, desenvolvi pesquisas referentes à formação de professores e aos sistemas educacionais brasileiro e espanhol. A investigação de doutorado se desenhava em avaliar a aprendizagem dos alunos tendo como tema gerador o LHC.

Neste mesmo período tive contato com a teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck. As leituras de alguns artigos sinalizavam que este epistemólogo poderia contribuir para a interpretação da interação professor-cientista no contexto da Escola de Física do CERN. O projeto de tese tomou outro rumo. Iniciei

estudos teóricos tanto em relação à teoria fleckiana, quanto em realizar um estado da arte acerca da interação professor-cientista. Percebi que essa área de pesquisa é recente e pouco investigada.

O projeto de tese, aprovado em agosto de 2015, previa entender os benefícios da interação entre cientistas e professores estabelecida na Escola de Física do CERN. As contribuições dos professores membros da banca ampliaram minha visão em relação aos problemas de pesquisa, bem como delimitaram os objetivos da investigação.

A partir de diversas reflexões, conversas, cafés, ócios criativos, ócios pouco criativos, pressupostos teóricos, incertezas, convicções, memórias do passado (e do futuro) delineei minha investigação. No final, a partir do estudo de caso da Escola de Física do CERN compreendido à luz da teoria fleckiana, propomos um modelo de interação entre professor e cientista que privilegie a mudança na prática docente.

Assim, este trabalho busca contribuir para o entendimento do processo de articulação entre cientistas e professores. Ironia, ou não, ele foi realizado por alguém que pensava ser cientista e se tornou professor. Assim como Fleck, o qual, a partir do estudo de caso da reação de Wassermann, alicerça sua teoria social do conhecimento, eu, mais humildemente e distante de qualquer comparação apresento, a partir do estudo de caso da Escola de Física do CERN, um modelo de interação professor-cientista.

No capítulo 2 deste trabalho apresentamos detalhes do curso de formação continuada aqui investigado. Discutimos a estrutura e organização da Escola de Física do CERN, seus objetivos e alguns de seus impactos. Delineamos ainda o perfil do professor brasileiro participante desse curso e mapeamos a sua evolução profissional.

No capítulo 3 introduzimos os pressupostos teóricos do nosso referencial principal, Ludwik Fleck. Exploramos seus principais conceitos e refletimos acerca das produções acadêmicas recentes envolvendo a teoria da sociogênese do conhecimento e o ensino de ciências.

No capítulo 4 consta o estado da arte relacionado à interação professor-cientista. Apresentamos tanto trabalhos que investigaram a cooperação entre professores e pesquisadores em educação em ciências, quanto pesquisas que discutiam as parcerias estabelecidas entre cientistas e professores.

No capítulo 5 apresentamos e discutimos nossas escolhas e procedimentos metodológicos. A investigação é do tipo estudo de caso na qual realizamos entrevistas

semiestruturadas com participantes de duas edições distintas da Escola de Física do CERN. Os discursos dos professores foram interpretados à luz da análise do discurso da linha francesa.

No capítulo 6 articulamos a Escola de Física do CERN com os pressupostos teóricos da teoria fleckiana, buscando compreender as interações entre professores e pesquisadores do CERN.

No capítulo 7 avaliamos as ações realizadas pelos professores após a participação no curso de formação continuada investigado. Essas ações centram-se principalmente na abordagem de aspectos da física de partículas em sala de aula e em atividades de divulgação científica envolvendo o CERN.

No capítulo 8 são avaliados os impactos na prática docente dos professores participantes de nossa pesquisa a partir da vivência em Genebra.

No capítulo 9 propomos um modelo teórico de interação professor-cientista-pesquisador que privilegie a mudança na prática docente. Este modelo está alicerçado na teoria da sociogênese do conhecimento de Fleck (capítulo 3), nas deliberações dos trabalhos analisados acerca da interação professor-cientista (capítulo 4) e na análise do corpus discursivo (capítulos 6,7 e 8).

O capítulo 10 apresenta as principais considerações deste trabalho, discutindo limitações e potencialidades, bem como encaminhamentos de trabalhos futuros.

Por fim, são apresentados as referências bibliográficas utilizadas e os anexos.

No seguimento deste capítulo apresentamos os problemas de pesquisa, a tese e os objetivos gerais e específicos da investigação realizada.

1.1 Problema de Pesquisa

Esta pesquisa busca compreender a interação professor-cientista à luz da teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck. Para tanto investigamos, na forma de um estudo de caso, a interação professor-cientista desenvolvida durante um curso de formação continuada em um centro de pesquisa em física avançada, tendo como participantes professores da educação básica.

A partir disso emerge nosso primeiro problema de pesquisa:

Como a teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck pode contribuir para a compreensão da interação professor-cientista?

Com a validação da teoria de Fleck para esse problema, buscamos avaliar as implicações nos professores da interação com cientistas. Deste entendimento, propomos um modelo de interação professor-cientista que propicie mudanças significativas na prática docente. Com isso surge nosso segundo problema de pesquisa:

A partir das categorias fleckianas, quais são os elementos necessários para a proposta de um modelo de interação professor-cientista que favoreça uma efetiva mudança na prática docente?

1.2 Tese

A partir dos pressupostos teóricos fleckianos, das diretrizes apresentadas em trabalhos que investigaram a interação professor-cientista em diversos contextos e das interpretações do corpus discursivo da nossa pesquisa, a tese se define como ***uma mudança na prática docente ocorre quando o professor interage ativamente com estilos de pensamento tanto relacionados a saberes científicos quanto pedagógicos.***

1.3 Objetivos gerais

São objetivos gerais desse trabalho:

- *Interpretar a interação professor-cientista a partir da teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck, avaliando sua validade para tal.*
- *Propor um modelo de interação professor-cientista a partir da teoria fleckiana que potencialize a mudança na prática docente.*

1.4 Objetivos específicos

São objetivos específicos desse trabalho:

- *Relacionar as categorias fleckianas com as atividades e situações vivenciadas pelos professores no contexto da Escola de Física do CERN.*

- *Mapear o perfil do professor participante da Escola de Física do CERN.*

2. A ESCOLA DE FÍSICA DO CERN

A organização europeia para a pesquisa nuclear (European Organization for Nuclear Research- CERN) foi criada em 1954 e está localizada na fronteira franco-suíça, em Genebra, ocupando uma área de aproximadamente 195 hectares, com mais de 500 edifícios e 25 km de estradas. Atualmente conta com mais de 2500 funcionários e pesquisadores de quase 600 universidades diferentes que trabalham em vários grupos de pesquisa e investigação.

O CERN foi criado com o intuito de reunir os países europeus desmantelados após a segunda guerra mundial. A busca pela paz e unificação mediada pela Ciência foram objetivos centrais da construção do centro. A temática de pesquisa escolhida foi a física nuclear, o que parece pertinente no contexto da época, dado os acontecimentos recentes, como por exemplo, o uso de bombas nucleares nove anos antes. Sem fins militares e concebido para desenvolver pesquisa pública e cooperativa, o CERN, depois de mais de 50 anos de existência, tem trazido contribuições importantes para o avanço e a compreensão da Ciência, consolidando-se como referência na pesquisa em física nuclear e de partículas. Ademais, as tecnologias lá desenvolvidas são recorrentemente utilizadas em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, o tratamento de câncer e a criação da *world wide web* (www) (GARCIA, 2015a).

É no CERN que se encontra o maior acelerador de partículas do mundo, o Grande Colisor de Hádrõs (Large Hadron Collider- LHC), um acelerador de 27 quilômetros de comprimento, localizado 100m abaixo da superfície terrestre e que acelera prótons até velocidades muito próximas à da luz. As colisões entre dois feixes dessas partículas que viajam em sentidos opostos são “visualizadas” em quatro detectores (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb) distribuídos ao longo do perímetro do LHC. Os resultados obtidos pelos grupos de pesquisa que trabalham nesses experimentos têm contribuído para o melhor entendimento das interações entre as partículas e da estrutura da matéria, conceitos envolvendo matéria

e antimatéria. Foi no CERN que partículas como os bósons W e Z foram, pela primeira vez, detectadas. Em 2012, o centro anunciou a detecção do bóson de Higgs, partícula teórica proposta na década de 1960 e que constituiu um dos pilares do modelo padrão das partículas elementares (BASSALO, 2014).

O CERN tem o compromisso de retribuir os investimentos feitos pelos países-membros por meio da divulgação e socialização à comunidade dos conhecimentos e das descobertas lá realizadas. Em grande parte, isso ocorre por meio de publicações e debates entre os pares em periódicos e congressos específicos. Contudo, esse tipo de informação específica e com uma linguagem própria está limitado a um público restrito e especializado. Para leigos e população em geral, faz-se necessário divulgar as pesquisas por outro caminho, em outra linguagem.

Neste sentido e com o objetivo de desenvolver atividades pedagógicas, contribuir para a formação continuada docente e aproximar a Ciência do público em geral, alguns programas educacionais têm sido mantidos desde 1998. Entre eles encontrava-se a Escola de Física do CERN para Professores Portugueses (*CERN Portuguese Teachers Programme*) que teve sua primeira edição em 2007, na qual apenas professores daquele país participaram. Por força de uma missão da UNESCO preconizando a ampliação dos programas do CERN para países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, em 2009 a mesma escola foi estendida para países luso-falantes, transformando-se em Escola de Física do CERN em Língua Portuguesa (*CERN Portuguese Language Teachers Programme*) e sendo, até 2014, o programa de formação de professores do CERN com o maior número de participantes (ABREU, 2015).

A escola ocorre em edições anuais, sendo financiada pela Agência Ciência Viva (Portugal) e até 2014 teve o apoio da CAPES (Brasil). O processo seletivo de professores brasileiros, bem como o acompanhamento nas atividades no CERN é realizado pela Secretaria para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física (SBF). A oportunidade é aberta apenas para professores licenciados ou bacharéis em física que atuam como docentes em física na Educação Básica. Para a seleção, além da análise de currículo e preenchimento de um formulário específico, o professor deve justificar o seu desejo em participar da Escola de Física do CERN, bem como apresentar um plano de ações didático-pedagógicas e de divulgação científica a serem realizadas após o curso (GARCIA, 2015). Anualmente, entre 20 e 30 professores brasileiros participam do projeto.

O objetivo central do programa é proporcionar formação continuada em física de partículas para professores atuantes no Ensino Médio, fazendo com que interajam e

conheçam as pesquisas desenvolvidas no CERN (ABREU, 2015). Segundo Garcia (2015, p. 62 e 63), os objetivos da Escola de Física do CERN são:

- abrir o CERN aos Professores de escolas brasileiras por meio de Programa em colaboração com Portugal, e, por intermédio destes, aos seus alunos e à escola;
- oportunizar formação intensiva de atualização de conteúdos na área da Física Moderna, em particular na Física de Partículas e na Cosmologia, e nas tecnologias avançadas, introduzindo os grandes problemas e questões que se colocam na ciência hoje, como matéria escura, energia escura e assimetria matéria-antimatéria;
- estabelecer relações profissionais e canais de esclarecimento, apoio e/ou encaminhamento entre os professores portugueses, africanos e brasileiros;
- motivar os professores para aprender mais e, por meio destes e do seu entusiasmo chegar aos alunos e despertar neles a centelha da “curiosidade apaixonada”;
- motivar os investigadores a participarem de mais ações de divulgação e de interação com os professores e os alunos em ambiente escolar.

Os professores selecionados pela SBF têm o compromisso de socializar as experiências vividas no CERN, que podem ocorrer, por exemplo, por meio de atividades de investigação com seus alunos, palestras de divulgação científica para a comunidade em geral, visitas virtuais ao CERN, o uso de sites, blogs e páginas em redes sociais, entre outros. Não é ambição do programa transformar o professor em um pesquisador em Física de partículas, mas sim fazê-lo um multiplicador e divulgador científico, capacitando-o a discutir aspectos de física de partículas e das pesquisas atuais nesta área em sala de aula e em comunidades não científicas (ABREU, 2015).

Outro fator muito importante preconizado pela comissão organizadora da Escola de Física do CERN é a aproximação entre o professor e o pesquisador, estreitando laços e mostrando o lado humano da Ciência, o que ocorre por detrás das descobertas científicas, desmistificando a ideia de cientista como um gênio excêntrico e, com isso, motivar os estudantes a seguirem pela carreira científica (ABREU, 2015). O interesse por esse caminho pode ocorrer a partir de que os alunos tenham acesso às instigantes pesquisas científicas atuais e os problemas ainda em aberto na Ciência, concebendo-a, assim, de forma mais relativa e mutável. Além disso, podem entendê-la como um processo inacabável da construção humana, que passa por erros e acertos e que é desenvolvida coletivamente por pessoas normais, assumindo uma visão da natureza da Ciência mais desejável (GIL PÉREZ et al, 2001). Contudo, entendemos que a aproximação entre cientistas e professores não garante que esses assumirão essa postura na discussão sobre Ciência em sala de aula. No nosso ponto de vista estes aspectos não devem estar implícitos durante a interação entre professores e cientistas, mas sim serem destacados, explorados e debatidos explicitamente.

2.1 Atividades da Escola de Física do CERN

A Escola de Física do CERN ocorre no segundo semestre de cada ano. É distribuída e organizada ao longo de uma semana, com carga horária total de 60 horas. Os professores hospedam-se em um hotel próprio do CERN, caracterizando um curso de formação de imersão total. A partir de 2012, antes da chegada em Genebra os professores brasileiros fazem uma escala em Lisboa. Lá os participantes se conhecem e é explicada a dinâmica das atividades. São realizadas visitas a pontos turísticos e de interesses cultural, histórico, científico e pedagógico da capital portuguesa. Ocorre também uma palestra e uma visita guiada às instalações do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), centro português que intermedia o curso e parceiro do CERN.

Durante a estada em Genebra o ritmo de atividades é intenso, ocupando geralmente os três turnos do dia, ora com palestras e minicursos, ora com visitas às instalações do centro. Oficinas com fins educacionais, discussões e socializações também fazem parte da programação (GARCIA, 2015). Alguns temas das palestras ofertadas versam sobre o histórico do CERN e pesquisas atuais em física de partículas; a física dos detectores do LHC; aplicações da Física de Partículas; assimetria matéria-antimatéria e sobre o sistema de aquisição de dados do LHC (SANTOS e FERNANDES, 2015). Um minicurso de 4 horas com o título: “Introdução à Física de Partículas e ao Universo” é ministrado em quatro dias (LAPA e REBELO, 2015). Em visitas guiadas os professores podem conhecer as salas de controle dos detectores, observar alguns aceleradores de partículas menores, descerem até o túnel no qual se encontra o LHC e outras instalações, interagindo com pesquisadores no seu próprio ambiente de trabalho (EIRAS, 2015). Em um determinado momento do curso tem sido oferecida uma oficina para a construção de uma câmara de nuvens utilizando materiais de baixo custo e de fácil reprodução para utilização no Ensino Médio (SANTARELLI, 2015). Este dispositivo permite a visualização das marcas das trajetórias de partículas cósmicas, caracterizando-se como um detector de partículas que pode ser de grande valia no contexto escolar. Além disso, atividades culturais e uma visita à Genebra estão previstas (RINCOSKI, 2015). Ao final de cada dia de curso ocorre uma sessão de perguntas e respostas, na qual os participantes podem esclarecer dúvidas e discutirem sobre as atividades do dia. O Quadro 1 apresenta um exemplo de programação da edição de 2016 da Escola de Física do CERN.

Quadro 1: Exemplo de programação da Escola de Física do CERN.

Horário	DOMINGO (28/8)	SEGUNDA- FEIRA (29/8)	TERÇA- FEIRA (30/8)	QUARTA- FEIRA (31/8)	QUINTA- FEIRA (1/9)	SEXTA- FEIRA (2/9)
9:00		Introdução à Física de Partículas (1/4)	Introdução à Física de Partículas (2/4)	Introdução à Física de Partículas (4/4)	Visita à caverna CMS	Educação, Comunicação e Divulgação Fala da Diretora de Relações Internacionais do CERN
10:00		Intervalo	Intervalo	Intervalo		Intervalo
10:30		Princípios básicos de Detectores	Experiência ATLAS	Controle de Aceleradores		LHCb e a Assimetria Matéria-Antimatéria
11:30		A Física em CMS	Introdução à Física de Partículas (3/4)	Antimatéria no AD	Física de Partículas com aceleradores naturais	Física de Partículas e o Universo
12:30		Almoço	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço
14:00	Introdução ao Programa Introdução ao CERN	Visitas: LEIR AD	Oficina: Câmara de nuvens		Aceleradores para a Saúde	Presente e Futuro em Física de Partículas
15:00	Visitas: SM18 SC	Centro de processamento de dados	Visitas: ATLAS, GLOBE Microcosm	Caça ao Tesouro em Genebra	Visita Virtual ao ATLAS	Questionários e avaliação da Escola
16:00					Visitas: AMS CCC	Encerramento
17:30	Recepção	Revisão do dia	Revisão do dia		Revisão do dia	Churrasco português
18:30	Organização dos grupos		Revisão do dia			
19:30	Jantar	Jantar	Jantar	Jantar		
21:00		Sessão de Cinema				

FONTE: O autor (adaptado de <https://indico.cern.ch/event/507256/timetable/> acesso em : 26/1/2017)

Pela programação, podemos constatar que a Escola de Física do CERN está organizada basicamente em palestras e visitas técnicas. De forma mais detalhada, é constituída por:

a) Minicurso: Introdução à Física de Partículas: Este minicurso está organizado em quatro encontros de uma hora de duração (em algumas edições o curso teve um total de três horas). A proposta nos parece apresentar não apenas a física de partículas, mas também as evoluções das ideias da física a partir do final do século XIX. Discute as investigações realizadas ao longo de décadas e os modelos construídos, culminando no modelo padrão, suas partículas mediadoras e os diagramas de Feynman. Por fim, apresenta alguns resultados associados às pesquisas realizadas no CERN, como a detecção do Bóson de Higgs e as questões em aberto na física de partículas e que não são explicadas pelo modelo padrão.

b) Palestras diversas: Ao longo da semana são oferecidas diversas palestras. Algumas trazem aspectos técnico-científicos, como por exemplo o funcionamento dos detectores do LHC, como ocorre o processamento dos dados coletados nos experimentos e aspectos ligados à criogenia. Outras palestras abordam as linhas de pesquisas desenvolvidas nos experimentos relacionados ao LHC, pesquisas e resultados atuais e projetos futuros. Discute-se ainda a aplicação de aceleradores de partículas em outros ramos, como na indústria e na medicina.

c) Visitas técnicas: Os professores visitam uma área de exposição (SM18) no qual existem peças do LHC que não estão mais em uso. Neste momento um engenheiro explica diversos componentes envolvidos no acelerador, bem como explora aspectos técnicos dele. Também são visitados aceleradores menores, as salas de controle dos detectores do LHC e o centro de processamentos de dados, além de experimentos não vinculados ao LHC, como o AMS e um detector de antiprótons (AD). Em algumas edições foi possível descer os 100m onde se encontra o LHC e visitar uma das cavernas que contém um de seus detectores. No caso da edição de 2016, a visita foi ao experimento CMS. Visitas a áreas de exposições abertas ao público em geral (como o Globe e o Microcosm) também são realizadas. Todas essas visitas são acompanhadas por pesquisadores e técnicos vinculados ao CERN.

d) Oficina de câmara de nuvens: Uma oficina utilizando materiais de baixo custo é oferecida para os professores a fim de capacitá-los a construir uma câmara de nuvens para ser utilizada em sala de aula e nas atividades de divulgação científica que pretendem desenvolver.

e) Atividades socioculturais: Em algumas edições concertos musicais e/ou sessões de cinema estavam incluídas na programação. Uma atividade denominada caça ao tesouro é realizada na cidade de Genebra. Os professores devem solucionar uma série de desafios pelas ruas da cidade, sendo uma forma criativa e lúdica deles conhecerem os principais pontos turísticos da região. Por fim, um jantar típico suíço é oferecido pelo CERN em um restaurante tradicional de Genebra. Em outra noite de confraternização, os pesquisadores portugueses oferecem um churrasco lusitano a todos os participantes.

f) Revisão do dia: Ao final de cada dia de formação pequenos grupos de professores se reúnem para discutirem questões elaboradas pela comissão organizadora da Escola de Física do CERN e sanarem possíveis dúvidas dos aspectos trabalhados no dia.

O ambiente peculiar de um centro de referência em pesquisa em Física avançada propicia uma participação distinta daquela que muitas vezes ocorre em cursos de formação continuadas desenvolvidos, por exemplo, em universidades. Nesse curso de formação os professores têm a oportunidade de estarem próximos da tecnologia de ponta, almoçarem na mesa ao lado de pesquisadores laureados com o prêmio Nobel, ficarem a par dos problemas atuais em ciência e interagirem com pesquisadores que buscam resolvê-los, observando os cientistas em ação. Uma das dimensões do nosso trabalho é avaliar o impacto dessas situações nos professores.

Um efeito importante da escola de física do CERN é a valorização profissional e pessoal dos professores. Para muitos, trata-se de uma experiência única na vida, seja pela vivência em um laboratório de pesquisa de ponta, seja pela viagem à Europa. Há uma valorização também por se tratar de um evento destinado exclusivamente a professores da Educação Básica, já que estas oportunidades são, em geral, direcionadas para professores de nível superior. Além disso, há uma preocupação da SBF em atender professores de todos os estados brasileiros, do interior e das capitais de forma igualitária (GARCIA, 2015). Preliminarmente, Abreu (2015) e Garcia (2015) destacam algumas implicações observadas acompanhando professores portugueses e brasileiros nas edições anuais da escola de física do CERN. Entre elas, os autores destacam:

- a capacidade de fortalecer os laços entre professores brasileiros e portugueses;
- a capacitação dos professores para incluir temas de física moderna e contemporânea, prioritariamente física de partículas em suas aulas no Ensino Médio;

- o aumento de jovens interessados em seguir a carreira científica e/ou pedagógica. Isso ocorre porque os professores socializam esta experiência fantástica com os seus alunos de forma entusiasmada, sendo motivo de orgulho para eles e motivando-os a seguirem pelo mesmo caminho.

- o estreitamento de relações entre professores e pesquisadores, criando redes cooperativas e que contribuem para a qualidade do ensino;

- as escolas passarem a se comportar como catalisadoras de ações futuras, aumentando o interesse dos professores em ações de divulgação e formação continuada, qualificando a formação docente;

- o contato com novas culturas e experiências, seja pela vivência na Europa ou pela interação com professores de outras realidades, permitindo a difusão e compartilhamento de conhecimentos e consequente reflexão sobre sua própria prática docente;

- no caso de Portugal ocorreu um incremento no número de visitas escolares ao CERN. Em 2007 foram 3 visitas enquanto que em 2011 este número aumentou para 21. Isso mostra que o professor, motivado por essa vivência, segue sendo um multiplicador enfático do centro e levando seus alunos para conhecê-lo.

2.2 Perfil do professor participante da Escola de Física do CERN

Para melhor compreender os sujeitos e os seus contextos, delineamos o perfil profissional dos professores participantes das edições anuais de 2009 até 2013 da Escola de Física do CERN. As informações sobre a região brasileira e o tipo de rede de atuação dos professores foram obtidas em Garcia (2015b). Além disso, foram analisados cento e três currículos dos professores participantes disponíveis na plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os dados foram coletados em maio de 2015. As edições da Escola de Física do CERN de 2009 até 2013 contaram com um total de cento e treze participantes. Entretanto, alguns currículos não foram localizados na plataforma. Em outros casos, o fato da inscrição para o curso ter como pré-requisito a apresentação do currículo Lattes, observamos que alguns professores não o atualizaram posteriormente à candidatura à Escola. Estas situações foram descartadas, justificando a análise de 10 currículos a menos do que o número total de participantes.

A Tabela 1 apresenta a atualização das informações no banco de dados da plataforma Lattes por parte dos participantes de todas as edições da Escola de Física do CERN averiguadas.

Tabela 1: Atualização do currículo dos professores participantes da Escola de Física do CERN.

Última Atualização (ano)	Número de Currículos
Entre 2014 e 2015	79
Em 2013	12
Em 2012 ou antes	12

Pelos dados da Tabela 1, observamos que mais de três quartos dos sujeitos mantiveram seus currículos relativamente atualizados. A atualização do currículo Lattes não é necessária para o professor do Ensino Médio, uma vez que sua carreira não é balizada por sua produção, ao contrário do que é verificado em docentes do ensino superior, por exemplo. Esta significativa atualização dos currículos pode ter explicação (como será mostrado mais adiante) no elevado número de professores que frequentam cursos de pós-graduação ou já são mestres ou doutores, e assim, de uma forma ou de outra, estão envolvidos com atividades de pesquisa e seguem produzindo academicamente.

A Figura 1 apresenta a distribuição dos professores em função das regiões brasileiras.

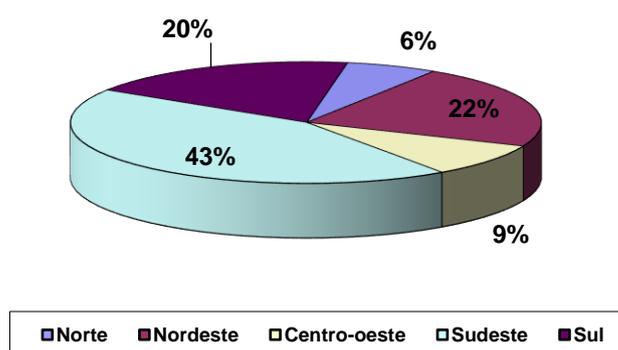


Figura 1: Distribuição percentual dos professores participantes em função da região brasileira na qual trabalham.

Verificamos que 63% dos sujeitos eram oriundos das regiões Sul e Sudeste, sendo que os estados de São Paulo (vinte e quatro professores), Rio de Janeiro (dezesseis professores) e Rio Grande do Sul (dez professores) possuíam os maiores índices de participantes. Em contrapartida, os estados do Acre, Alagoas, Amapá, Rondônia e Sergipe

não contaram com representantes neste programa até a edição de 2013. A região Nordeste, apesar de ser a segunda com maior porcentagem de participação, teve um pequeno número de professores por estado. Bahia e Rio Grande do Norte já tiveram seis representantes nessas edições, enquanto que o estado do Ceará, cinco. Os demais seis estados da região contribuíram um número ainda menor de participantes.

Um ponto a ser destacado é que havia uma distribuição bastante uniforme de professores vindos das capitais e do interior dos estados. Neste aspecto a divisão é praticamente igualitária (cinquenta e oito participantes de capitais e cinquenta e cinco do interior dos estados).

A Figura 2 apresenta o tipo de rede (federal, municipal/estadual ou particular) em que o professor participante exercia sua principal função.

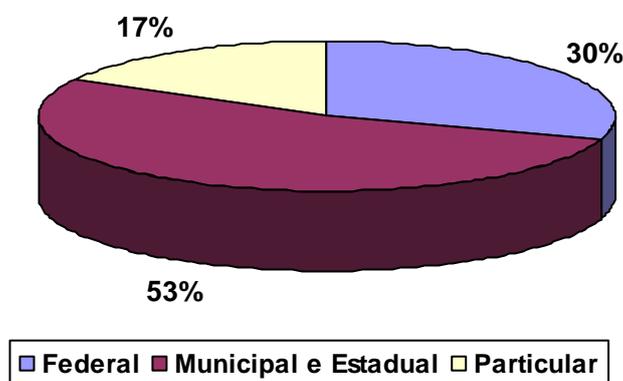


Figura 2: Distribuição percentual dos professores participantes em função da rede de ensino.

Constatamos que mais da metade dos professores eram oriundos das redes estaduais e municipais, ao passo que a rede particular de ensino teve uma contribuição diminuta. A participação de professores brasileiros na Escola de Física do CERN até a edição de 2014 foi financiada pela CAPES e está vinculada ao programa de Cooperação Internacional para Professores da Educação Básica. Tal programa envolve a qualificação de professores das redes públicas de ensino, por meio de cursos em instituições estrangeiras e outras ações (SILVEIRA, 2015). As despesas de hospedagem, deslocamento e diárias eram custeadas pela CAPES apenas para professores dessas redes. A procura por parte de professores de escolas privadas para participação no curso é pequena, bem como o número de vagas destinadas para eles é reduzido, justificando a participação até 2013 de apenas dezenove professores dessas escolas. Destacamos ainda que trinta e cinco professores participantes eram também supervisores no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), outro programa mantido pela CAPES.

2.3 Evolução profissional a partir da vivência no CERN

Com base nas informações dos 103 currículos analisados na seção anterior, avaliamos a evolução do nível de formação acadêmica e da produção técnico-bibliográfica dos professores explicitada no currículo Lattes.

Analisamos a formação acadêmica dos professores e a sua produção técnico-bibliográfica. Esta última foi dividida em três categorias: *a) artigos*: que envolvem, segundo a plataforma Lattes, artigos completos publicados em periódicos e artigos aceitos para publicação em periódicos; *b) trabalhos em eventos*: que incluem trabalhos completos, resumos expandidos e resumos publicados em anais de congressos; *c) demais trabalhos*: envolvendo palestras, comunicações, entrevistas para meios de divulgação, textos em jornais e revistas, cursos de curta-duração e extensão ministrados, etc.

Os dados levantados para a análise contabilizaram períodos iguais, anteriores e posteriores à participação do professor na escola. Por exemplo, caso o professor tenha frequentado a edição de 2011, consideramos a produção técnico-bibliográfica no período anterior de três anos (anos de 2008, 2009 e 2010) e o período posterior também de três anos (2012, 2013 e 2014). No ano de participação (no exemplo, 2011) avaliamos cada trabalho individualmente a fim de verificar se ele era consequência da participação na Escola de Física do CERN ou não. Os dados analisados são referentes até o ano de 2014.

A análise dos currículos Lattes nos permitir obter informações quanto à formação acadêmica dos docentes no ano em que participaram da escola e mapear sua evolução até o ano de 2015. A Figura 3 apresenta o estágio de formação acadêmica dos professores no ano em que participaram da Escola de Física do CERN (antes) e em maio de 2015 (depois).

Podemos observar que cinquenta professores ao frequentarem a Escola eram mestres¹ e apenas um possuía estágio pós-doutoral. Mais de 67% dos participantes eram doutores, mestres, doutorandos ou mestrandos, no ano em que estiveram nessa formação continuada. Este número passa para mais de 70% quando contabilizado em maio de 2015.

¹ Este número inclui mestres e doutorandos.

Apesar da pequena diferença percentual, observa-se um comportamento interessante na evolução da formação acadêmica dos professores no intervalo de seis anos no qual este estudo está baseado. Comparando a formação anterior e posterior à participação na Escola, verificamos uma diminuição de professores apenas graduados, especialistas, mestres ou cursando mestrado, em detrimento de um aumento nos que são doutores ou que estão cursando doutorado. Isso mostra que esses professores seguiam qualificando-se profissionalmente. Não temos como afirmar que este aumento possa ser atribuído à vivência no CERN, contudo, nossa análise qualitativa a ser apresentada nas próximas seções revela que após a participação na formação supracitada alguns professores entrevistados buscaram avançar em estudos de pós-graduação.

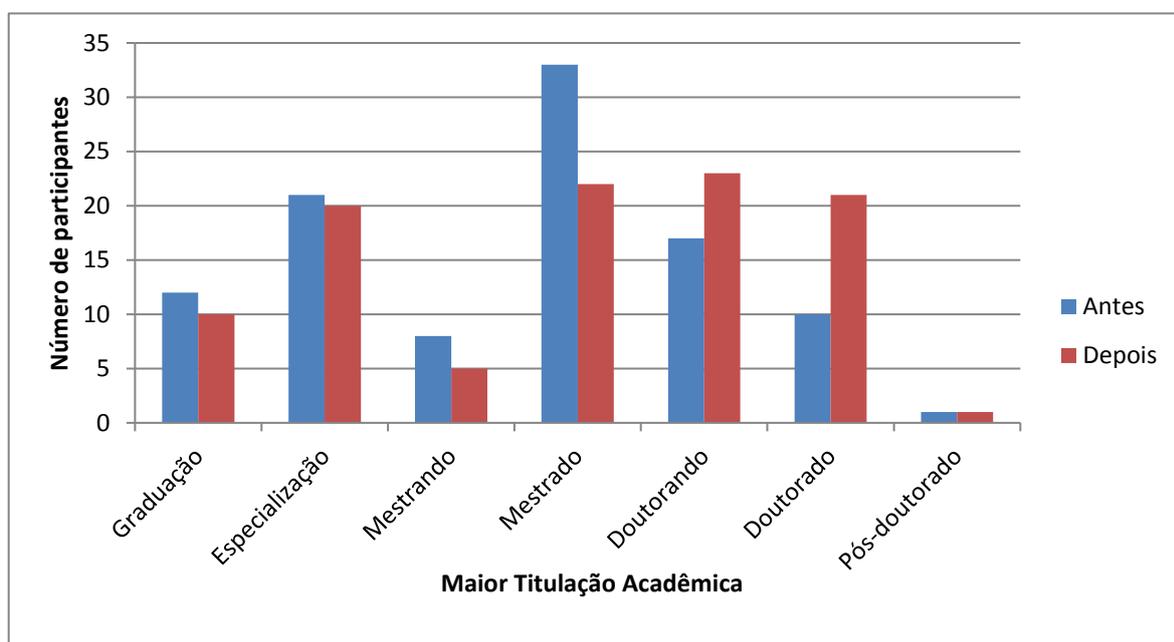


Figura 3: Formação acadêmica dos professores antes e depois de participarem da Escola de Física do CERN.

Além disso, analisando individualmente os currículos, foram recorrentes os casos nos quais professores concluíram sua maior formação (graduação e mestrado) há vários anos (alguns chegavam há mais de uma década) e após a participação na Escola de Física do CERN retomaram os estudos vinculando-se a programas de pós-graduação de mestrado e/ou doutorado. No ano em que participaram da escola, oito professores frequentavam programas de pós-graduação no nível de mestrado e dezessete de doutorado. Em 2015 cinco cursavam mestrado (sendo que dois professores são os mesmos do período anterior, ou seja, ainda não defenderam suas dissertações desde o ano da participação na Escola) e vinte e três estão vinculados a cursos de doutorado, dois quais 8 já eram estudantes deste nível no ano de participação no evento. Possivelmente este

grande número de professores envolvidos com estudos de pós-graduação reforce a explicação da significativa atualização dos currículos indicada na Tabela 1.

Dos currículos analisados verificamos que quarenta e seis professores ingressaram em cursos de pós-graduação depois da participação na Escola de Física do CERN. Excluindo do total de professores os que já eram doutores (dez professores) e pós-doutor (um professor), 53% dos professores avançaram nas suas formações acadêmicas desde o ano no qual frequentaram a Escola de Física do CERN. Até 2015, deste percentual, dez professores seguiam apenas com a graduação, dezoito eram especialistas e dezenove possuíam mestrado. Do total de dez professores que continuavam apenas com a graduação após a participação na Escola de Física do CERN, seis eram da última edição avaliada (2013). Talvez esses professores venham a buscar um curso de pós-graduação num futuro breve, uma vez que a participação na Escola ainda é recente. Observamos que quanto mais antiga a edição que o professor participou da formação no CERN, menor é o número de participantes que seguem somente com a graduação (nenhum professor era apenas graduado nas edições de 2009 e 2010, um da edição de 2011 e três da edição de 2012 seguiam apenas com graduação).

Excluindo-se os professores que em 2015 já eram doutores, verificamos que neste mesmo ano 36% dos participantes estavam matriculados em algum tipo de programa de pós-graduação em nível de mestrado ou doutorado. Além disso, constatou-se que 55% dos mestrandos/mestres e 60% dos doutorandos/doutores frequentavam de cursos de pós-graduação na área de ensino (ensino de física, educação em Ciências, educação científica e tecnológica, ensino, educação, etc.). Deste montante, quatro dissertações de mestrado e duas teses de doutorado versaram sobre a inserção de temas de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Desses seis trabalhos, duas dissertações e uma tese estavam associadas ao ensino de Física de Partículas.

Em relação à produção bibliográfica e técnica, foi possível avaliar artigos publicados em periódicos, trabalhos apresentados em eventos e demais trabalhos (palestras, entrevistas, minicursos, etc.) a partir das informações disponíveis nos currículos Lattes dos participantes.

A Figura 4 apresenta a média anual de artigos publicados por participante. Podemos observar que, salvo a edição de 2013, o número de artigos publicados foi maior ou igual no período posterior à participação na Escola quando comparado ao mesmo período anterior correspondente. Analisando individualmente os currículos dos professores, verificamos que aproximadamente 5% dos artigos publicados relacionavam-se de forma

direta ou indireta à Escola de Física do CERN. Alguns exemplos das temáticas envolvem a explicação do funcionamento do LHC e seus detectores (PEREIRA, 2011) e a abordagem da física envolvida no LHC para uso em sala de aula contextualizando com outras áreas da disciplina, como termodinâmica e eletromagnetismo (KNEUBIL, 2013). Contudo, a grande maioria dos artigos não versava sobre a Escola de Física do CERN e estava associada à área de investigação dos professores. A edição de 2013 apresenta uma redução no período posterior (ano de 2014) em comparação ao anterior (ano de 2012). Por se tratar da análise de apenas um ano, a possibilidade dessa redução estar associada à demora da resposta dos aceites de artigos por parte dos periódicos não pode ser descartada.

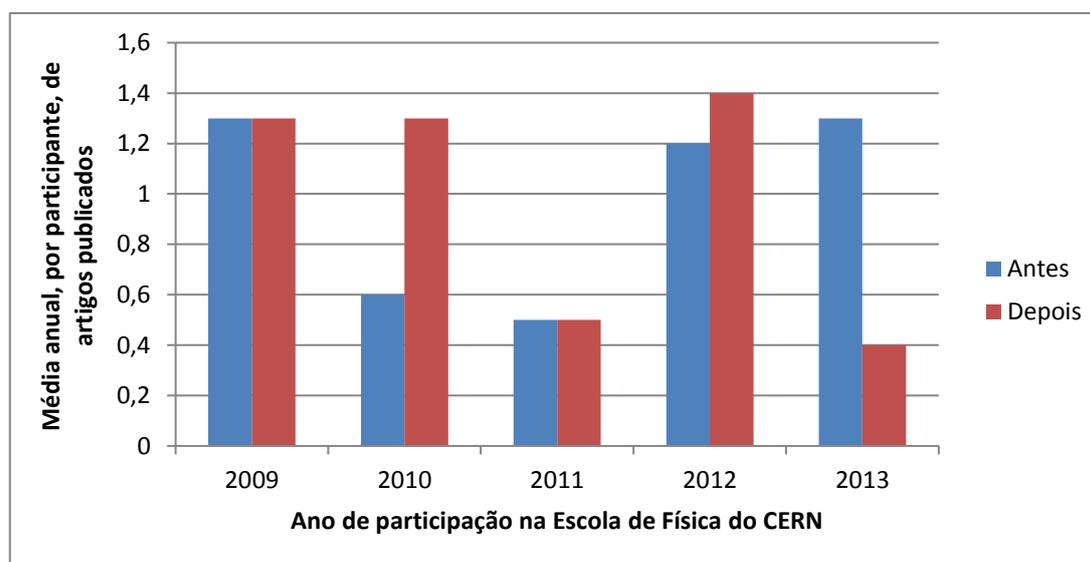


Figura 4: Comparativo entre a média anual de artigos publicados por participantes antes e depois de frequentarem a Escola de Física do CERN.

A Figura 5 apresenta a média anual de trabalhos publicados em anais de eventos por participante. Em relação a estas publicações observamos apenas a edição de 2009 da Escola de Física do CERN (2009) teve um aumento no período posterior à participação na escola quando comparado ao mesmo período anterior correspondente. Uma possível explicação para essa redução poderia ser que os professores passaram a submeter menos trabalhos para eventos de pequeno porte e dedicaram-se mais à produção de artigos para submissão em periódicos. Outra interpretação é detalhada mais adiante e versa sobre a possibilidade de os professores optarem por participarem em eventos na modalidade de ministrantes de minicursos e sem apresentar trabalhos nas formas de comunicação oral e pôster.

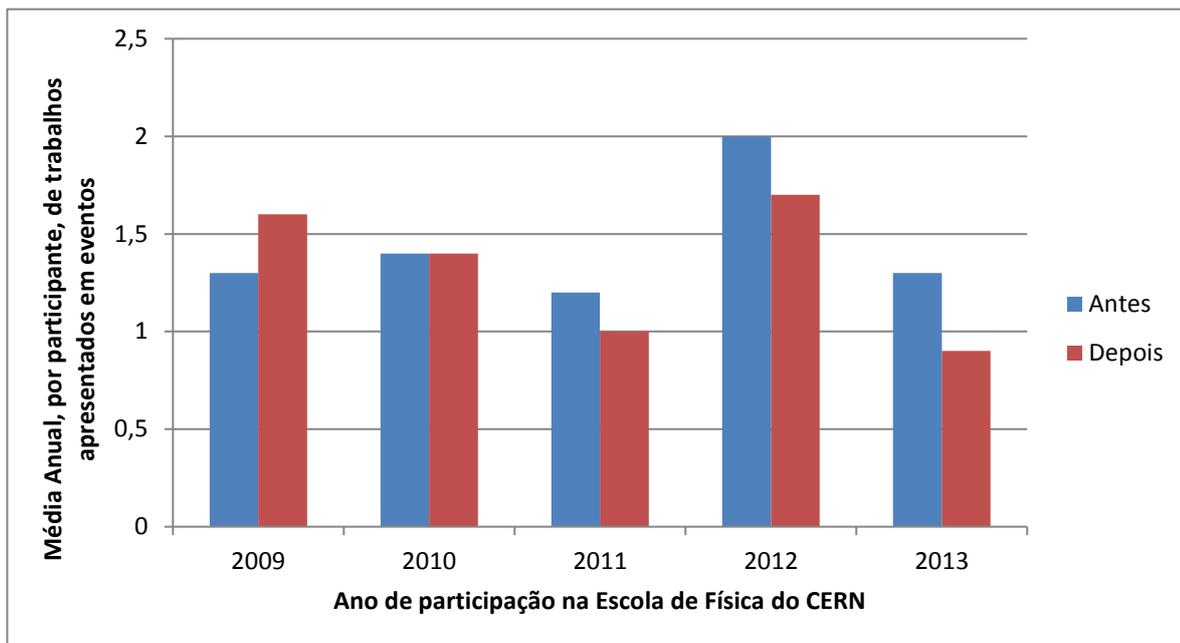


Figura 5: Comparativo entre a média anual de trabalhos publicados em eventos por participantes antes e depois de frequentarem a Escola de Física do CERN.

A Figura 6 apresenta a média anual, por participante, na categoria denominada “demais trabalhos”. Para este item, assumimos atividades como a apresentação de trabalhos, conferências, palestras e comunicações realizadas pelos professores. Caracteriza-se ainda, mostra de atividades, participações e entrevistas em programas de rádio ou TV e a docência de cursos de curta duração e de extensão.

O fato deste item abranger diversas formas de divulgação, pode explicar um valor médio superior quando comparados às publicações em periódicos e em anais de eventos (figuras 4 e 5, respectivamente). Além disso, as exigências para a submissão e desenvolvimento dessas atividades podem ser, em alguns casos, menores, não passando pela análise sem identificação de autoria realizadas pelos árbitros de periódicos, por exemplo. Todavia, observamos um aumento significativo nas contribuições de todas as edições no período posterior à participação na Escola quando comparado ao mesmo período anterior correspondente. Este aumento é importante de ser avaliado. Ele indica que os professores, após a participação na Escola, desenvolvem mais atividades nos moldes de palestras, minicursos e mostras interativas do que antes.

Este fato é um forte indicativo de que o professor da Educação Básica pode passar a ver-se como um co-formador e talvez, a sua participação na Escola de Física do CERN pode ser entendida como uma atividade relevante em sua carreira profissional, permitindo-o a ofertar tal tipo de atividade. Ademais, essa participação pode fazer com que o professor se sinta valorizado pela oportunidade, tendo o compromisso e o desejo de

socializar a experiência, motivando-se assim a desenvolver atividades diferenciadas a partir da vivência no CERN. O professor ao ser selecionado para a formação no CERN compromete-se a divulgar o centro e as pesquisas lá desenvolvidas ao retornar da capacitação. Este aumento no número de trabalhos indica que os professores estavam cumprindo esta solicitação. Pela análise dos currículos observamos que muitos professores realizaram atividades e projetos com os seus alunos em sala de aula, mas também ministraram palestras em outros estabelecimentos de ensino. Estas palestras estão contabilizadas neste item e um grande número de trabalhos incluídos nesta categoria está associado diretamente ao CERN. Além disso, alguns professores realizaram, em contextos diferentes, atividades envolvendo visitas virtuais ao detector ATLAS do LHC, caracterizada, no currículo Lattes, como mostra de atividades. Entrevistas em rádio e TV também foram frequentes.

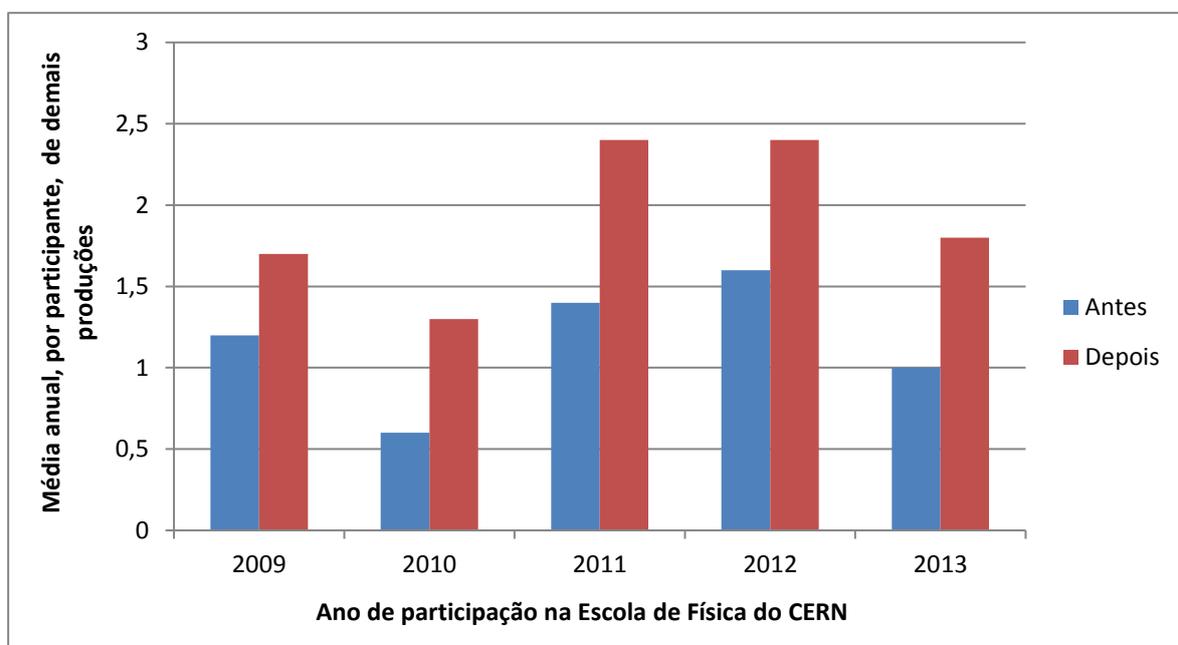


Figura 6: Média anual de demais produções desenvolvidas por participantes antes e depois de frequentarem a Escola de Física do CERN.

Os participantes da edição de 2012 apresentam um índice significativo deste tipo de atividade. Uma possível explicação para este feito pode ser a coincidência da divulgação pelo CERN da detecção do bóson de Higgs ter ocorrido neste mesmo ano. A presença deste assunto na mídia pode refletir na busca dos meios de comunicação por professores que visitariam o CERN em 2012. Mesmo nos outros anos o número de entrevistas em meios de comunicação foi elevado, principalmente em professores vindos das pequenas cidades. Apesar de observarmos uma redução nos trabalhos apresentados em eventos (Figura 5), a análise dos currículos indicou um aumento na participação de

eventos pós-Escola do CERN. Esta participação não estava normalmente vinculada à apresentação de trabalhos na forma oral ou em pôster, os quais constituem, na maioria das vezes, as publicações nos anais dos eventos. O aumento significativo na participação ativa de professores em eventos ocorreu por meio da oferta de cursos de curta-duração (minicursos), exposições e comunicações.

Nesse sentido, o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), principal evento na área de ensino de física no país, tem promovido em suas últimas edições, minicursos, exposições e outras atividades sob a responsabilidade de professores participantes da formação no CERN. Estas atividades não são publicadas nos anais dos eventos, e, portanto, não são contabilizadas como apresentações de trabalhos no currículo Lattes, contudo, indicam uma importante contribuição desses professores na divulgação das experiências vivenciadas no CERN. Geralmente as palestras e os minicursos envolviam a divulgação do centro, sugestões de atividades e projetos em física de partículas a serem desenvolvidos em sala de aula, relatos de experiência e afins. Esta postura reflete o papel assumido pelo professor como um protagonista na educação nacional, sendo um agente ativo na co-formação de seus pares em oportunidades como essas.

2.4 Considerações acerca do Perfil do Professor Participante da Escola de Física do CERN

No ano de participação da Escola de Física do CERN, os professores já tinham uma formação acadêmica predominante em nível de especialistas e mestres. Três anos após cursarem a Escola do CERN a predominância era de mestres e doutorandos. Desta forma, a candidatura à Escola de Física do CERN pode ter sido a gênese neste perfil profissional inquieto de professores que buscam programas e atividades de qualificação.

Ao mesmo tempo, após a participação na formação no CERN, verificamos um aumento no número de professores que buscaram cursos de doutorado, diminuindo aqueles que eram apenas mestres. Talvez essa busca ocorresse de forma natural independentemente da participação na escola, dado o perfil do professor. Todavia, o fato de que muitos profissionais haviam concluído cursos de mestrado há bastante tempo e depois da participação na Escola de Física do CERN, retornaram às universidades, na busca por cursos de mestrado e doutorado pode caracterizar essa experiência como agente

desencadeador desse processo. Quase 60 % dos professores mestres/mestrandos, doutores/doutorandos eram alunos de programas de pós-graduação ligados ao ensino.

Quanto às produções, verificamos um sutil incremento nos artigos publicados em periódicos. Este movimento pode ser tanto pelo aumento de professores vinculados a cursos de doutorado e a natural necessidade de publicações quando o sujeito alcança este nível de estudo, quanto desencadeado pela participação na Escola de Física do CERN. Foram encontrados diversos artigos e trabalhos publicados envolvendo atividades desencadeadas a partir da vivência na Escola. Em contrapartida, a participação de professores em eventos da área vem diminuindo em termos de comunicações orais e painéis e aumentando na forma de minicursos, exposições e mostras. O fato dos professores oferecerem minicursos em eventos vai ao encontro de um dos objetivos do CERN em relação à Escola de Física, ou seja, transformar o professor em um multiplicador e divulgador da Ciência. Os dados mostram que os professores assumiram esse compromisso, tendo uma postura ativa e protagonista, oferecendo pequenas capacitações e formações continuadas em eventos nacionais como o SNEF e em regionais, como o Encontro Estadual de Ensino de Física (RS). Nessas e outras oportunidades, divulgam as pesquisas do CERN, relatam a experiência da Escola de Física, realizam atividades teórico-práticas envolvendo física de partículas para serem replicadas em sala de aula. Possivelmente essas vivências fazem com que muitos dos participantes nessas formações sejam candidatos a frequentarem as edições futuras da Escola de Física do CERN.

Assim, a expectativa dos organizadores da Escola de Física do CERN de que seus participantes, na volta aos seus países de origem, divulguem a experiência, contribuindo para a difusão científica, tem se cumprido. Após a Escola, os professores têm se engajado nesta tarefa, seja das formas citadas acima ou por meio de palestras e visitas virtuais ao CERN.

Em linhas gerais, podemos destacar que o programa Escola de Física no CERN tem propiciado, tanto pela vivência em si no contexto do centro, como pela capacitação dos participantes, uma oportunidade para a qualificação dos professores de Física nas escolas de Ensino Médio. Os reflexos dessa qualificação podem ser avaliados pelo incremento na formação em nível de pós-graduação buscado pelos participantes após a Escola. Tal qualificação também tem reflexos no contexto mais amplo da educação na medida em que é grande o número de atividades de divulgação e formação, seja na sua escola, na sua comunidade ou em eventos da área que os participantes se envolvem e propõem.

3. A TEORIA DA SOCIOGÊNESE DO CONHECIMENTO DE LUDWIK FLECK

A obra mais conhecida de Ludwik Fleck é o livro *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*, publicado em 1935, e que introduz elementos sociológicos e psicológicos à epistemologia, tecendo críticas ao empirismo lógico e se aproximando do referencial construtivista/interacionista (DELIZOICOV et al, 2002). Sua teoria epistemológica foi escrita fora dos muros acadêmicos no período entre guerras. Fleck era médico e trabalhava em laboratórios de análises clínicas. A obra é reconhecida pela Escola de Edimburgo como pioneira na sociologia das ciências, todavia, o reconhecimento epistemológico ao autor é póstumo (LÖWY, 1994). Esse reconhecimento tardio pode estar associado a vários fatores, como o fato de Fleck ser de origem judaica e ter nascido na Polônia e também o idioma, já que seu livro foi publicado no período entre guerras em uma Alemanha nazista. Além disso, suas ideias eram muito originais para a época, e Fleck nunca abandonou a ciência médica para se dedicar em tempo integral para a história e epistemologia da ciência (CONDÉ, 2010).

O primeiro trabalho com viés epistemológico apresentado por Fleck é datado de 1927. Contendo algumas características específicas do modo do pensamento médico, traz potencialidades epistemológicas a serem exploradas na medicina e não apenas na física, como ocorrera até então por seus contemporâneos. Fleck destacava que o cientista estuda um fenômeno regular, típico e normal, ao passo que o médico investiga o contrário; um fenômeno, irregular, atípico e anormal (FLECK, 2010). Assim, vê a Ciência não como uma construção formal, mas uma atividade organizada pelas comunidades científicas, de modo que o grande desafio do pensamento médico seria a compreensão dos fatos científicos a partir das assimetrias da própria área (PFUETZENREITER, 2003).

Esta premissa pode ser uma das razões que sustenta a escolha do epistemólogo como referencial teórico deste trabalho. A histórica desvalorização docente e a baixa remuneração, obrigam com que os professores assumam muitas turmas nas escolas em que trabalham. Estudos (GATTI e BARRETO, 2009) assinalam que a jornada média de trabalho de um professor de Ensino Médio é de 30 horas semanais, geralmente lecionando em duas escolas. Exclui-se deste tempo o necessário para a correção de provas e preparação de aulas, por exemplo. O efeito dessa alta carga horária é a mecanização das aulas, uma vez que o professor não consegue refletir sobre sua prática, tampouco elaborar atividades que fugam da tradicional abordagem teórica de um tema, seguido da realização

de problemas e exercícios. Além disso, a inércia das instituições de ensino que, na sua grande maioria, não acompanham as mudanças da sociedade também contribuem para que o professor não utilize em suas aulas recursos vinculados às novas tecnologias (GARCÍA et al, 2007). Com isso, uma grande parcela dos professores acaba não tendo disponibilidade e motivação para buscar formas de qualificação profissional, ficando à margem das proposições atuais das pesquisas em ensino e findam por repetir o mesmo estilo de aula, perpetuando o ensino transmissivo.

Contudo, uma pequena fatia dos professores que também convivem com os aspectos adversos supracitados, busca oportunidades de qualificação e avanço profissional. Este grupo de professores pode ser o “*fenômeno atípico e anormal*” citado por Fleck e, quiçá, sua teoria contribua para compreender esses pontos fora da curva em uma profissão historicamente desvalorizada. Acreditamos que é possível utilizar o referencial fleckiano para avaliar essas questões, uma vez que o próprio Fleck assinala potencialidades de sua teoria da sociogênese do conhecimento na compreensão de processos de construção do conhecimento em comunidades que não sejam apenas científicas (GONÇALVES et al, 2007).

Segundo Pfuetzenreiter (2003), Fleck destaca que o desenvolvimento da ciência ocorre de forma coletiva e, por apresentar uma visão não anacrônica da construção do conhecimento científico, assume que o estilo de pensamento de uma época está conectado com os conceitos relevantes do mesmo período. Esta localização histórica caracteriza o estado de conhecimento, remetendo uma identidade social, antropológica, histórica e cultural ao estilo de pensamento (LAMBACH et al, 2013; DELIZOICOV et al, 2002).

Desta forma, além do sujeito e do objeto, o estado de conhecimento será o elo entre o ator do conhecimento e o algo a ser conhecido durante o processo de conhecimento. O estado de conhecimento permite compreender como um sistema de opiniões fechado é acessado (FLECK, 2010). Como o desenvolvimento do pensamento humano está condicionado ao contexto histórico, a construção de um novo conhecimento depende também do que já foi previamente compreendido. A partir de uma epistemologia comparada, Fleck preconiza que o entendimento do conhecimento atual ocorre pela relação entre ideias e experiências do presente, do passado e do futuro, traçando relações sócio-cognoscitivas entre elas para entender o *status* atual do conhecimento (PFUETZENREITER, 2002; DELIZOICOV et al, 2002). Fleck (2010) assume que um dos papéis mais importantes da teoria comparada do conhecimento passa pela investigação de como as ideias pouco claras circulam entre diferentes estilos de pensamento, como se

sustentam e como novas ideias são concebidas. O fato de não existir uma verdade científica absoluta e definitiva reforça a ideia de que os fatos científicos podem ser vistos por um viés histórico, social, antropológico e cultural (DELIZOICOV et al, 2002), mas também considera os aspectos lógicos do conhecimento (FLECK, 2010). Fleck define fato científico como sendo:

[...] uma relação de conceitos conforme o estilo de pensamento, que, embora possa ser investigável por meio dos pontos de vista históricos e da psicologia individual e coletiva, nunca poderá ser simplesmente construída, em sua totalidade, por meio desses pontos de vista. (FLECK, 2010, p.132).

O conhecimento é o produto social em excelência e seu processo de construção não é individual, de uma consciência teórica em si. Ele ocorre a partir de intersecções do contexto histórico com atividades sociais que excedem os limites individuais e, por essa razão, assume o papel de reforçar o vínculo social (GONÇALVES et al, 2007; FLECK, 2010). Este processo de construção de conhecimento ocorre por meio da relação entre três fatores: o indivíduo, o coletivo e aquilo que se pretende conhecer (realidade objetiva) (PFUETZENREITER, 2002). Neste sentido, Fleck critica os conceitos de fato e de ato de pensar como sendo imutáveis e estáticos, alheios à subjetividade do cientista e passível de neutralidade, uma vez que concebe o fato científico como criação do cientista, mas condicionado e explicado sócio-historicamente, de forma que todo olhar científico é um olhar com viés, com pressupostos, com pretensões e com tradições (DELIZOICOV et al, 2002). Assim, existe um *looping*, no qual as mudanças de pensamento propiciam fatos novos e os fatos novos resultam em novos pensamentos (PFUETZENREITER, 2002).

Para Fleck, o conhecimento construído atualmente tem raízes no passado, de maneira que as ideias atuais são entendidas a partir de ideias iniciais associadas aos fatos científicos. Essas ideias iniciais vêm sendo modificadas, reestruturadas, reinterpretadas ao longo da evolução da humanidade, mas seguem sempre existindo, de forma que algumas delas se tornam, pouco a pouco, dominantes sobre outras (PFUETZENREITER, 2002). Assim:

[...] o pensamento vai se modificando e se adaptando ao meio e em consonância com o sistema. O observar é dirigido, por meio de um condicionamento histórico-cultural, sempre levando em consideração um conceito pré-formado. (PFUETZENREITER, 2002 p.149).

Essas ideias iniciais são denominadas por ele de protoideias e geralmente são concepções propedêuticas, das quais fatos científicos emergiram e se desenvolvem. Podem ser consideradas *pré-disposições histórico-evolutivas* de teorias modernas, que nasceram no passado e que persistiram mesmo com as constantes mudanças nos estilos de pensamento. Elas devem ser vistas com as lentes do momento histórico que foram

reveladas, levando em conta o contexto sociocultural da época que surgiram e jamais julgadas como corretas ou incorretas. Para Fleck, este julgamento é sem sentido porque *foram ultrapassadas não por estarem equivocadas, mas porque o pensamento se desenvolveu* (FLECK, 2010, p. 109). Desta forma, as ideias atuais não podem ser levadas a efeito de maneira isolada, descontextualizada e inédita, uma vez que sofreram mutações, sendo refinadas e desenvolvidas ao longo do tempo, tendo sua gênese nas protoideias (PFUETZENREITER, 2003). Todavia, essas pré-ideias foram úteis para seus criadores e como estopim para a evolução de um conceito, mas atualmente elas, da forma como foram concebidas, são inadequadas para o pensamento científico vigente, reforçando a ideia de que o conhecimento não sofre apenas um aumento, mas principalmente passa por mudanças fundamentais (FLECK, 2010).

Pelo conhecimento estar condicionado a uma atividade social, a sua construção de forma individual é muito difícil de ser verificada. Esse processo, reconhecidamente coletivo, acaba por se apresentar em vários níveis e transita de formas diferentes e livres entre vários indivíduos que constituem um coletivo de pensamento. Tal movimento faz com que o conhecimento seja elaborado, refinado, modificado, até configurar-se em um pensamento coletivo e compartilhado pelos indivíduos desse coletivo (PFUETZENREITER, 2002; 2003). O fato de Fleck entender a construção de conhecimento como um processo histórico, sociocultural e coletivo, reafirma que o *“portador do saber é um coletivo bem organizado, que supera de longe a capacidade de um indivíduo”* (FLECK, 2010, p. 85), trazendo, assim, a necessidade de definição de dois conceitos muito importantes: o estilo de pensamento e o coletivo de pensamento. Quanto ao estilo de pensamento, Fleck (2010, p.149) o caracteriza como sendo uma:

[...] percepção direcionada em conjunção com o processamento correspondente no plano mental e objetivo. Esse estilo é marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios do conhecimento. É acompanhado, eventualmente, por um estilo técnico e literário do sistema do saber.

O estilo de pensamento é caracterizado pelos métodos empregados e pelos problemas de relevância para um determinado coletivo e que determinam a direção dos trabalhos segundo a tradição (formação prévia) específica (NASCIMENTO, 2005). Um fato científico - ligado à forma de percepção - estará inserido em um estilo de pensamento. Dessa forma, é impossível uma percepção heterogênea, pois o estilo de pensamento estabelece uma coerção para uma predisposição ao olhar direcionado (FLECK, 2010).

Assim, no referencial fleckiano, assume-se que o estilo de pensamento está estruturado em conhecimentos próprios e que cada indivíduo não é uma *tabula rasa*, pois apresenta um olhar não neutro e dirigido. Fleck denomina o ver formativo como um olhar direcionado, uma forma de percepção, alicerçado e condicionado em pressupostos do respectivo estilo de pensamento que se desenvolvem a partir do ambiente, dos costumes linguísticos e da tradição, indicando uma forma particular de ver o objeto do conhecimento, guiando e orientando a prática (PFUETZENREITER, 2003 e LAMBACH et al, 2013).

O ver formativo restringe o diálogo entre diferentes coletivos de pensamento. Esse conceito justificaria, por exemplo, o fato de um indivíduo com formação na área de humanas ter dificuldade na compreensão da área de ciências exatas. Por seu estilo de pensamento ser compartilhado por um coletivo distinto, esse estilo de pensamento está constituído de forma que a maneira de interpretação está direcionada por uma sequência de métodos e lógicas específicos e distintos, os quais acabam por dificultar a percepção de outras formas. Portanto, “cada forma de conhecimento apresenta, no tratamento de suas questões, diferentes regras e diferentes propósitos” (PFUETZENREITER, 2003, p. 118), ideia que reforça o fato do estilo de pensamento fazer que os sujeitos intensifiquem seu olhar para certos aspectos e desconsiderem (ou passem despercebidos) outros elementos do que está sendo observado.

O estilo de pensamento não é atemporal. Ele nasce da tradição, no sentido que contribui para a definição da personalidade dos cientistas e das metodologias adotadas em determinado contexto para as soluções de problemas, preservando certas características e regularidades. Quanto mais desenvolvida estiver uma área do conhecimento, menores as diferenças de opinião e mais unitário é o estilo de pensamento. Assim:

[...] existe um certo coletivo de homens que possuem um estilo de pensamento comum. Este estilo desenvolve e é, em cada estágio, conectado com a história. Ele cria certa atitude definida, que é concedida por métodos sociológicos para os membros do coletivo, e dita o que e como estes membros veem. (FLECK, 2010).

A forma como pensamos está condicionada ao coletivo de pensamento do qual fazemos parte. Podemos conceber os coletivos de pensamento como grupos de indivíduos de um determinado campo que pensam de forma similar, desenvolvendo certo tipo de cumplicidade por compartilharem do mesmo estilo de pensamento. Indivíduos que se encontram em uma situação de influência recíproca de pensamentos. O coletivo de pensamento é a unidade social da comunidade de especialistas em determinada área, sendo delimitado em forma e conteúdo. Eles utilizam termos e expressões bem

característicos e próprios, formando um sistema de códigos específicos e *um culto ideal de verdade* (DELIZOICOV et al, 2002 e FLECK, 2010).

Apesar de consistir em indivíduos, o coletivo de pensamento não é a simples soma deles. O indivíduo nunca, ou quase nunca está consciente do estilo de pensamento coletivo que, quase sempre, exerce uma força coercitiva em seu pensamento e contra a qual qualquer contradição é simplesmente impensável. (FLECK, 2010, p.84).

O coletivo de pensamento determina os problemas que serão relevantes a serem resolvidos, bem como as estratégias para saná-los e os critérios de análise (DELIZOICOV et al, 2002). Se o estilo de pensamento pode ser visto como o conjunto de atitudes e conhecimentos compartilhados por um determinado coletivo de pensamento, é possível que, a partir de determinadas flexibilizações e adaptações, um sujeito possa pertencer a diferentes coletivos de pensamento simultaneamente e, por essa razão, não podemos conceber o coletivo de pensamento como um grupo fixo ou ligado a uma classe social específica (NASCIMENTO, 2005; GONÇALVES et al, 2007).

Exemplificando no contexto desta pesquisa, um pesquisador em Física de partículas pode circular em outros coletivos de pensamento, como o de pesquisadores em ensino de física ou até mesmo de professores de física. Obviamente que o trânsito entre esses coletivos de pensamento é mais fácil, do que, por exemplo, um pesquisador em física de partículas transitar no coletivo de pensamento dos astrólogos. Isso ocorre porque o distanciamento entre os estilos de pensamento e os pressupostos teórico-cognitivos são muito grandes, tornando difícil o diálogo entre eles, uma vez que possuem visões epistemológicas incomensuráveis. As palavras não podem ser traduzidas e os conceitos não possuem unidade. Quanto mais distantes estiverem os estilos de pensamento, menor é a circulação de ideias, de forma que:

O estilo de pensamento alheio tem ares de misticismo, as questões rejeitadas por ele são consideradas exatamente como as mais importantes, as explicações como não comprovadas ou errôneas e os problemas, muitas vezes, como brincadeira sem importância ou sem sentido. (FLECK, 2010, p. 161).

Para Fleck (2010), o processo de produção de conhecimento faz com que o coletivo de pensamento seja encamado em dois círculos. O círculo esotérico, formado por especialistas, e o círculo exotérico, constituído por leigos, leigos formados, enfim, a opinião pública. O círculo exotérico não está diretamente em contato com determinada criação do conhecimento, mas dele se apropria pela interlocução com o círculo esotérico. Assim, se estabelece uma relação entre os círculos esotérico e exotérico, fundamentados na fidedignidade e confiança nos especialistas de um lado e na dependência da opinião pública do outro (FLECK, 2010).

O círculo exotérico instala-se em torno do círculo esotérico, assimilando, estilizando, ressignificando e difundindo, de diferentes maneiras e intensidades, o conhecimento construído no círculo esotérico (FLECK, 2010). Os fatos produzidos em um círculo são assimilados e interpretados por outros círculos, refletindo em uma “tradução imperfeita” fazendo com que estes fatos sejam naturalizados e modificados durante estas circulações de ideias, mas que também acaba por ser a fonte de inovação nas ciências e na sociedade (LÖWY, 1994). Todavia, esse processo é facilitado porque o círculo exotérico é formado por pessoas com estilos de pensamentos mais generalizados, enfim leigos portadores do conhecimento da ciência popular, portanto, mais fácil de serem coagidos e convencidos dos conhecimentos produzidos no círculo mais interno.

Não existem restrições para um sujeito pertencer ao círculo exotérico, refletindo o caráter democrático da Ciência (PFUETZENREITER, 2003). O fato de o especialista ser oriundo do círculo maior, tendo sido educado neste contexto, e somente mais tarde ter se especializado, evidencia um vínculo entre esses dois círculos. Ser membro de círculos esotéricos e exotéricos é uma questão relativa, pois um especialista em determinada área pode fazer parte de um círculo esotérico específico e, em outra área do conhecimento, pertencer a distintos círculos exotéricos, transitando livremente entre eles (GONÇALVES et al, 2007). É justamente esse trânsito que transforma o indivíduo em um portador comunitário do estilo de pensamento.

Para Fleck (2010) um indivíduo ao longo de sua vida pertencerá a poucos círculos esotéricos e a muitos exotéricos. Nesse sentido, quando consideramos um grupo de pesquisadores em física de partículas interagindo com outro grupo de pesquisadores em física de partículas, esses dois grupos fazem parte de um coletivo de pensamento dos pesquisadores em física de partículas e constituem um círculo esotérico dos físicos de partículas. Mas considerando um grupo formado por pesquisadores em ensino de ciências, esses configurariam outro círculo esotérico dos pesquisadores em ensino de Ciências, contudo, em relação aos pesquisadores em física de partículas, esse mesmo círculo seria exotérico e vice-versa.

Estes círculos podem ter várias “camadas”. Por exemplo, em relação aos pesquisadores em física de partículas, tanto professores, quanto alunos de física do Ensino Médio configurariam no círculo exotérico. Os professores, dada a formação acadêmica, compartilham de alguns conceitos, teorias e princípios dos físicos de partículas, logo, estariam em uma região mais interna do círculo exotérico ocupada por leigos formados. Já os alunos de Ensino Médio fariam parte de uma região mais externa do círculo ao

interagirem com os professores, constituindo um círculo exotérico de leigos (QUEIRÓS et al, 2014).

O círculo esotérico é mais restrito, tendo um estilo de pensamento próprio, um código fechado. Com isso, exige linguagens e metodologias específicas que acabam se refletindo em processos coercitivos, ou seja, para um indivíduo pertencer a este círculo deve se apropriar do respectivo estilo de pensamento (FLECK, 2010). Estas ideias que circulam dentro de um coletivo de pensamento que compartilham do mesmo estilo de pensamento são definidas por Fleck como circulação intracoletiva de ideias e práticas. O tráfego de ideias que ocorre no âmbito do círculo esotérico tem o papel de reforçar as especificidades que identificam e caracterizam o respectivo coletivo de pensamento. Esta circulação de ideias ocorre de tal forma que os termos utilizados têm definições bem específicas dentro de um determinado coletivo de pensamento, sendo compartilhadas e entendidas de forma consensual pelos seus membros. A circulação intracoletiva de ideias do círculo esotérico para o exotérico, objetiva, principalmente legitimar os processos e conhecimentos produzidos pelos especialistas.

A circulação intracoletiva também contribui para o desenvolvimento de uma unidade, para a aceitação efetiva do estilo de pensamento e por definir parâmetros que caracterizam e identificam os integrantes deste coletivo de pensamento, sendo sempre uma via de mão dupla, geralmente modificando, em diferentes níveis, os envolvidos (GONÇALVES et al, 2007). Quando um novo conhecimento é produzido no interior de um círculo esotérico, ele é popularizado pelos leigos via círculo exotérico e sofre uma ampliação para os especialistas. Esse movimento produz a legitimação do fato científico no interior da estrutura do sistema de ideias até se transformar em um consenso (PFUETZENREITER, 2003).

Quando ocorre interações entre coletivos de pensamento que compartilham estilos de pensamento distintos temos um processo de circulação intercoletiva de ideias. O indivíduo, por integrar diferentes comunidades de pensamento, age como *veículo desse tráfego intercoletivo de pensamento*. Esse processo vislumbra a instalação de novas ideias de um coletivo de pensamento em outros de forma que “qualquer tráfego intercoletivo de pensamento traz consigo um deslocamento ou uma alteração dos valores do pensamento” (FLECK, 2010 p. 161).

Assim, essa circulação auxilia na compreensão da interação entre coletivos distintos, bem como revela a sua relevância, uma vez que permite o diálogo entre diferentes coletivos de pensamento. Essa interação pode culminar em transformações no estilo de

pensamento a partir de novas investigações ou na tomada de consciência das “complicações” relativas ao estilo de pensamento, bem como muitas vezes é desencadeada a partir de problemas que um determinado coletivo de pensamento não consegue resolver (GONÇALVES et al, 2007).

Um fator a ser destacado é que as proximidades e similaridades entre os estilos de pensamento são atestados pela maior intensidade de circulações intercoletivas de ideias. Quanto maior esse fluxo, mais próximos são os estilos de pensamento.

As trocas de ideias tanto intra quanto intercoletivas, propiciam reestruturações mentais que só podem ocorrer no âmbito coletivo e não no individual (PFUETZENREITER, 2003). Por meio dessas circulações de ideias ocorrem instâncias denominadas instauração, extensão e transição de um estilo de pensamento (QUEIRÓS e NARDI, 2008). A instauração de um estilo de pensamento ocorre inicialmente de forma turbulenta, na qual o ver é confuso e não direcionado, motivado por disposições contraditórias, uma vez que os conceitos não são consensuais. Ocorre um estágio no qual os conceitos são estilizados, culminando na organização e estruturação do fato científico de forma que sua compreensão seja mais consistente.

Quando estas novas ideias são adequadas e adaptadas, ocorre o processo de extensão do estilo de pensamento, compreendendo um período conhecido como harmonia das ilusões, no qual ocorre uma adaptação do cognoscente com o conhecido (DELIZOICOV et al, 2002). Esse período é mantido por meio de atitudes coercivas de pensamento. A fase de extensão do estilo de pensamento pode transcorrer de duas maneiras: a clássica e a complicação. Na primeira, observam-se fatos que estão em consonância com o estilo de pensamento vigente, tudo se apresenta de uma consistência notável. Em contrapartida, o período de complicações é estabelecido quando a teoria vigente não responde de forma satisfatória às indagações. É quando as exceções superam os casos regulares, de forma que conflitos de ideias entre indivíduos que compartilham de um mesmo coletivo de pensamento são recorrentes (FLECK, 2010).

O período de complicação assemelha-se ao conceito de anomalia de Kuhn. O coletivo de pensamento usa de todos os subterfúgios para a manutenção da harmonia de ilusões, contudo as limitações no estilo de pensamento para solucionar determinado problema são cada vez mais evidentes. As circulações intra e intercoletivas de ideias não são coesas, sendo a segunda a responsável por causar as complicações no estilo de pensamento vigente. Esses períodos de complicações fazem o conhecimento científico avançar, pois:

[...] falta ao processo de conhecimento a condicionalidade proporcionada pelo estilo de pensamento, o que deixa o investigador suscetível a observações emaranhadas, a percepções confusas e à busca de soluções por tentativas. Esse contexto turbulento e nebuloso é mediatizado por um intenso debate no âmbito intra e intercoletivo de pensamento. Inúmeras mudanças marcam esse período, que culmina com a emergência de um 'novo' modo de pensar e agir, ou seja, um novo estilo de pensamento, que poderá ser transitório ou duradouro e que norteia a construção de novos fatos científicos. (SLONGO, 2004, p. 108).

Para esse “novo” modo de pensar são necessárias as circulações intra e intercoletiva de ideias, pois serão elas que permitirão o intercâmbio entre diferentes círculos e coletivos de pensamento. Isso faz com que os indivíduos sejam conscientes da fase de complicação, propiciando a ressignificação de conceitos, criando fatos novos e transformando e/ou desenvolvendo novos estilos de pensamento (LAMBACH et al, 2013). Destaca-se ainda que a reestruturação, a modificação e a transformação de um estilo de pensamento ocorrem quando surge a necessidade de adaptar os modos de percepção do pensamento tradicional. Esta mudança deve surgir da disposição de um grupo, processo no qual:

[...] uma inquietude intelectual específica deve surgir e uma mudança do modo coletivo de pensamento, que é condição necessária para criar simultaneamente a possibilidade de ver algo novo e diferente. (PFUETZENREITER, 2003, p.120).

Nesses períodos, diferentes coletivos de pensamento se confrontam, resultando em uma transição do estilo de pensamento. Se as práticas pedagógicas fossem estruturadas de forma que as complicações fossem agentes desencadeadores que facilitassem os diálogos entre coletivos de pensamento distintos, este contexto seria potencialmente mais positivo para que ocorressem transformações nos estilos de pensamento (BRICK et al, 2013).

Nesse sentido, buscamos neste trabalho também investigar se as vivências experimentadas pelos professores participantes da escola do CERN criam mecanismos de complicações em seus estilos de pensamento que levem a mudanças nas suas práticas docentes.

Além de organizar os coletivos de pensamento em círculos esotéricos e exotéricos e definir as circulações de ideias entre eles, Fleck busca estruturar esses coletivos por meio de quatro classes de ciências: a dos periódicos, a dos manuais, a dos livros didáticos e a ciência popular. As duas primeiras estão situadas no círculo esotérico e as duas últimas no âmbito exotérico (FLECK, 2010; OLIVEIRA, 2012).

A ciência dos periódicos, locada na esfera dos profissionais especializados é a ciência que apresenta os trabalhos mais recentes. O conhecimento da ciência dos periódicos tem um caráter provisório, incerto, fragmentado, mas ao mesmo tempo inovador.

A ciência dos periódicos é caracterizada pela falta de consenso, uma vez que traz hipóteses não conclusivas, sondagens iniciais, etapas de trabalhos maiores e em andamento. Assume ainda uma postura pessoal, pois se trata de trabalhos inéditos, cujas metodologias são indissociáveis do autor (FLECK, 2010).

Em contrapartida, a ciência dos manuais é impessoal, exposta de forma sistemática e assegurada, assumindo o status de referência, representando se não o consenso, o pensamento hegemônico de um determinado estilo de pensamento (OLIVEIRA, 2012).

A ciência dos periódicos, ao citar e referenciar trabalhos anteriores já estabelecidos na área, faz menção à ciência dos manuais e “é uma prova de que aspira à entrada no manual e que considera a posição atual como provisória” (FLECK, 2010, p.172).

Contudo, não podemos considerar a ciência dos manuais como a soma de trabalhos individuais em periódicos, mas assumi-la como oriunda da seleção crítica e estruturada desses. Essa organização ressalta o que é importante na área, quais métodos são fidedignos, quais rumos a área deve seguir, ditando as diretrizes de pesquisas a serem realizadas.

A provisoriedade, transitoriedade e pessoalidade da ciência dos periódicos passa a ser consensual, sistematizada, universalmente válida e coletiva na ciência dos manuais por meio do tráfego esotérico do conhecimento “mediante entendimento e desentendimento recíproco, mediante concessões mútuas e pressões recíprocas que se polarizam em posturas obstinadas” (FLECK, 2010, p. 173).

Por serem apresentadas como certezas, as proposições da ciência dos manuais são coercitivas e impositivas, se tornando referências para o coletivo de pensamento, mantendo o estilo de pensamento dos iniciados e delimitando a formação dos iniciantes (FLECK, 2010; OLIVEIRA, 2012). Por essa razão, uma investigação é vista como inovadora e ousada quando menos ligada à ciência dos manuais estiver, contudo, neste caso será mais difícil ela ser aceita pelo coletivo de pensamento (OLIVEIRA, 2012).

A ciência popular e a ciência dos livros didáticos estariam, para Fleck, no círculo exotérico do coletivo de pensamento, de forma que esse movimento emigratório, de dentro para fora, do centro para a periferia é uma simplificação do conhecimento (OLIVEIRA, 2012).

A ciência popular é a ciência para os não especialistas, ou seja, para adultos leigos com formação geral, e que abastece a maior parte das áreas do saber, não devendo

ser tomada, por essa razão, como uma ciência introdutória, uma vez que, para Fleck (2010, p. 165), “é em torno desses conceitos que constroem suas ciências especializadas”. Oliveira (2012) assume que o termo “formação geral” empregado por Fleck seria atualmente equivalente ao indivíduo com formação em nível superior, bem como que a expressão “ciência popular” seria o que hoje se entende por “cultura científica”, ou seja, “noções comuns às diversas comunidades científicas, como a compreensão da perspectiva científica em geral, fora de uma determinada especialidade” (OLIVEIRA, 2012, p.132).

Fleck deixa claro que não toma a ciência popular como introdutória, pois para ele “não é um livro popular, mas um livro didático que cuida da introdução” (FLECK, 2010, p.166). Considera ainda que essa iniciação na ciência ocorre por meio de métodos pedagógicos particulares ficando a cargo da ciência dos livros didáticos. Sobre essa quarta forma social de pensamento infelizmente Fleck não dá detalhes, afirmando apenas que ela é a “menos importante para nosso propósito” (FLECK, 2010, p.165). Isso nos parece reforçar que Fleck propõe que os saberes científicos são diferentes dos saberes pedagógicos e, possivelmente, os concebe em coletivos de pensamento diferentes.

A ciência popular é caracterizada pela ausência de detalhes e de polêmicas, por uma simplificação artificial, ilustrativa, apodítica e dogmática. Os conhecimentos são apresentados como certezas, sem que possam ser contestados, ficando submetidos apenas a serem aceitos ou não, segundo diferentes pontos de vista. Quanto mais na periferia do círculo exotérico menos necessárias são as provas coercitivas do conhecimento, assumindo uma plástica emotiva que beira a obviedade.

Com essas quatro formas de pensamento, Fleck reforça o caráter social da ciência de forma que assume que em relação a um problema ela sempre tem uma posição fixa e representativa e algumas posições transitórias e não representativas. Destaca que para a teoria do conhecimento:

[...] é particularmente importante que a posição fixa tenha um caráter mais exotérico do que aquela tida como mais provisória, o que é significativo para a hegemonia da massa sobre a elite no coletivo democrático do pensamento. (FLECK, 2010 p. 178-179).

É a partir do saber especializado do círculo esotérico que emerge o saber exotérico popular e:

Dessa maneira, fecha-se o círculo da dependência intracoletiva do saber: a partir do saber especializado (esotérico), surge o saber popular (exotérico). Este se apresenta, graças à simplificação, ao caráter ilustrativo e apodítico, de uma forma segura, mais bem-acabada e sólida. O saber popular forma a opinião pública específica e a visão de mundo, surtindo, dessa forma, um efeito retroativo no especialista. (FLECK, 2010, p. 166).

3.1 Implicações do referencial fleckiano no Ensino de Ciências

A seguir, analisamos algumas implicações a partir de artigos publicados em periódicos e trabalhos apresentados em eventos que utilizam a teoria epistemológica Fleckiana. Para tanto, agrupamos os trabalhos segundo as seguintes categorias: *Análise da Produção Acadêmica; Potencialidades da teoria Fleckiana na Pesquisa em Ensino de Ciências; Emergência de um Fato Científico e Formação de Professores.*

3.1.1 Revisão de Análises da produção acadêmica

Queirós e Nardi (2008) realizaram uma revisão de trabalhos envolvendo a epistemologia de Fleck e o ensino de Ciências publicados em periódicos nacionais e nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências no período entre 2002 e 2007. Desta análise emergiram quatro categorias: história de fatos científicos, concepções de professores acerca da natureza da Ciência, ensino de Saúde e pesquisas na área de ensino de Ciências no Brasil. Verificaram que a maioria dos trabalhos publicados estão relacionados à Biologia e áreas da saúde e a episódios científicos, sendo que nenhum deles envolve temáticas associadas à Física.

Lorenzetti et al (2013) analisam teses e dissertações nacionais em Educação em Ciências produzidas entre 1995 e 2010 e que tiveram como aporte teórico a epistemologia de Fleck. Os autores verificam que a maior concentração de trabalhos está relacionada às áreas de saúde, educação em Ciências e filosofia da Ciência. A região sul do país possui um maior número de trabalhos, oriundos a sua maioria da Universidade Federal de Santa Catarina. Das 41 teses e dissertações analisadas, as categorias emergentes que melhor representam as temáticas desses trabalhos são: formação de professores, estudos sobre currículos. Análise sobre a emergência de um fato científico, relação de Fleck com outros autores e análise de produções científicas.

Os autores também elencam as razões pelas quais autores das teses e dissertações analisadas optaram pelo aporte epistemológico de Fleck. São elas:

[...] identificar o caráter sócio-histórico-cultural da produção do conhecimento; identificar e caracterizar modos de conceber e atuar na pesquisa e no ensino, de acordo com uma perspectiva histórica que inclui o tempo presente; compreender a interação dos coletivos de cientistas e de professores entre si e com outros grupos sociais, explicitando o caráter sociológico da produção e disseminação do conhecimento científico; conhecer o pensamento e as práticas pedagógicas dos professores. (LORENZETTI et al, 2013, p. 192).

3.1.2 Potencialidades da teoria fleckiana na pesquisa em/e Ensino de Ciências

Delizoicov et al. (2002), apresentam com propriedade as ideias da teoria da sociogênese do conhecimento de Fleck e são frequentemente citados como referência em outros trabalhos que seguem por essa linha. No final do artigo, os autores relacionam as categorias de Fleck com os problemas de pesquisa em ensino de Ciências. Ilustram a possibilidade da teoria para a compreensão da mudança do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico, assim como sua relevância no entendimento da atuação de grupos docentes, indicando novos caminhos a serem percorridos na formação inicial e contínua de professores (DELIZOICOV et al, 2002).

Brick et al. (2013) descrevem a constituição de um Grupo de Estudos Fleckianos na Educação em Ciências (GEFLECK), visando desenvolver uma rede colaborativa entre pesquisadores que pretendem utilizar esse referencial, bem como aprofundar os estudos. Para tanto, o grupo foi estruturado segundo os pressupostos dos três momentos (DELIZOICOV, 1991) e, nesse trabalho, analisaram 4 teses e dissertações que empregaram a Teoria de Ludwik Fleck.

O estudo foi realizado no âmbito de compreender as contribuições teórico-metodológicas da teoria fleckiana no que diz respeito às práticas docentes e o conhecimento. Os autores identificaram a importância das circulações inter e intracoletivas para o mapeamento das transformações das práticas e para disseminação de ideias. Salientam ainda a importância dos livros didáticos para a coerção de um estilo de pensamento. Identificam, em dois trabalhos, aproximações da teoria fleckiana com as ideias de Paulo Freire e sugerem tópicos para o aprofundamento desta transposição.

Alveti e Cutolo (2005) analisaram a comunicação científica à luz do referencial fleckiano. Sugerem que a comunicação científica em periódicos especializados seria uma fonte de disseminação de diferentes estilos de pensamento entre distintos coletivos de pensamento. A disseminação científica em revistas de Física e Geologia, por exemplo, configuram a circulação de ideias intrapares. Ao passo que revistas de economia política e ciências sociais caracterizariam a circulação de ideias em círculos extrapares. Sublinham ainda que a renovação na prática docente e dos conteúdos escolares pode ser facilitada pelo fato da crescente aproximação dos coletivos de pensamento formados por divulgadores da Informação Científica e Tecnológica com os coletivos de educadores.

Na mesma linha, Nascimento (2005) relaciona a divulgação científica com as categorias de Fleck e com a análise de discurso da escola francesa. Exemplifica que um

círculo esotérico de produtores de materiais de divulgação científica seria formado por cientistas e jornalistas e que o público não especializado configuraria o círculo exotérico. A circulação intracoletiva de ideias entre esses dois círculos pode ser concebida como os materiais de divulgação científica produzidos, de forma que os autores realizam transformações e adaptações dos conhecimentos científicos. A autora alerta que estas adaptações podem se constituir em obstáculos para a aprendizagem no contexto educacional formal, principalmente porque estes textos não foram produzidos originalmente com a pretensão de serem utilizados nesse âmbito. Ademais, cada aluno pode interpretar e compreender os textos de maneiras diferentes, uma vez que, pelo viés da análise de discurso, o sentido não é intrínseco aos materiais lidos (ORLANDI, 2015).

Pfuetzenreiter (2007) faz uma leitura do ensino de Ciências e Tecnologia a partir do referencial fleckiano. Sustenta que os estilos de pensamento sofrem constantes reformulações principalmente devido às atividades práticas a serem aplicadas tecnologicamente. Assim, uma contribuição relevante de Fleck com implicações no ensino seria a possibilidade de diversas formas de pensar, que constituirão diferentes estilos de pensamento defendidos e compartilhados por coletivos. Contudo, esse fato fica mais acentuado no ensino das tecnologias, uma vez que é o conhecimento prático que norteia a formação dos estudantes que os guiarão à aquisição de habilidades para ingressarem em um determinado coletivo.

A autora assinala a necessidade dos coletivos escolares (que apresentam diversos estilos de pensamento) estarem na dianteira no que tange à assimilação e transposição dos novos conhecimentos científicos produzidos atualmente. Este alerta é dado pelo fato dos professores pouco tratarem de assuntos científicos atuais em aula, sendo uma das possíveis razões o fato destes conceitos ainda não serem consensuais, não estarem bem alicerçados no estilo de pensamento vigente e as circulações de ideias não terem sido suficientes para que o coletivo de professores se apropriasse desses novos conceitos. Assim, muitas vezes as novas descobertas científicas chegam aos alunos por caminhos que não são a sala de aula. A autora sugere que este cenário deva mudar, uma vez que se verifica que:

[...] os avanços da ciência produzidos pelos círculos esotéricos são acompanhados pelos círculos mais externos (exotéricos) de forma lenta e gradual, e a escola através do ensino de ciências seria o local de eleição para que essa lacuna fosse preenchida para que o conhecimento chegue de forma mais rápida e mais compreensível para a população. Para que isso ocorra, é necessário que os professores sejam conscientizados desse fato e auxiliem nessa tarefa. (PFUETZENREITER, 2007, p.10).

3.1.3 Emergência de um fato científico

Queirós et al (2014) utilizam as categorias epistemológicas de Fleck para analisar a tentativa de substituição do motor a vapor pelo motor elétrico realizada por Joule no século XIX. Identificam que Joule pertencia a um coletivo de pensamento de técnicos e que constituíam um círculo exotérico em relação ao círculo esotérico dos cientistas de Londres da época. Verificam que, por meio da circulação intercoletiva, principalmente tomando ciência dos problemas e complicações dos trabalhos de Faraday e Jacobi, Joule muda seu estilo de pensamento de técnico para científico.

Esta mudança ocorre a partir de um período de complicações motivado principalmente por tomar conhecimento do fenômeno de autoindução, o qual seria o responsável por limitar o aumento na eficiência de seus motores eletromagnéticos. Com isso, depois de um período de resistência, passa a realizar investigações científicas importantes que contribuem para a estruturação do princípio da conservação da energia e do efeito Joule. Os autores ainda sugerem diversos aspectos da Natureza da Ciência que podem ser explorados no contexto educacional a partir do episódio histórico descrito.

Estudos semelhantes ao de Queirós et al (2014) têm sido publicados nas últimas décadas. Muitos deles destacam aspectos da História, Filosofia e Natureza da Ciência e possíveis implicações no ensino, além de relacionarem episódios históricos com categorias epistemológicas de Ludwik Fleck. Scheid et al (2005) analisam, à luz das ideias de Fleck, a produção e evolução do conhecimento científico referentes à molécula de DNA e sua aceitação pela comunidade científica. Flôr (2009) investigou as constantes mudanças na tabela periódica a partir da produção de elementos transurânicos utilizando categorias fleckianas. Leite et al (2001), a partir das categorias de Fleck, analisaram o trabalho de Mendel no que diz respeito à hereditariedade. Os autores concluem que o fato do cientista participar de vários coletivos de pensamento (como de agricultores, físicos, biólogos, meteorologistas e apicultores) foi relevante para que ele enxergasse o conceito desde outro ponto de vista, reforçando a influência do contexto sociocultural para estruturas e desenvolvimento de novas ideias. Heidrich e Delizoicov (2009), por meio de um episódio histórico relacionando a Diabetes Mellitus com a insulina, apresenta conceitos como protoideias, circulação intercoletiva de ideias e instauração. Revelam ainda o caráter coletivo de produção de conhecimento e a contribuição de diferentes grupos para o isolamento da insulina, sendo uma ótima referência para a discussão desejada da natureza da Ciência em sala de aula.

3.1.4 Formação de professores

Lambach e Marques (2009) identificaram estilos de pensamento de professores de química que trabalham na Educação de Jovens e Adultos (EJA), comparando a visão desses em relação a este nível de ensino e o ensino regular, bem como as influências das formações inicial e continuada nos mesmos. Os autores assumem que a “atividade docente possa ser direcionada pelo estilo de pensamento dominante na formação inicial dos professores” (LAMBACH e MARQUES, 2009 p. 222) e alertam que num curso de formação continuada com temáticas desconectadas da realidade do professor seja possível um efeito rebote, no sentido de reforçar a manutenção do estilo de pensamento vigente. Concluem que o estilo de pensamento dos professores é modificado ao longo de sua carreira docente na medida em que interage com outros coletivos de pensamento, todavia os autores acentuam que a formação inicial possa ser um fator que dificulte essas mudanças.

Em um estudo posterior, Lambach et al (2012), a partir da ideia freiriana de reflexão crítica sobre a prática e sustentados nos pressupostos de Fleck, mapearam os estilos de pensamento, em relação ao papel social do ensino de química, de professores que atuam na EJA e que participaram de um curso de formação continuada. Os autores sugerem que a formação permanente, como preconizada por Paulo Freire, pode desencadear situações de complicações no Estilo de Pensamento vigente dos professores, abrindo caminho para o aprendizado de outras concepções de ensino, implicando possivelmente na assunção de um novo estilo de pensamento (LAMBACH et al, 2012). Todavia, destacam que esse processo não é simples e que a transformação no estilo de pensamento não atesta, compulsoriamente, a mudança na forma de ensinar.

Por meio de um estudo teórico propositivo, Lambach et al (2013) utilizam o conceito de circulação intercoletiva de ideias para contribuir na formação permanente de professores de Ciências do Ensino Médio. Sugerem que este processo poderia ocorrer por meio da oferta, por parte das universidades, de cursos de extensão com encontros mensais ou bimestrais visando a problematização coletiva da *práxis* docente. Por meio da circulação intercoletiva de ideias, a problematização teria um caráter epistemológico a fim de provocar estados de complicação, fazendo com que os professores modificassem sua prática, motivados pela reestruturação de novos estilos de pensamento.

Gonçalves et al (2007) discutem as possibilidades de desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química. Para tanto, a partir das categorias de Fleck buscam, por exemplo, compreender a relação entre professores de disciplinas de conteúdos específicos com pesquisadores em ensino de química, bem como destacam

elementos relacionados à complicação na formação inicial de professores de química e a importância de eventos científicos para a circulação intercoletiva de ideias.

4. A INTERAÇÃO PROFESSOR-CIENTISTA

O nosso trabalho busca, a partir da interação entre cientistas e professores envolvidos com a Escola de Física do CERN e à luz da teoria fleckiana, identificar e caracterizar as parcerias estabelecidas, as dinâmicas de interações e os efeitos dessa convivência e, a partir disso, propor um modelo de interação entre professores e cientistas. Neste sentido, julgamos pertinente a busca por trabalhos que envolvam essa temática. Não encontramos muitos relatos de pesquisa sobre esse assunto, revelando ser uma área carente de investigação. A seguir apresentamos alguns trabalhos que investigaram, de forma direta ou indireta, efeitos da cooperação entre cientistas e professores.

Aspectos da natureza da ciência e o fazer ciência ainda são pouco abordados na formação de professores e conseqüentemente na educação básica. Mesmo nas universidades, nas quais muitos licenciandos cursam disciplinas com professores que são pesquisadores em atividade, o fazer científico e questões envolvendo a ciência atual são pouco discutidos, uma vez que os pesquisadores não fazem menção em aula das pesquisas que realizam (ISLAS et al, 2005). Desta forma, segundo os autores a visão dos professores e futuros professores em relação à natureza da ciência continuará a ser empírico-indutivista, não vinculada ao contexto histórico, social, econômico e cultural e crenes de um único e infalível método científico (VIANNA e CARVALHO, 2000; HARRES, 1999). Em consonância ao exposto, Campanario (2004) alerta que:

Apesar da influência da comunicação científica nas decisões e estratégias que os pesquisadores desenvolvem, este é um dos elementos que menos atenção é dada pela filosofia da ciência e, como consequência, na apresentação que fazemos da ciência para os alunos e nas visões que transmitimos. (CAMPANARIO, 2004, p. 366, tradução nossa).

Campanario (2004) sugere o uso de artigos científicos em sala de aula como uma maneira de discutir algumas concepções inadequadas sobre a natureza da ciência. Considera que mesmo que os alunos da educação básica e universitários possam vir a não compreenderem os assuntos dos artigos, a sua estrutura pode informar muito sobre o trabalho atual dos cientistas.

Ocorre que os artigos científicos apresentam conteúdos específicos e limitados que têm como característica a relevância e o ineditismo, diferentes dos livros textos escolares cuja abordagem ocorre por meio de teorias amplas e generalistas. Ademais, os autores de artigos científicos guiam o leitor usando argumentos para convencer seus pares (outros cientistas) dos resultados propostos, apesar de que, na maioria das vezes, deixar claro que a verdade não é absoluta. Analisando diversos artigos científicos, se pode

constatar a pluralidade de caminhos utilizados pelos investigadores, o que se caracteriza como algo muito distante da “receita” de passos a serem seguidos por um rígido método científico como vislumbrado nos livros didáticos. O autor ressalta ainda a seção de agradecimentos no final dos artigos. Ele assume que este item clarifica a relevância do papel socioeconômico da pesquisa, ficando evidente o trabalho coletivo e as contribuições de outros cientistas, além, evidentemente, das agências de fomento. O uso de artigos científicos em aula pode ser uma forma indireta de interação com a ciência atual e com os cientistas, aproximando a ciência dos periódicos da ciência dos manuais e dos livros didáticos, definidas por Fleck (2010). Essa interação pode contribuir para que, em um primeiro momento, os professores e depois, os alunos desenvolvam visões plurais da natureza da ciência, compreendendo o trabalho diário dos pesquisadores e os fatores que influenciam e motivam suas investigações. Contudo, no nosso ponto de vista essa contribuição só será possível se o professor conhecer aspectos da natureza da ciência a serem explorados em aula e destacar esses aspectos com seus alunos.

A sugestão de Campanario se caracteriza como uma forma indireta de aproximar a ciência dos periódicos fleckiana das ciências dos livros didáticos e dos manuais. Na revisão de literatura realizada encontramos duas formas distintas de interação direta entre professores e cientistas. Em uma delas pesquisadores em educação científica interagem com professores. Nessa situação a maioria dos relatos é de pesquisadores em educação em ciências que frequentam aulas de professores em serviço, criando vínculos, planejando atividades e refletindo conjuntamente sobre a prática, caracterizando uma pesquisa em ensino e não em ciências. A outra forma de interação direta é de pesquisadores em ciências exatas e da natureza² interagindo com professores seja por meio de cursos de formação continuada, projetos de pesquisa em centros de pesquisa, visitando escolas ou tutelando professores em algum tipo de projeto de pesquisa. Nesse último caso, em geral, o professor vivenciou diariamente, por um determinado período, o ambiente e a rotina de um pesquisador em ciências exatas e da natureza. Esses tipos de interação podem propiciar o

² Neste contexto, estamos tomando como ciências exatas e da natureza principalmente pesquisadores nas áreas de física, química e biologia.

que na literatura se denomina como ciência autêntica. As duas próximas seções detalham esses trabalhos.

4.1 Interações professor-pesquisador em educação

Nessa seção apresentamos algumas pesquisas envolvendo cooperações entre pesquisadores em ensino e professores da educação básica. Estamos cientes de que esse tipo de interação difere daquela estabelecida no contexto da Escola de Física do CERN, mas acreditamos que muitas das implicações e conclusões desses trabalhos podem contribuir na compreensão da interação investigada nessa pesquisa, bem como auxiliar na solução do nosso segundo problema de pesquisa.

Recentemente Gade tem publicado muitos artigos (GADE, 2012; 2015a; 2015b) nos quais discute a sua colaboração com uma professora de educação primária na Suécia (identificada nos artigos como Lotta). Para seu trabalho de doutorado Gade desejava entender a dinâmica de ensino-aprendizagem sob uma visão vygoskiana, e por conta disso, pretendia desenvolver um estudo piloto na forma de observação-participante. Para isso, a pesquisadora começou a acompanhar as aulas de Lotta. Com o tempo, atitudes de cooperação e confiança foram sendo delineadas entre a pesquisadora e a professora de forma que os relatos de Gade passaram a discutir a colaboração professor-pesquisador. Gade (2015a) relata essas interações assumindo que a primeira atitude de aproximação partiu da professora que solicitou a ajuda da pesquisadora para pensarem juntas uma maneira de corrigir um problema do uso do sinal de igual (=) por seus alunos. A pesquisadora sugeriu a aplicação de uma teoria e conduziu, coletivamente com a professora, a atividade (GADE, 2012). A pesquisadora publicou o relato desse trabalho, contudo, antes da publicação o manuscrito foi mostrado à professora, externando aspectos de confiabilidade e democracia, bem como estreitando-se os laços colaborativos entre elas (GADE, 2015b). A colaboração entre a professora e a pesquisadora eram tanto benéficas para a primeira, pois tinha uma implicação direta na sala de aula, quando para a segunda, pois contribuía para a sua pesquisa. Roth e Tobin (2004) assumem que quando pesquisadores e professores discutem conjuntamente sobre as ações que eles tomam e colaboram para a proposta de atividades em sala de aula são mais eficientes do que oficinas ofertadas por pesquisadores a professores. Segundo Gade (2015a, p.182), os benefícios dessa cooperação são mútuos, uma vez que:

Ao conceber e conduzir intervenções bem pensadas, conseguimos superar as limitações que Lotta enfrentava em sua capacidade individual, bem como que eu também enfrentava para entender como as construções vygotskianas se desenvolviam em cenários de sala de aula. (Tradução nossa).

Gade (2015a) preconiza que os pesquisadores devem criar estruturas que facilitem a colaboração entre eles e os professores, uma vez que essa interação cria ambientes favoráveis à construção de aprendizagens. No nosso ponto de vista, a simples interação com professores e pesquisadores não garante a construção de um ambiente favorável e propício à aprendizagem, pois cremos que diversas tensões podem surgir dessa convivência. Nesse aspecto, julgamos que inicialmente um vínculo deva ser estabelecido, de forma que professores e pesquisadores estejam em pé de igualdade e não em posições hierárquicas diferentes, bem como que tenham alguns objetivos comuns a serem alcançados nessa relação.

Após as publicações de Gade, diversos outros autores interpretaram, à luz de diferentes teorias, a experiência de colaboração relatada. Goff e Veresov (2015) a fazem segundo a teoria da interface cultural de Nakata (2002) que permite avaliar diferentes sistemas de conhecimento de forma a identificar tensões, contradições, convergências e divergências que podem controlar e restringir colaborações, mas também avaliar as possibilidades e oportunidades que emergem do processo. Isso ocorre porque cada pessoa traz seus pensamentos, crenças, aspirações do passado e do futuro e que podem facilitar ou limitar a colaboração entre pessoas, permitindo, ou não, a construção de novos padrões de trabalho.

Os autores indicam vantagens da colaboração professor-pesquisador se desenvolver em um contexto real, uma vez que no convívio diário, pode-se avaliar a evolução da investigação por um viés prático e teórico. Gade inicialmente pretendia observar as aulas da professora. Entretanto, a experiência de sala de aula e a socialização de informações sobre os estudantes desenvolveram situações complexas de forma que professora e pesquisadora começaram a colaborar e pensarem conjuntamente soluções para desafios. Elas passaram a entrar em sala de aula de forma diferente, caracterizando um processo de aprendizagem expansiva, uma vez que o engajamento mútuo e os padrões de atividades desenvolvidos resultaram em novos padrões de atividade e de formas de trabalho, como preconizado por Nakata (2002, 2007).

Gade repensa seu papel como pesquisadora, Lotta repensa seu papel como professora, de forma que a interface criada por meio dessa interação facilitou que ambas compartilhassem experiências e conhecimentos, bem como que desenvolvessem e

refinassem competências e habilidades sobre matemática e o seu ensino e aprendizagem (GOFF e VERESOV, 2015). Gade não era mais uma pesquisadora a observar a prática docente e Lotta uma professora a ser observada, mas sim profissionais trabalhando lado a lado, desenvolvendo uma prática compartilhada. Essa é uma das razões da pesquisa encabeçada por Gade poder ser definida como pesquisa-ação de forma que o resultado dessa prática foi a reconstrução da educação matemática que influenciou positivamente também na aprendizagem dos alunos.

A pesquisadora contribuiu com sua experiência em educação matemática por um viés mais teórico, mas que só foi possível “colocar em prática” com o auxílio da professora que tinha conhecimento do contexto real da sala de aula, dos problemas, desafios e realidades diárias, uma vez que conhecia o perfil dos alunos. Esse é mais um elemento da interface cultural destacado por Nakata (GOFF e VERESOV, 2015).

Na mesma linha, Wright (2015) em seu artigo discute inicialmente questões sobre o currículo e depois apresenta reflexões a partir de interações como as descritas por Gade. O autor assume que na maioria dos casos os currículos são generalistas, elaborados por especialistas que não conhecem a realidade diária da sala de aula, sugerindo estratégias a serem realizadas no âmbito escolar sem a colaboração e participação de professores, o que muitas vezes justifica as atividades propostas serem desconexas da realidade escolar. O especialista embasa o currículo em teorias que visam produzir melhores resultados para a educação e considera o professor apenas um executor do currículo desenvolvido por ele. Dessa forma, o especialista acredita que se o professor implementar o currículo de maneira apropriada, os alunos aprenderão melhor, o que, se sabe, não é verdade. Fazendo isso, o especialista está negligenciando as questões sociais e contextuais de cada sala de aula, bem como as relações professor-aluno (WRIGHT, 2015). A partir dessa reflexão o autor analisa a colaboração Gade-Lotta descrita em outros artigos e sugere que os especialistas desenvolvam redes de colaboração com professores, frequentando salas de aula a fim de desenvolverem currículos não apenas teóricos ou somente práticos, mas que sejam mais contextualizados e próximos da realidade escolar e suas necessidades. Um currículo que propicie experiências significativas para todos os envolvidos e que articule, de forma real, teoria e prática, promovendo uma mudança eficaz e duradoura no ensino.

Wright (2015) parte do exemplo da colaboração professor-pesquisador de Gade-Lotta para empregar a teoria das ações relacionadas, ou seja, uma rede de colaborações entre professores, alunos, pais, administradores, gestores e os desenvolvedores de

currículo. Ressalta que os relatos de Gade evidenciam que uma colaboração que vise melhorar o ensino e aprendizagem parte do respeito mútuo e do respeito às ideias individuais de cada um. Apesar de Gade desempenhar um papel de pesquisadora, ela contribui para o processo de ensino e aprendizagem de Lotta, aprendendo com ela e criando um ambiente de compartilhamento de ideias e práticas (WRIGHT, 2015)

A partir da discussão das vivências de Gade e Lotta, Wrigth (2015) preconiza que os elaboradores de currículo deveriam colaborar com os professores na implantação de novos currículos, estando presentes na sala de aula e continuamente refletindo sobre suas práticas e não apenas ofertando algumas oficinas e palestras informativas sobre os currículos. Até porque, nessas situações os currículos já estão prontos e fechados e apesar das sugestões e opiniões dos professores, as mudanças passíveis de serem realizadas pelos especialistas são limitadas. Wright (2015) assume que existe um distanciamento entre um currículo estruturado teoricamente e a sua realidade de implementação em sala de aula, principalmente porque “os professores não estão integrados à teoria e os pesquisadores às práticas de sala de aula” (WRIGHR, 2015, p. 633, tradução nossa).

Wright (2015) salienta que a colaboração Gade-Lotta incentiva os professores a se envolverem no processo de pesquisa, passando a serem parceiros (alguns trabalhos publicados por Gade tiveram Lotta como coautora). Elas recolhiam informações de campo e discutiam atividades. Ambas ganham, Gade por ter um ambiente para realizar sua pesquisa, Lotta por se capacitar como professora-pesquisadora.

Em outro trabalho, Olin e Ingerman (2016) acompanharam ações colaborativas entre uma equipe de professores de ciências e uma equipe de pesquisadores em educação científica que se reuniam periodicamente. O estudo avaliou de que forma a colaboração pesquisador-professor contribuiu para fortalecer relações entre ensino, aprendizagem e pesquisa entre esses dois grupos. A colaboração foi com um grupo de professores de uma mesma escola, debatendo conteúdos específicos por um longo período de tempo. A essas discussões os pesquisadores incorporaram aspectos teóricos de modelos didáticos orientados por pesquisas socioculturais.

Os autores concluíram que a colaboração se dava melhor quando os aspectos teóricos envolvendo modelos didáticos eram contextualizados com propostas de ações pedagógicas adequadas à realidade escolar. Um fator positivo foi o tempo disponibilizado para as reuniões, bem como o caráter reflexivo delas. Constataram ainda que discussões de artigos de periódicos sobre resultados de investigações semelhantes às atividades propostas, mas distantes da prática docente tem baixo grau de interesse por parte dos

professores. Os pesquisadores insistiam em discutir os resultados da investigação limitando a ação uma vez que essa era vista como uma imposição de como ensinar e não uma prática colaborativa envolvendo professores e pesquisadores.

Os autores sugerem que os professores têm muito a contribuir, seja trazendo ideias didáticas associadas às suas práticas docentes, seja agindo como “juízes”, avaliando em que medidas os modelos didáticos trazidos pelos pesquisadores podem ser efetivamente aplicados no contexto escolar. Em contrapartida, os professores também se sentem desafiados pelos pesquisadores em colocarem em prática os conhecimentos apresentados.

Olin e Ingerman (2016) consideram que é premissa básica os professores participarem ativamente do processo de identificação de problemas e questões de pesquisa, bem como que novos conhecimentos são melhores estruturados se os professores os aprenderam por meio da investigação. Outrossim, salientam que os professores envolvidos em atividades de formação continuada precisam de tempo para desenvolver, discutir, construir e praticar novos conhecimentos, bem como que eles aprendem de forma mais eficaz quando as atividades propostas estão integradas ao trabalho diário de ensino.

Rosendahl e Rönnerman (2006) constataram que muitas vezes os professores em cursos de formação continuada têm uma postura passiva aguardando que os pesquisadores apresentem de forma tradicional os novos conteúdos, desejando receber as respostas de forma pronta. Professores são menos propensos a mudarem suas práticas docentes quando os novos conhecimentos são apresentados na forma de palestras e falas em detrimento a atividades práticas, oficinas e na forma de investigação (OLIN e INGERMAN, 2016). Hemsley-Brown e Sharp (2003) consideram ainda que novas informações apresentadas devem se dar de forma mais acessível e que jargões acadêmicos e termos muito específicos devem ser evitados.

Grotzer (s.d.) que foi por muitos anos professora na educação básica e simultaneamente realizava pesquisa acadêmica em educação relata, em seu texto, as diferentes perspectivas pelas quais professores e pesquisadores constroem suas teorias e, porque não, as tensões que podem surgir durante essa construção. A autora destaca as tensões operativas que experimentou ao tentar, simultaneamente, atuar como professora e pesquisadora.

Ainda a mesma autora sugere que as colaborações professor-pesquisador não são verdadeiramente vistas como colaboração, mas sim como tentativas tradicionais de desenvolvimento profissional docente (GROTZER, s.d.). Muitas vezes os professores são tomados apenas como aprendizes de forma que somente os pesquisadores contribuem e transmitem conhecimento. A autora preconiza que se deva levar em consideração e valorizar os conhecimentos e experiências trazidos pelos professores de forma a compreender o desenvolvimento profissional nesse contexto, por meio de relacionamento de longo prazo.

Uma diferença proposta pela autora e que pode ser fonte de tensão entre pesquisadores e professores é que os primeiros buscam fatores que distinguem suas teorias e propostas de outras teorias, tentando identificar aspectos inovadores que determinam que suas proposições são mais eficientes à aprendizagem do que outras sugestões. Em contrapartida, os professores têm uma postura de conciliação, tentando adequar propostas inovadoras e novas teorias à prática de sala de aula.

Outro aspecto é que pesquisadores em educação científica estão mais abertos a novas pedagogias e novas teorias de aprendizagem. Já os professores estão menos predispostos a isso, pois diariamente e por muitos anos alicerçaram suas práticas docentes em uma ou outra determinada teoria de aprendizagem, dificultando a mudança. As metodologias, materiais e atividades que compõem as práticas dos professores são uma construção de longo prazo e, quando as pedagogias incorporadas por eles não estão em consonância com o proposto por pesquisadores, os professores podem demonstrar resistência, gerando focos de tensão (GROTZER, s.d.).

Geralmente os pesquisadores vão até a escola, coletam dados, observam aulas e práticas, realizam entrevistas e não retornam a ela para divulgarem os resultados encontrados ao fim da pesquisa. Parece existir aqui uma postura um tanto egoísta e “superior” do pesquisador, que vê os professores e alunos da educação básica apenas como “objetos” de pesquisa. Claro que essas pesquisas são importantes, mas talvez fosse mais altruísta um *feedback* para a escola por parte dos pesquisadores, uma vez que os resultados são oriundos desse ambiente e os meios de divulgação (periódicos, dissertações e teses) dificilmente são lidos pelo público escolar.

Não estamos sugerindo que todos os pesquisadores devam trabalhar de forma colaborativa, mas talvez, ao final do período de coleta de dados poderiam propor uma atividade com os alunos, ministrar uma palestra, enfim, oferecer uma contrapartida para a

escola que afinal abriu as portas para suas investigações. Além disso, retornar à escola após finalizada a pesquisa e relatar os resultados encontrados seria de grande valia.

O que a revisão dessa seção mostrou é que existe uma frente de pesquisa na qual pesquisadores e professores trabalham em pé de igualdade colaborando de forma que ambos desenvolvam e avançam, atingindo tanto objetivos comuns para os dois, quanto objetivos distintos. O que se verifica é que o professor contribui com um problema de sala real e imediato a ser resolvido. O pesquisador pode contribuir com teorias e estratégias para resolver o problema. Por ser significativo e contextualizado o professor fica mais interessado em resolvê-lo e acaba refinando sua prática pedagógica mais do que se participasse de palestras sobre as teorias de aprendizagens, por exemplo. Além disso, como professores e pesquisadores estão em sala de aula, a implementação da atividade é acompanhada pelos dois, podendo fazer ajustes de percurso e adequações imediatas, diferente de situações nas quais o professor aplica a atividade e depois relata para o pesquisador.

4.2 Interações professor-cientista de ciências exatas e da natureza

Muito se fala da reforma na educação científica e que ela passa por parcerias entre professores e cientistas, contudo não há clareza sobre como que tais parcerias possam ser produtivas (DRAYTON e FALK, 2006). Muitas pesquisas têm se dedicado a avaliar a construção de conhecimento em contextos de pesquisa científica e em ambientes de aprendizagem que simulem tais contextos. Este tipo de atitude é denominado de ciência autêntica. A ciência autêntica se preocupa não apenas com o que a ciência cria, mas também como, ou seja, ela visa contribuir para que os alunos se apropriem de práticas, linguagens, instrumentais e metodologias empregadas nas atividades científicas a fim de evitar que os estudantes desenvolvam visões simplórias acerca da natureza da ciência (VARELAS et al, 2005).

O termo ciência autêntica foi cunhado na década de oitenta e sua origem está ligada ao construtivismo, relacionando o cotidiano com a escola de forma que os alunos se envolvessem em atividades do mundo real na sala de aula (BROWN et al, 1989). A ciência é concebida como uma atividade social na qual seus integrantes cooperam para atingir um objetivo comum (DRIVER et al, 1994). A ciência autêntica seria aquela desenvolvida pelos cientistas e que passou a ser modelo para a proposta de atividades investigativas

autênticas no âmbito escolar. Aos alunos são disponibilizados problemas e atividades reais nos quais eles tinham que propor soluções a partir de atividades investigativas e análise de dados, ou seja, a ciência dos laboratórios de pesquisa foi levada para a sala de aula. Outro modelo de ciência autêntica muito comum ocorre quando alunos trabalham com cientistas nos centros de pesquisa, fazendo parte de uma equipe científica, resolvendo um problema real que contribua para o desenvolvimento da ciência (RAHM et al, 2003). Pesquisas citadas por Rahm et al (2003) sugerem que práticas autênticas no ambiente científico trabalhando conjuntamente com cientistas, faz com que naturalmente os alunos aprendam o conteúdo e os processos da ciência dos cientistas. Esses trabalhos assumem que essa incorporação da ciência dos cientistas emerge pelo simples fato de estarem trabalhando com eles ou desenvolvendo atividades de ciência autêntica em sala de aula.

Rahm et al (2003) criticam essa concepção, que eles denominam de noção estática de ciência autêntica. O que é autêntico para o professor, não necessariamente é para o aluno ou para o cientista. Ademais, tomar a priori como autêntica a ciência dos cientistas faz com que professores e alunos assumam uma postura passiva, tratando a autenticidade como estática. Rahm et al (2003), propõem que a ciência escolar é uma forma de prática científica que sempre será diferente da prática dos cientistas sugerindo uma noção emergente de autenticidade científica que está alicerçada na teoria dos sistemas, na teoria das comunidades de prática e no pensamento neopiagetiano por uma perspectiva da psicologia ecológica. Assim a autenticidade passa a ser dinâmica e emergente, uma vez que ela não é intrínseca à ciência dos cientistas (ou seja, não está inserida em um componente do sistema ou surge da simples combinação de componentes), mas pode emergir a partir da interação de componentes e do contexto no qual se dá a interação. Com isso a ciência autêntica depende de cada situação e de como professores, alunos, cientistas, atividades, contextos interagem de forma complexa (RAHM et al, 2003).

Essa noção emergente de ciência autêntica coloca em pé de igualdade cientistas, professores e alunos que colaboram livres de hierarquias, definindo coletivamente propostas de investigação, levantando problemas reais e de interesse comum a serem investigados. O professor é um aprendiz a aprender a ciência do cientista, mas é também o agente que vai transformar parte dessa aprendizagem em conteúdo e pedagogia em sala de aula, de acordo com as necessidades dos alunos e as exigências do currículo (DRAYTON e FALK, 2006).

Pelaez e Gonzalez (2002) preconizam que os currículos desenvolvidos, propostos e em vigência estão muito focados em objetivos cognitivos-acadêmicos, o que acaba

favorecendo alunos academicamente talentosos, elitizando a aprendizagem de ciências. Em contraposição a isso, sugerem que os currículos deveriam estar embasados por objetivos pessoais, sociais e que promovam o desenvolvimento. As práticas atuais não atendem aos objetivos educacionais atuais, por essa razão a interação entre professores, alunos, cientistas e gestores pode se revelar uma alternativa e um caminho que possibilite essas mudanças.

Essas interações, segundo Drayton e Falk (2006) podem ocorrer em cinco modalidades principais. Na primeira modalidade de contribuição de cientistas à educação científica eles não têm contato direto com o professor, mas sim com os desenvolvedores de currículos. Os cientistas contribuem com sugestões de conteúdos e abordagens a fim de incorporar aspectos da pesquisa científica atual nos currículos, privilegiando aspectos de uma ciência autêntica.

A segunda modalidade é o cientista contribuindo no desenvolvimento profissional docente na forma de palestras, cursos e oficinas. Ela pode ocorrer na forma de conteúdos científicos específicos ou em formatos de workshops amplos, nos quais os conteúdos científicos estão inseridos num contexto pedagógico. Drayton e Falk (2006) destacam que a maioria dos esforços que visam o desenvolvimento profissional docente se dá dessa forma, na qual professores e cientistas interagem por curto intervalo de tempo, em situações pontuais, nas quais geralmente o professor tem uma postura passiva e de ouvinte.

Em uma terceira modalidade o cientista realiza visitas às salas de aula, respondendo perguntas e atendendo curiosidades dos alunos, realizando demonstrações experimentais ou sendo jurado em feiras de ciências (CATON et al, 2000). Esse tipo de interação pontual também é muito comum, principalmente nos Estados Unidos. Em menor escala é possível os alunos realizarem visitas técnicas ao local de trabalho dos cientistas.

As duas próximas abordagens permitem um vínculo maior com os cientistas desenvolvendo parcerias reais e por longos períodos. Uma delas é a parceria entre cientistas e alunos. Essa modalidade não envolve o professor, pois os alunos passam a frequentar os locais de trabalho dos cientistas sendo incorporados à rotina deles. Basicamente os cientistas, em parceria com os alunos, elaboram uma questão de pesquisa, definem processos metodológicos e os alunos coletam dados, os analisam, etc.

A quinta e última modalidade é semelhante a anterior, contudo consta numa parceria desenvolvida entre cientistas e professores. Os professores são inseridos em

grupos de pesquisa de cientistas e também devem realizar um projeto de pesquisa ou participar de um em andamento. A ênfase é para que os professores compreendam como que a ciência é praticada, refinando suas visões sobre natureza da ciência, mas também aprimorando seus conhecimentos específicos de conteúdos.

Com base nessas modalidades, apresentamos alguns trabalhos que as exemplificam.

Vianna e Carvalho (2000) acompanharam um curso de formação continuada em Saúde e Meio Ambiente, ministrado por pesquisadores dessas áreas vinculados a centros de pesquisa e ofertado para professores da rede pública de educação básica do estado do Rio de Janeiro. O curso teve um total de 78 horas de atividades em um intensivo de nove dias. Nos primeiros três dias, pesquisadores e professores (denominados pelas autoras de cursistas) hospedaram-se em um mesmo estabelecimento, interagindo constantemente. Nesta oportunidade ocorreram palestras, aulas e saídas de campo. Nos cinco dias seguintes as atividades foram realizadas nos centros de pesquisa e laboratórios nos quais os pesquisadores ministrantes do curso desenvolviam suas investigações. O último dia foi de observação ecológica e avaliação do curso durante uma excursão à Floresta da Tijuca.

Esse tipo de formação continuada pode ser caracterizado como de imersão, uma vez que os pesquisadores e cursistas interagem intensamente durante o período, com atividades diárias ocorrendo muitas vezes nos três turnos. Os cursistas tiveram a oportunidade de conhecerem o fazer ciência *in loco*, bem como o estágio atual das pesquisas. Identificaram ainda como se comportam, como trabalham, o que fazem e o que dizem os cientistas.

As autoras constataram, por meio de entrevistas, que os relatos dos cientistas continham elementos históricos e as metodologias para a evolução e construção do conhecimento das áreas que investigam. Verificaram também que os cientistas evidenciaram a cooperação desenvolvida com outros grupos e como as suas pesquisas estão situadas no panorama mundial. Os ministrantes expuseram potencialidades e possibilidades de se levar a ciência atual desenvolvida nos centros de pesquisa à educação básica. Em contrapartida, observaram que os cursistas realizaram muitas indagações aos pesquisadores de dúvidas que surgem corriqueiramente em suas aulas. As autoras também verificaram que os cursistas, após a formação, modificaram a forma de ver a ciência e manifestaram interesse em modificar suas práticas docentes.

Em um artigo posterior e analisando o mesmo curso (VIANNA e CARVALHO, 2001) as autoras detalham as várias atividades oferecidas pelos pesquisadores (denominadas por elas como “*episódios de pesquisa*”) e avaliam com mais profundidade a mudança no comportamento dos cursistas no que diz respeito à *visão de ciência* (referente ao conteúdo abordado no curso) e à *prática docente* (referente à proposta educacional). As autoras destacam a preocupação dos investigadores em se posicionarem como construtores da ciência, enfatizando as implicações da pesquisa no desenvolvimento do país, passando, por exemplo, por melhorias na qualidade de vida das pessoas. Também estavam atentos a não transmitirem uma visão simplista da pesquisa, desvinculada ao contexto social e contemporâneo. Os cursistas incorporaram a ideia de que a ciência não está acabada e que o conhecimento é um processo dinâmico em constante (re)construção. Perceberam também que um fato científico não é desenvolvido apenas no laboratório, mas em outras construções como o Biotério e que o controle de variáveis como a alimentação adequada aos animais e limpeza das bancadas de trabalho são fatores que influenciam nos resultados obtidos. Salientaram ainda que o processo científico ocorre pela interação com outros pesquisadores (caráter coletivo da ciência), idas e vindas à biblioteca, reflexões, etc. Os pesquisadores, em consonância com as sugestões de Justi (2013), detalharam o dia-a-dia do laboratório, os cuidados no ambiente de trabalho e no manuseio das cobaias, a questão de financiamento e fomento à pesquisa, a concorrência, a cooperação entre pares e o reconhecimento acadêmico.

Os cursistas tiveram a oportunidade de vivenciar muitas das etapas que antecedem a divulgação dos resultados em artigos científicos, constatando que a ciência é um processo muito mais longo e emaranhado do que parece ser. Essas características são importantes para revelar não apenas a influência da filosofia na natureza da ciência, mas também suas implicações sociais e econômicas, favorecendo uma visão mais ampla e autêntica das ciências (JUSTI, 2013). Todos esses aspectos contribuem para que os cursistas desenvolvam uma visão mais desejável e fidedigna do fazer científico, bem distinta de suas concepções anteriores (VIANNA e CARVALHO, 2001).

Quanto à sala de aula, foi constante a reflexão de como levar os conhecimentos do curso para o contexto escolar. Discussões, sugestões e trocas de experiências entre cursistas acerca de propostas didáticas a serem implementadas em sala de aula foram pontos relevantes para facilitar o entrosamento entre os professores cursistas. As autoras concluem que:

[...] a mudança na postura pedagógica se dará na medida em que o diálogo com pesquisadores, com colegas, refletindo sobre a sua visão de como a ciência é construída, poderá levá-los a transformações mais eficazes. (VIANNA e CARVALHO, 2001, p.115).

Em entrevistas individuais realizadas pelas autoras, os cursistas manifestaram a paixão dos pesquisadores pelo que fazem e a preocupação de como as investigações podem ter aplicações no dia-a-dia das pessoas, melhorando suas condições de vida. Também foi relevante a interação com instrumentos de tecnologia avançada (por exemplo, um microscópio eletrônico). Ao longo do processo de imersão nos laboratórios conheceram os usos desses dispositivos modernos e suas aplicações na pesquisa, uma vez que muitos dos equipamentos os cursistas só haviam visto nos livros didáticos empregados em aula. Essa vivência possivelmente pode facilitar abordagens futuras sobre o tema no contexto da educação básica, uma vez que o professor pode detalhar essas tecnologias a partir de uma vivência pessoal, humanizando a disciplina e abordando-a de forma inovadora. Destaca-se ainda o desejo dos professores de reestruturarem e atualizarem os laboratórios de ciências de suas escolas e desenvolverem mais atividades de investigação com seus alunos.

Foi evidenciada a importância da discussão de temas atuais de pesquisa que podem instrumentalizar os professores para abordarem essas questões em sala de aula. Geralmente os professores da educação básica não têm contato com o que está acontecendo atualmente no campo da pesquisa, de forma a apenas comentarem, em sala de aula, de forma superficial e baseados em informações obtidas em mídias não especializadas. Esse tipo de interação com pesquisadores aproxima a escola de uma visão de ciência mais contemporânea e relevante. Vianna e Carvalho (2000, p.41) concluem que a interação entre a ciência dos cientistas e a ciência da sala de aula permite:

- conteúdos atualizados nas áreas científicas e didáticas, proporcionando atualização e aprofundamento em conhecimento aos participantes;
- imersão no meio científico, proporcionando uma visão da ciência em construção e mantendo um contato permanente com os produtores do conhecimento científico e educacional;
- investigação da prática docente, para reflexão e aplicação dos conteúdos atuais e pertinentes aos níveis de ensino e às características dos alunos.

A aproximação dos professores com a ciência contemporânea também facilita a discussão em aula de temas atuais noticiados cotidianamente em jornais e outras mídias, além de contribuir para que tenham uma postura crítica frente aos livros didáticos. As autoras sugerem a necessidade de cursos de formação permanente de professores que estabeleçam a relação entre a ciência dos cientistas e a ciência da sala de aula, pois ao se formarem, os professores *deixam para trás o espaço da construção do conhecimento, e o convívio com aqueles que o estão produzindo* (VIANNA e CARVALHO, 2000, pág. 41) e

esta seria uma maneira de se atualizarem e refletirem pedagogicamente o que levam aos seus alunos.

Dresner e Starvel (2004) relatam os benefícios mútuos na interação entre ecologistas, professores universitários, cientistas e técnicos de agências governamentais com professores de Ciências em um projeto denominado *Teachers in the Woods*. Este programa tem duração de seis semanas e os professores da educação básica tornam-se voluntários, acompanhando os cientistas em atividades e monitoramento florestal em parques naturais dos Estados Unidos. Após o voluntariado, os professores desenvolvem projetos ecológicos com seus alunos em regiões próximas às suas escolas.

Os autores destacaram os benefícios dessa parceria para cientistas e professores. Para os primeiros, o fato de o governo reduzir constantemente o orçamento das agências florestais tem feito com que seus gestores busquem alternativas criativas para continuarem a realizar suas atividades de monitoramento e preservação sem prejuízos. Com os professores de ciências atuando em conjunto é possível implementar essas atividades previstas com um custo menor. Além disso, contribui para aumentar a consciência pública da necessidade das pessoas se engajarem em projetos de voluntariado. Antes do projeto, os cientistas eventualmente iam às escolas e proferiam palestras. Este tipo de atividade era pontual, abrangendo um número limitado de alunos. Trabalhando diretamente com os professores, esses incorporam as atividades desenvolvidas na vivência, replicando-as ao longo dos anos, atingindo assim um número muito maior de estudantes. Os cientistas também se sentiram pessoalmente realizados por inspirarem e conscientizarem futuras gerações nas questões ambientais.

Em relação aos professores, os autores destacam que os principais benefícios elencados nas entrevistas reforçaram a ideia de um avanço no desenvolvimento profissional docente. Os professores sentiram-se mais motivados, confiantes no domínio de técnicas e com mais conhecimentos para desenvolverem projetos com os alunos e trabalharem questões associadas à ecologia em sala de aula. Os professores destacaram o respeito mútuo entre eles e os cientistas e também se julgavam privilegiados por receberem informações atuais, de vanguarda e em *primeira-mão* dos cientistas. Os professores passaram a ter uma nova compreensão sobre a ciência, de forma a tornar as aulas mais significativas, trabalhando o *fazer científico* por um viés mais autêntico, uma vez que a grande maioria deles relatou não ter vivenciado anteriormente atividades envolvendo investigação científica.

O projeto conta ainda com o acompanhamento e supervisão de professores universitários. Esses podem apresentar novas abordagens e metodologias de ensino, conhecimentos científicos atuais e envolverem os professores em atividades de pesquisa das quais não estão ambientados. Em contrapartida, os professores da educação básica contribuem apresentando limitações do sistema educacional, adequando as atividades propostas pelos professores universitários conforme as idades dos alunos e dizendo o que funcionaria e o que não funcionaria no ambiente escolar.

Drayton e Falk (2006), investigaram um estudo de caso múltiplo no qual professores desenvolveram atitudes de parceria com ecologistas. Neste relato, os professores trabalham *in loco* com os cientistas, participando de um projeto de investigação a fim de aprofundar seus conhecimentos científicos. Contudo a temática do projeto era mutuamente acordada entre professores e cientistas, bem como as tarefas e papéis desses dois grupos. Os professores relataram que as aprendizagens nesse contexto motivaram a explorar inovações em suas práticas docentes o que parece ir contra a ideia de que para mudar a pedagogia dos professores o desenvolvimento profissional deve se concentrar no “conhecimento de conteúdos pedagógicos”, abordando explicitamente aspectos educacionais.

Com os cientistas os professores observaram que deveriam negociar vários aspectos, como por exemplo o problema de pesquisa e o que estava sendo investigado. Em alguns grupos os professores se sentiam responsáveis por definirem a pergunta de investigação, em outros valorizavam a ajuda e orientação dos cientistas, o que possivelmente traria resultados interessantes à análise. Os professores perceberam que existe um paralelo entre essas negociações e a sala de aula, de forma que é importante também em atividades de investigação com os alunos deixar que eles definam o que e como investigar em detrimento de atividades totalmente estruturadas pelos professores (DRAYTON e FALK, 2006). Essas decisões também ajudam o professor a entender melhor a pesquisa científica e o trabalho em equipe cooperativo.

Drayton e Falk (2006) observaram ainda que durante o projeto os professores que se detiveram na coleta de dados manifestaram frustração por sentirem que não aprenderam ciências, uma vez que estavam a maior parte do tempo lidando com dados e técnicas das quais não entendiam. Isso faz com que as atividades não sejam significativas para os professores, desmotivando-os. Em contrapartida, para outros professores isso foi visto como uma chance de aprender sobre novas técnicas e se familiarizarem com aparatos científicos que outrora não teriam oportunidade de ter contato.

Essa proximidade com a investigação fez com que os professores se sentissem novamente como alunos, o que pode cativá-los a proporem mais atividades de investigação e projetos para seus estudantes. Além disso, passaram a valorizar também o quanto é importante levar em consideração as perguntas dos alunos. Uma professora entrevistada pelos autores afirmou que, após ter trabalhado no projeto, passou a realizar atividades investigativas com seus alunos. Assumiu que não conseguiu passar profundamente por todas etapas do método científico e se comprometeu no ano seguinte a se dedicar mais a isso e também a aprimorar o tratamento estatístico dos dados coletados pelos alunos. Contudo, esse relato expõe a questão de que as visões de ciência construídas no processo possam reforçar a ideia não desejada de que existe um único e infalível método científico (MARTINS, 2006).

Além disso, em um dos estudos de caso Drayton e Falk (2006) relatam que alguns cientistas hesitaram em fornecer suporte para investigações elegidas pelos professores que fossem fora da sua área de especialização, o que acaba influenciando na escolha dos temas a serem investigados pelos professores. Em contrapartida, cientistas de outras equipes deixaram claro suas limitações em ajudar os professores que escolhessem pesquisar assuntos que não eram da especialidade dos cientistas e esses se prontificaram a aprender junto com os professores. Neste sentido, os cientistas contribuíam com seu conhecimento em como aplicar os conhecimentos metodológicos e analíticos nas áreas de investigação propostas pelos professores.

A partir da teoria das quatro identidades de Gee, Varelas et al (2005) avaliaram como que os professores pensavam a ciência a partir de uma comunidade de prática quando se expressavam como cientistas e quando falavam como professores de ciências durante e após a participação de uma formação continuada de 10 semanas em um laboratório de ciências. Concluíram que os professores, após o curso, começaram a apreciar determinadas práticas e ferramentas científicas, bem como incorporar o vocabulário dos pesquisadores. Como cientistas, passaram a assumir a ciência como não linear, evolutiva e colaborativa. O artigo se baseia no acompanhamento de três professores recém-formados e que desenvolveram um projeto de pesquisa vinculado ao departamento de energia e à Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos. Ao longo dessas semanas desenvolveram projetos independentes (e sugeridos pelo departamento), sob a tutela de pesquisadores. Durante o processo eles se envolveram em uma gama de práticas científicas tradicionais, como a elaboração de uma questão de pesquisa e definição de passos metodológicos, a coleta e análise de dados, além de participarem de seminários e

interagirem com outros cientistas. Ao final do programa apresentaram um relatório científico de suas pesquisas.

Pela vivência, os professores assumiram uma visão da ciência como não linear, evolutiva, confusa e complexa. O trabalho prático em laboratório permitiu aos participantes do projeto verificarem que as ideias e métodos não se desenvolviam de forma linear. Eles perceberam que erros são cometidos a todo o tempo, que eles são corrigidos e o trabalho continua.

O projeto que participaram também refinou a dialética teoria e dados, mostrando que a teoria contribui e define a coleta de dados (talvez se afastando um pouco da ideia de um único método científico). Os professores consideram a prática do ensino de ciência como diferente da prática da ciência, referindo-se à obrigação de desenvolverem determinados conteúdos, restrições de tempo e interesse dos alunos em sala de aula frente à complexidade e incerteza da ciência em construção (VARELAS et al, 2005).

Após a formação, as identidades dos professores de ciências incorporaram elementos da ciência. Um dos professores participantes da pesquisa critica a “ciência dos livros”, assumindo que nem sempre a ciência ocorre como diz os manuais e por essa razão os alunos precisam realizar mais atividades de investigação. Os professores também passaram a realizar mais atividades experimentais, fazendo com que os alunos coletassem dados e não apenas abordando a teoria. Uma das professoras sentia tensão entre ensinar para os alunos a “resposta correta” e aceitar que a aprendizagem pode resultar em erro e/ou que existem várias possibilidades e respostas na ciência. Outro professor antes acreditava que deveria trabalhar de maneira tradicional, mas depois verificou que poderia mudar sua prática pedagógica, passando a fazer muitas atividades práticas na forma de “brincadeiras” e dando tempo para os alunos explorarem alguns aspectos antes de abordar conteúdos mais estruturados. Em contrapartida, esse professor vivenciou tensões por não conseguir “vencer” o conteúdo e achar que sua aula não estava organizada. Enfim, foi difícil para o professor negociar sua visão não linear de cientista com a necessidade de equilíbrio como professor de ciências.

Os participantes observaram que a comunidade de cientistas é marcada por muita atividade coletiva, mas que individualmente os cientistas também têm muita liberdade e autonomia. Nesse sentido construíram uma imagem da natureza social da atividade científica por dois vértices: cientistas trabalhando em grupos e constituindo uma comunidade e uma comunidade que molda o trabalho desses profissionais (VARELAS et al, 2005).

Ao pensarem na sala de aula como uma comunidade eles queriam que ela se assemelhasse com a comunidade científica de alguma forma, seja os alunos trabalhando uns com os outros, seja dando liberdade para que os estudantes fossem atrás de seus próprios interesses e perguntas, enfatizando a investigação, o debate e a reflexão crítica. Contudo, observaram diferenças entre as duas comunidades, principalmente no que tange à disponibilidade de tempo e à diversidade de interesses e motivação dos alunos (VARELAS et al, 2005).

Os professores como pesquisadores aceitam as confusões, incertezas da prática científica, de forma que o importante era a colaboração com seus pares. Contudo, como professores de ciências a confusão não era bem vista, pois tinham tendência de esclarecerem todos os procedimentos das atividades propostas para os alunos, apresentando uma estrutura linear e fechada. Os professores estavam tendo uma postura centralizadora de forma a mediar, estruturar e organizar as atividades escolares a fim de “garantir” um aprendizado efetivo.

Após um ano do projeto de imersão os professores ainda estavam na ambivalência de dar mais autonomia aos alunos, permitindo atividades de investigação versus práticas de aprendizagem mais estruturadas. Os professores manifestaram preocupação com o tempo limitado que poderiam dedicar à ciência escolar e em serem capazes de fornecer experiências científicas autênticas aos seus alunos.

Varelas et al (2005), concluem em seu estudo que os professores que trabalham em cenários científicos por um período prolongado se engajam na pesquisa científica durante o projeto e passam a apreciar práticas, falas e ferramentas da atividade científica, construindo assim uma identidade como cientistas. Muitas dessas características se aproximam das características importantes da ciência autêntica, ou seja, experimentam problemas mal definidos, vivenciam incertezas e o trabalho coletivo, se fazendo valer das pesquisas realizados por outros grupos. Nesse sentido as conclusões estão em discordância com Schwartz et al (2000), os quais afirmam que a interação com cientistas não é suficiente para os professores desenvolverem entendimentos complexos da natureza da ciência.

Em outro trabalho, Peker e Dolan (2012) avaliam as parcerias entre professores, cientistas e estudantes em atividades de ciência autêntica. O estudo toma como base o projeto PREP (*Partnership for Research and Education in Plants*) no qual cientistas fornecem sementes de uma planta com um gene desativado (mutantes). Os estudantes cultivam as plantas mutantes junto com outras que não foram modificadas (selvagens), sob

condições experimentais definidas no projeto de investigação proposto por eles a fim de avaliar a função do gene. Os alunos vão coletando dados e depois apresentam suas conclusões para os pesquisadores.

Neste estudo os autores verificam que os alunos constroem a ideia de que aspectos conceituais, sociais e epistemológicos da ciência estão em grande parte interligados. Os cientistas visitaram os alunos no começo e ao final da investigação, auxiliando-os a elaborarem o problema de pesquisa, interpretar os dados e tirarem conclusões, de forma que suas ações tinham essas funções conceituais, sociais e epistemológicas. Já os professores auxiliaram os alunos ao longo de todo processo, também contribuindo com ações pedagógicas e realizando transposições didáticas. Em algumas situações, professores e cientistas desempenhavam papéis comuns, como sugestões de procedimentos ou em como contornar e gerenciar resultados imprevistos, reforçando um aspecto importante da natureza da ciência que é o caráter dinâmico da prática científica. Em outras circunstâncias, professores e cientistas também desempenhavam papéis distintos. Os cientistas contribuíram utilizando terminologias mais específicas e sofisticadas da ciência específica em questão, além de explorarem mais aspectos da natureza da ciência do que os professores, principalmente aspectos socioculturais da prática científica. Os professores também tinham que adequar alguns termos das linguagens utilizadas pelos cientistas de forma que os alunos os compreendessem. Com o tempo, foi observado que alguns alunos acabaram se apropriando desses termos, fazendo com que a ciência dos cientistas se aproximasse mais das suas realidades.

Os autores reforçam a importância da definição de papéis comuns e distintos para cientistas e professores com respeito aos aspectos conceituais, sociais, pedagógicos e epistemológicos associados à ciência. Os cientistas podem ser responsáveis por destacarem aspectos da natureza da ciência que são relevantes à investigação e explicarem fenômenos científicos, ao passo que os professores mediam o processo contribuindo para a construção dos conhecimentos científicos por parte dos alunos e, por vezes, realizando transposições didáticas.

Em outro trabalho, Tanner (2000) identifica os benefícios para os cientistas nas colaborações com professores a partir da análise de diversos estudos de caso que investigaram tal interação. Do estudo, emergem três categorias, das quais a primeira diz respeito aos benefícios do cientista como profissional. Segundo o autor, os cientistas após cooperarem com professores passaram a desenvolver novas formas de parceria e

colaboração com outros cientistas, ampliando as temáticas de conversas com colegas para assuntos não apenas relacionados à ciência. Desenvolveram novas habilidades que são importantes na sua carreira e passaram a refletir sobre seus próprios entendimentos sobre ciência, redescobrando o entusiasmo pela pesquisa. Alguns cogitaram em explorar outras frentes profissionais, inclusive a de ensino.

A segunda categoria diz respeito aos benefícios para os cientistas como futuros educadores. Ao interagirem com alunos os cientistas precisam adequar suas linguagens e termos, comumente usados em conferências e congressos. Para isso, contam com o suporte dos professores de forma que essa parceria acaba construindo conhecimentos pedagógicos e experiências de ensino não ofertadas na formação científica. Esses conhecimentos afetam as aspirações na carreira, facilitando assumirem cargos em faculdades. Eles acreditam que essa habilidade pode contribuir para atividades futuras no ensino de graduação, mas também nos laboratórios que atuam, ao receberem pesquisadores novatos ou alunos de iniciação científica. Por fim, passam a ver a realidade da educação básica, a falta de recursos e como a baixa qualidade do ensino universitário reverbera no restante do sistema educacional. Admiram e respeitam os professores por encararem essa realidade, tornando-se aliados para uma reforma educacional. Além disso, percebem que são modelos para os alunos, inspirando-os a seguirem pelas carreiras científicas.

A última categoria emergida na análise de Tanner (2000) remete aos benefícios para os cientistas como indivíduos a partir das interações com professores. O autor constatou que, em geral, os cientistas aumentaram sua confiança e autoestima, passaram a realizar mais serviços comunitários e tiveram maior satisfação pessoal.

Pela análise dessa seção, destacamos que a interação de professores com cientistas em ambientes reais de laboratório contribui para que desenvolvam visões mais desejáveis e complexas da ciência, bem como para que considerem a ciência como uma prática social. Ademais, professores que vivenciam ambientes científicos ficam mais propensos a proporem atividades de investigação (na modalidade de pesquisa) mais próximas das práticas científicas que os cientistas realizam, uma vez que se sentem mais capazes de apoiarem as pesquisas realizadas pelos estudantes no âmbito escolar (DRAYTON e FALK, 2006; DRESNER e STARVEL, 2004, TANNER, 2000). Os professores também têm o desejo de reestruturarem e reorganizarem os laboratórios didáticos das escolas, realizando mais atividades experimentais com seus alunos (VIANNA e CARVALHO, 2001).

Os benefícios para professores incluem o avanço na visão da natureza da ciência, contribuindo para o desenvolvimento profissional docente, de forma que eles possam discutir de maneira mais adequada não apenas *o que* a ciência produziu (e produz), mas também *como* ela vem sendo construída (DRESNER e STARVEL, 2004). Schwartz et al (2000) e Westerlund et al (2001) são contrários a essa ideia, assumindo que os professores não necessariamente constroem visões sociológicas e epistemológicas mais complexas apenas por interagirem com cientistas.

O contato com cientistas também contribui para que os professores conheçam os problemas em aberto atualmente na ciência, permitindo que trabalhem assuntos científicos contemporâneos em sala de aula (VIANNA e CARVALHO, 2000; DRESNER e STARVEL, 2004). Norris (1995) relativiza essa questão destacando que o conhecimento conceitual por detrás dessas questões em aberto foi construído ao longo de anos. Com isso, apresentar as fronteiras do conhecimento de uma área demasiadamente específica pode ser distante e incompreensível para alunos e professores.

Pelaez e Gonzalez (2002) destacam que as experiências realizadas nas escolas são com equipamentos prontos, seguindo um roteiro nos quais os resultados são previsíveis e pré-definidos. Basicamente o aluno deve comprovar, por meio da atividade realizada, uma lei e/ou teoria. Isso difere muito com as investigações científicas reais, nas quais os métodos são a priori abertos e os experimentos podem gerar resultados inesperados. A busca pela compreensão desses resultados pode se mostrar interessante e desafiador para os alunos. Além disso, para os estudantes o ensino de ciências por meio de investigação desloca-os de uma postura de “consumidor” para “produtor” de conhecimento, pois devem desenhar projetos de pesquisa, implementá-los e interpretar os resultados, se aproximando da ciência dos cientistas e fazendo com que construam um modelo de ciência real e menos idealizado.

Contudo, é importante considerar que a ciência e a educação científica são culturas profissionais diferentes e dessas diferenças podem surgir tensões ao aproximá-las. Essas diferenças incluem níveis de autonomia de um professor comparado a um pesquisador, as relações entre seus pares, os recursos disponíveis e o trabalho diário. Drayton e Falk (2006) destacam que um problema que pode emergir na interação entre cientistas, professores e alunos trata-se do não conhecimento da realidade escolar fazendo com que os cientistas utilizem um rigor científico elevado de forma a afastar o interesse dos alunos das ciências, bem como desencadear tensões entre cientistas e professores, uma vez que a visão do que é cientificamente suficiente para um é diferente do que é para outro.

Além disso, os cientistas podem ter posturas pedagógicas distintas daquelas das quais os professores são simpatizantes. Essas tensões também podem surgir do fato de professores terem um nível de conhecimento sobre práticas científicas inferior aos que os pesquisadores estão acostumados ao receberem estudantes de pós-graduação e os próprios colegas de trabalho (DRAYTON e FALK, 2006). Pelaez e Gonzalez (2002) corroboram essa ideia ao relatarem que alguns professores se sentem inseguros e que têm o sentimento de conhecerem pouco sobre ciência e a prática científica. Destacam ainda que se o contato com cientistas for apenas por meio de palestras curtas e espaçadas um reforço negativo pode ser desencadeado, aumentando a insegurança dos professores em relação à ciência e a sensação de que são realmente incapazes de compreender princípios científicos. Esse aspecto pode não colocar os profissionais em pé de igualdade, reforçando hierarquias e fazendo com que os pesquisadores aparentem ter maior status ou poder na relação com os professores, comprometendo as interações (DRAYTON e FALK, 2006). Pelaez e Gonzalez (2002), relatam ainda que alguns professores se sentem desconfortáveis na presença de um cientista especialista, bem como que alguns cientistas têm dificuldade em ouvirem os professores para saber o que eles têm a oferecer, caracterizando uma postura hierárquica.

Por conta dessas diversas fontes de tensões Drayton e Falk (2006) sugerem que as parcerias entre professores e cientistas devam ser muito bem estruturadas. Os professores e cientistas devem manter uma relação igualitária, tanto na construção do projeto, quando na sua implementação. O diálogo é muito importante, assim como a definição de papéis e funções.

5. ESCOLHAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Assumimos a visão de Martins (2004) no que diz respeito à metodologia. Neste estudo ela não se refere à discussão de um conjunto de técnicas de pesquisa, mas sim sobre formas de se fazer Ciência, uma vez que todo aspecto técnico desencadeia um debate teórico. Neste sentido, a metodologia é concebida “como o conhecimento crítico dos caminhos do processo científico, indagando e questionando acerca de seus limites e possibilidades” (MARTINS, 2004, p. 291).

Julgamos ainda ser pertinente a distinção entre a metodologia de investigação e o dispositivo de análise. Enquanto a primeira vislumbra os processos empregados na investigação da realidade, do contexto e dos participantes da pesquisa estudados, o segundo envolve os mecanismos interpretativos que buscam compreender o fenômeno investigado.

Segundo Bogdan e Biklen (1994) a investigação qualitativa é um termo genérico que reúne diversas estratégias que compartilham das mesmas características, visando à compreensão de um fenômeno não trivial a partir da perspectiva dos sujeitos da situação analisada. São exemplos de metodologias qualitativas, a análise documental, o estudo de caso e a pesquisa etnográfica.

A pesquisa qualitativa:

[...] privilegia a análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais, realizando um exame intensivo dos dados, e caracterizada pela heterodoxia no momento da análise. (MARTINS, 2004, p. 289).

A análise dos fenômenos investigados tem um cunho construtivista e interpretativo, de forma que a pesquisa qualitativa busca compreender um determinado comportamento frente ao contexto e aos sujeitos investigados, estando isenta de confirmar questões prévias ou corroborar/refutar hipóteses.

Meirinhos e Osório (2010, p.51) destacam que a investigação qualitativa busca “a compreensão das complexas inter-relações que acontecem na vida real”, enquanto que a metodologia quantitativa está preocupada com a explicação de um fenômeno, a manipulação de variáveis e o estabelecimento de leis partindo das relações causa-efeito. O investigador qualitativo almeja mais compreender os processos do que chegar a resultados e produtos. Não assume que conhece suficientemente as questões fundamentais de estudo antes de iniciar a investigação, sendo a pesquisa direcionada ao longo do seu desenvolvimento (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Neste sentido, a pesquisa

qualitativa está alicerçada na teoria fundamentada, ou seja, uma teoria que é construída “de baixo para cima” na qual as relações entre o fenômeno estudado e os aportes teóricos vão se desenhando e sendo estabelecidos durante a coleta e análise parcial/total dos dados (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

Partindo do pressuposto de que o comportamento humano é altamente influenciado pelo contexto, o investigador não pode separar o que foi dito do contexto, sob o risco de perder de vista o significado (BODGAN e BIKLEN, 1994). Stake (2007) destaca o posicionamento epistemológico do investigador, no que diz respeito à existência de múltiplas realidades. Por isso, o conhecimento não pode ser descoberto, mas sim construído. O investigador emite juízo de valor segundo seus pressupostos teóricos e objetivos de pesquisa, mas também se encontra imerso em situações nas quais pode desconhecer e não ter controle. A objetividade é relativa, não podendo desconsiderar as posições ideológicas, o histórico biográfico e educativo, os interesses e pressupostos teóricos, sociais e culturais do pesquisador. Assim, o pesquisador não é imparcial, uma vez que a observação não está isenta de neutralidade. Isso faz com que cada pesquisa qualitativa seja única, pois depende do pesquisador e do contexto investigado, permitindo construções que são imperfeitas e parciais, pois dependem das observações, dos materiais coletados e das perspectivas (MARTINS, 2004).

Os dados coletados trazem informações descritivas importantes sobre pessoas, estabelecimentos e interlocuções. Todavia, o caráter geralmente heterodoxo desses dados exige do pesquisador uma capacidade integrativa, analítica, criativa, imaginativa e intuitiva no momento da análise (MARTINS, 2004). Comumente, os resultados do trabalho apresentam citações e transcrições dos participantes da pesquisa que sustentam os pontos de vista defendidos pelo investigador.

Assim, a partir das características apresentadas acima, assumimos que nosso trabalho se aproxima de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso. O corpus discursivo dessa pesquisa foi constituído a partir da análise e interpretação de entrevistas semiestruturadas realizadas com professores participantes de duas edições distintas da Escola de Física do CERN. A interpretação dos discursos desses professores foi realizada utilizando as prerrogativas da Análise de Discurso da linha francesa (PÊCHEUX, 1983, 1997, 2006, 2014; ORLANDI, 2015).

Neste capítulo discutimos aspectos teóricos relacionados à metodologia de pesquisa (estudo de caso), à técnica de coleta de dados (entrevistas semiestruturadas) e

ao disposto de análise (análise de discurso da linha francesa), relacionando-os com nossa investigação. Outrossim, caracterizamos os seis professores participantes dessa pesquisa.

5.1 Metodologia de Investigação

5.1.1 Estudo de Caso

O estudo de caso consiste em uma metodologia de investigação que permite a compreensão de situações complexas envolvendo distintos elementos, partindo da análise profunda de características que, para aquele contexto, especula-se serem únicas (TRIVIÑOS, 1987). Segundo Ponte (2006), o estudo de caso:

É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenómeno de interesse. (PONTE, 2006, p.2).

As características do estudo de caso são definidas frente a duas circunstâncias. A primeira, pela natureza e abrangência da unidade; a segunda, pelos pressupostos teóricos que orientam o investigador (TRIVIÑOS, 1987). O estudo de caso está baseado na observação detalhada de um contexto e no estudo de uma entidade bem determinada e delimitada, uma unidade, uma parte do todo, que pode ser um indivíduo, um pequeno grupo, uma instituição, um programa ou um evento (BOGDAN e BIKLEN, 1994). A unidade é intencionalmente escolhida pelo pesquisador por presumir ser única, especial e que seu estudo pode trazer contribuições relevantes e novos conhecimentos para uma determinada área.

Yin (2001) assume ainda que uma investigação é classificada como estudo de caso quando envolve uma situação crítica, única, reveladora ou exploratória, permitindo a compreensão de um fenômeno pouco investigado e que gerará hipóteses para estudos futuros em outros contextos (replicação). O estudo de caso tem como meta a compreensão minuciosa dos “*comos*” e dos “*porquês*” dessa unidade interpretada a partir do contexto que está inserida e segundo os interesses e pressupostos da investigação (ANDRÉ, 1984 e PONTE, 2006). Um estudo de caso busca compreender, explicar, explorar, descrever, analisar e avaliar a unidade de estudo, produzindo conhecimento sobre ela e propiciando uma visão holística do fenômeno investigado.

O estudo de caso se revela útil para pesquisas exploratórias ou comparativas e para a compreensão de novos processos, uma vez que tem o potencial de produzir hipóteses e construir novas teorias e não para corroborar teorias vigentes (VENTURA, 2007). Em contrapartida, uma das limitações do estudo de caso pode ocorrer na dificuldade de generalização dos resultados obtidos, justamente pela especificidade da unidade escolhida para a investigação. Para que isso não se torne um entrave, o pesquisador não pode fazer uma análise simplória dos dados, tampouco abrir mão do rigor científico da análise e da sua validação. Além disso, preconiza-se utilizar como estratégia de investigação a triangulação, ou seja, o emprego de múltiplas fontes de dados, coletados em diferentes momentos e situações, oriundas de distintos sujeitos, seguido do cruzamento dessas informações (ANDRÉ, 1984). A triangulação pode corroborar a validade e fidedignidade dos processos e aumentar a fiabilidade dos resultados. Além disso, contribui para o estabelecimento de relações entre informações emergidas de diferentes fontes, permitindo clarificá-las e elucidá-las a fim de torná-las mais compreensíveis, bem como levar a paradoxos ou encaminhar novos direcionamentos aos problemas a serem investigados (NEVES, 1996). Duarte (2004) acrescenta que a garantia de confiabilidade das pesquisas está relacionada com a transparência na exposição das relações entre as ações empregadas para a coleta de dados, os referenciais teóricos, os objetivos e objetos de pesquisa e os resultados obtidos a partir dessas relações.

Yin (2001) defende que a análise específica de um conjunto de dados pode gerar resultados particulares para a situação estudada e, a partir deles, é possível construir proposições teóricas a serem transferidas e estendidas a outras situações e contextos. O autor denomina esta atividade de *generalização analítica*. Por fim, a teoria construída a partir do estudo específico pode desencadear novos estudos empíricos que analisarão algumas ou todas as proposições teóricas em outros contextos, permitindo a ampliação e complementação do estudo inicial. Em contrapartida, Stake (2007) considera que a generalização não deve ser uma premissa para todos os estudos de caso, uma vez que essa preocupação pode conduzir o pesquisador a essa exigência e não na compreensão do caso em si. Diferente da generalização analítica proposta por Yin, Stake (2007) utiliza o termo *generalização naturalística*, na qual propõe que a decisão de generalizar, ou não, as proposições teóricas de um estudo ficam a cargo do leitor, caracterizando o estudo de caso como uma experiência vicária, de modo que “o estudo de caso supõe que o leitor vá usar esse conhecimento tácito para fazer generalizações e para desenvolver novas ideias, novos significados, novas compreensões” (ANDRÉ, 1984, p. 52).

Segundo Meirinhos e Osório (2010) Patton utiliza o termo *extrapolação* em detrimento à generalização. A extrapolação é vista como uma expressão mais dinâmica e adequada no que diz respeito à transferência de conhecimento de um caso para outro posterior, de forma que as conclusões do caso genuíno possam ser extrapoladas em função das semelhanças com os contextos e particularidades de casos futuros.

Segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo e atual, analisado dentro de seu contexto, preferencialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não são discerníveis. Neste sentido, deve-se sempre ter a preocupação com o que sugere o caso em relação ao global, uma vez que a unidade a ser investigada é um recorte do coletivo no qual está inserida. Esta fragmentação em relação ao todo pode levar a distorções, obrigando o investigador a estar sempre atento à relação e à representatividade da unidade com o todo (VENTURA, 2007; BOGDAN e BIKLEN, 1994). A investigação é delimitada e contextualizada no tempo e no espaço, buscando constantemente novas perguntas e respostas interpretadas a partir do contexto do estudo, implicando na constante (re)interpretação e reflexão por parte do pesquisador.

Podem existir mais variáveis de interesse do que pontos de dados, fazendo-se necessário o estudo anterior de suportes teóricos para a realização da coleta de dados, salientando a importância de uma teoria prévia (YIN, 2001). Ademais, fica evidente a necessidade de uma leitura profunda e detalhada da realidade e do emprego de mais de uma fonte de informação (triangulação de dados), possibilitando generalizações qualitativas e diferentes pontos de vista do caso averiguado (VENTURA, 2007). Desta forma, o estudo de caso em uma perspectiva histórica, segundo Bogdan e Biklen (1994), deve ser realizado a partir de entrevistas com os indivíduos participantes do referido objeto de estudo, em observações e registros escritos existentes. Esses autores sugerem ainda uma avaliação prévia dos sujeitos disponíveis para entrevistas e os materiais existentes. Esta investigação preliminar de pessoas e documentos é o ponto de partida e define o plano de ações da coleta de dados.

Segundo Stake (2007) os estudos de caso podem ser classificados em intrínsecos, instrumentais e coletivos. O estudo de caso intrínseco caracteriza-se pela preocupação exclusiva do caso particular, excluindo-se as relações com outros casos e questões mais amplas. No estudo de caso instrumental parte-se do estudo de caso particular para o entendimento de uma problemática mais abrangente. O estudo de caso coletivo é semelhante ao que outros autores denominam de estudo de caso múltiplo e que tem como característica o estudo simultâneo de vários casos para a elaboração de uma

teoria mais abrangente a partir de uma melhor análise dos diferentes dados. cremos que nosso trabalho se configura como um estudo de caso instrumental.

Para Ventura (2007), o estudo de caso não segue um roteiro pré-estabelecido e rígido, mas, em linhas gerais, inicia-se pela delimitação da unidade caso. Ela consiste em cercar a unidade que caracterizará o caso e estabelecer os dados necessários para o entendimento do objeto de estudo. É desejável também buscar contatos iniciais com os possíveis sujeitos da pesquisa e identificar fontes de dados que contribuirão para o estudo. Após, passa-se a realizar a coleta de dados, que pode ocorrer de diferentes formas procedimentais, como a observação participante, a aplicação de questionários, a análise de documentos e a realização de entrevistas. É importante que o pesquisador se certifique de que as técnicas utilizadas para a coleta de dados permitirão obter informações suficientes e pertinentes ao estudo. A seleção, análise e interpretação dos dados caracteriza a terceira fase do processo. O investigador deve estar atento às limitações dos seus dados, de forma a selecionar aqueles que são relevantes ao problema de pesquisa proposto.

No estudo de caso tem-se a necessidade da constante função interpretativa do pesquisador, de forma que estão previstas modificações nas questões temáticas iniciais de estudo conforme a investigação avança e a compreensão do caso se clarifica e evidencia-se (MEIRINHOS e OSÓRIO, 2010). Os dados pertinentes podem ser analisados por distintas metodologias, como a Análise Textual Discursiva, a Análise de Conteúdo e a Análise de Discurso. Por fim, na quarta etapa elaboram-se um texto ou relatório apresentando os resultados parciais ou finais da investigação distinguindo a descrição da interpretação.

A partir dos aspectos teóricos apresentados acima, julgamos que nossa investigação se enquadra em um estudo de caso por várias razões. Primeiramente por tratar-se de uma situação atual e analisada nos limites de seu contexto (YIN, 2001). A partir de uma revisão de literatura realizada não localizamos estudos investigando a interação professor-cientista no âmbito da Escola de Física do CERN. Isso mostra que nossa proposta investiga uma situação pouco pesquisada até o momento, alinhado com o proposto pelo mesmo autor como característica de um estudo de caso.

Como preconizado por Triviños (1987), entendemos que essa investigação pode trazer elementos relevantes e novos conhecimentos para a área da educação em ciências, bem como se mostra útil para a produção de novas teorias (VENTURA, 2007). Utilizando o conceito de generalização analítica de Yin (2001), que sugere que a partir de resultados

emergidos de um estudo específico é possível construir proposições teóricas a serem aplicadas em outros contextos, apresentamos, ao final desse trabalho, um modelo de interação professor-cientista-pesquisador.

5.2 Técnica de Coleta de dados

5.2.1 Entrevista Semiestruturada

Apesar dos sujeitos de nossa pesquisa compartilharem características comuns tais como a participação na Escola de Física do CERN, atuar na Educação Básica, eles não formam um grupo, pois não compartilham de um mesmo espaço físico, não interagem de forma sistemática e podem não se identificarem uns com os outros. Neste sentido, segundo Bogdan e Biklen (1994), para o estudo qualitativo neste contexto, a entrevista se apresenta como a forma de abordagem mais adequada em detrimento a outras, como por exemplo, a observação participante, uma vez que “aquilo que partilham entre si revelar-se-á mais claramente quando solicitar, individualmente, as suas perspectivas e não enquanto observa as suas atividades” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 92).

Segundo Duarte (2004), a entrevista não é o único recurso em uma pesquisa qualitativa, mas é fundamental quando se almeja:

[...] mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios de universos sociais específicos, mais ou menos bem delimitados, em que os conflitos e contradições não estejam claramente explicitados. (DUARTE, 2004, p. 215).

Atendendo essas condições, acreditamos que o uso da entrevista é o melhor recurso para alcançarmos os objetivos propostos na nossa pesquisa, contribuindo para uma descrição e compreensão consistente das relações estabelecidas pelo grupo investigado.

A entrevista é uma forma de socialização, na qual seus participantes envolvem-se em um processo de interação mediado por uma conversação de natureza profissional, permitindo que uma delas obtenha informações sobre um assunto de interesse (MARCONI e LAKATOS, 2010). Enquanto o entrevistador coleta informações relevantes para a sua pesquisa, o seu entrevistado é indagado a refletir sobre si mesmo, seus valores e suas crenças, reavaliando sua vida e podendo dar um novo sentido a ela. Acaba pensando sobre aspectos que talvez passassem despercebidos se não estivesse participando da entrevista, sendo uma forma de crescimento individual e atesta que a entrevista, por ser um processo social, acaba sendo também uma troca entre entrevistado e entrevistador (DUARTE, 2004).

Segundo Duarte (2004, p.216), uma boa entrevista exige:

- a) que o pesquisador tenha muito bem definidos os objetivos de sua pesquisa (e introjetados — não é suficiente que eles estejam bem definidos apenas ‘no papel’);
- b) que ele conheça, com alguma profundidade, o contexto em que pretende realizar sua investigação (a experiência pessoal, conversas com pessoas que participam daquele universo— egos focais/informantes privilegiados —, leitura de estudos precedentes e uma cuidadosa revisão bibliográfica são requisitos fundamentais para a entrada do pesquisador no campo);
- c) a introjeção, pelo entrevistador, do roteiro da entrevista (fazer uma entrevista ‘não-válida’ com o roteiro é fundamental para evitar ‘engasgos’ no momento da realização das entrevistas válidas);
- d) segurança e autoconfiança;
- e) algum nível de informalidade, sem jamais perder de vista os objetivos que levaram a buscar aquele sujeito específico como fonte de material empírico para sua investigação.

Para Manzini (1991) as entrevistas podem ser estruturadas (ou fechadas), semiestruturadas e não-estruturadas (livres ou abertas). As entrevistas estruturadas são constituídas de questões fechadas interrogativas (muitas vezes com alternativas previamente estabelecidas), seguindo uma mesma ordem para todos os entrevistados. Não há flexibilidade e existe uma relação direta entre pergunta e resposta. Pelas perguntas serem fechadas, dificilmente permitem desdobramentos conforme a resposta do entrevistado, de forma que os dados obtidos são geralmente descritivos.

A entrevista semiestruturada é geralmente a mais utilizada em pesquisas qualitativas. Prepara-se um roteiro prévio com questões norteadoras e abertas, que são complementadas por suposições implícitas conforme avança a entrevista (FLICK, 2009). Estes questionamentos básicos estão alicerçados nos referenciais teóricos e nas hipóteses associadas à pesquisa. A flexibilidade neste tipo de entrevista permite que questionamentos e respostas sejam ampliados ou direcionados para diferentes caminhos conforme as informações fornecidas pelo entrevistado são reveladas. Assim, novas hipóteses emergem, uma vez que o entrevistado expõe suas ideias e desenvolve sua linha de raciocínio de forma espontânea e livre, tendo uma participação ativa na elaboração e nos rumos tomados pela pesquisa (TRIVIÑOS, 1987). A entrevista semiestruturada permite a interlocução verbal entre, pelo menos, duas pessoas, de maneira que não exista uma ordem de perguntas e respostas, tampouco uma especificação formal das questões. O entrevistador deve realizar novas perguntas segundo as respostas do entrevistado até quase extinguir o assunto abordado e, daí sim, partir para novas indagações no momento mais propenso e conforme as respostas dadas.

Por fim, a terceira classificação de entrevista, a não-estruturada, permite uma liberdade ainda maior na elaboração de questões e prevê intervenções da fala do

entrevistado. Geralmente lança-se uma questão abrangente inicial e as respostas brotam a partir das vivências, associações, experiências do entrevistado sobre a questão problematizadora. É comum o entrevistador expor a sua interpretação acerca da resposta do entrevistado, induzindo a que este continue dissertando sobre o tema. Este tipo de atitude constitui o que se denomina de técnica espelhada (MANZINI, 1991).

O fato da entrevista semiestruturada permitir que a coleta de dados seja proveniente das relações livres e espontâneas que o entrevistado faz das questões levantadas, justifica a nossa opção por essa modalidade de entrevista. Além disso, a entrevista semiestruturada é uma potente ferramenta para a coleta de dados, uma vez que oportuniza captar realidades múltiplas e as diferentes interpretações e descrições dos sujeitos em relação a elas (MEIRINHOS e OSÓRIO, 2010). O fato deste tipo de coleta de dados ser mais aberta que a de um questionário ou uma entrevista estruturada, facilita a manifestação dos diferentes pontos de vista dos entrevistados frente aos fenômenos investigados. Somado a isso, a entrevista semiestruturada:

[...] ao mesmo tempo que valoriza a presença do investigador, oferece todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação. (TRIVIÑOS, 1987, p.146).

O que justifica, por fim, nossa opção por esse tipo de técnica de coleta de dados.

5.2.2 Instrumento de coleta de dados

Realizamos entrevistas semiestruturadas com os professores participantes de nossa pesquisa em duas situações distintas, antes e depois de suas idas ao CERN. Nas entrevistas anteriores à participação na Escola de Física do CERN, primeiramente buscamos mapear a formação do professor, experiências profissionais e acadêmicas, tempo de magistério, redes de atuação, etc. Um segundo bloco de questões indagava acerca das expectativas dos professores em relação ao CERN e à Escola de Física do CERN, os impactos da seleção e as atividades previstas por eles a serem realizadas após o curso de formação continuada. Além disso, buscamos explorar aspectos pedagógicos e da prática docente, da natureza da ciência e sobre a abordagem da Física Moderna e Contemporânea em sala de aula. Nas entrevistas posteriores à participação na Escola de Física do CERN exploramos aspectos concretos da viagem e da interação com demais professores e cientistas. Também buscamos indagar sobre questões relacionadas às concepções de ciência, à prática docente e à inserção da Física Moderna e Contemporânea

em sala de aula. Por fim, pedíamos para os professores comentarem ações que realizaram a partir da vivência no CERN.

Para a realização das entrevistas semiestruturadas organizamos roteiros prévios com questões abertas que contemplassem os aspectos acima apresentados e permitissem desdobramentos a partir das respostas dos entrevistados. Esses roteiros são apresentados nos Anexos 1 e 2. O Anexo 1 contém o roteiro elaborado para as entrevistas anteriores à ida ao CERN, enquanto que o Anexo 2 reproduz o roteiro utilizado para as entrevistas realizadas após a vivência. Um professor que foi entrevistado apenas após a experiência no CERN respondeu de maneira que contemplava questões dos dois roteiros. Pelo caráter semiestruturado das entrevistas, salientamos que as questões apresentadas nos anexos apenas serviram como guia para as entrevistas. Buscávamos esgotar um assunto primeiro para depois mudarmos o rumo das entrevistas, bem como adaptávamos os questionamentos conforme a entrevista se desenvolvia.

5.3 Professores Participantes da Pesquisa

Nesta seção apresentamos os critérios para seleção de nossos participantes da pesquisa. Posteriormente, buscamos trazer elementos que sejam significativos de cada professor para compreender as condições de produção dos seus discursos.

5.3.1 Critérios de Seleção dos Professores Participantes da Pesquisa

Para a realização das entrevistas com professores participantes da Escola de Física do CERN entramos em contato com o responsável pela organização do curso junto à Secretaria para Assuntos de Ensino da SBF, professor Nilson Garcia solicitando apoio e informações dos sujeitos. Apresentamos a nossa proposta de investigação e gentilmente o professor Nilson se colocou à disposição para enviar um e-mail redigido por nós para os professores selecionados para a Escola de Física do CERN daquele ano, cuja cópia é apresentada no Anexo 3.

A partir do encaminhamento do e-mail pelo professor Nilson para os professores selecionados, doze deles entraram em contato conosco se prontificando a participar espontaneamente da pesquisa. A partir disso, avaliamos os currículos Lattes de cada um dos professores, de forma que selecionamos oito professores para nossas entrevistas. A análise dos currículos nos permitiu optar por professores com distintos tempos de formação e atuação, bem como residentes em diferentes regiões do Brasil. Além disso, os

professores estavam vinculados a diferentes redes de ensino (particular, municipal, estadual e federal), bem como alguns tinham apenas graduação enquanto outros eram mestrandos, mestres, doutorandos ou doutores.

Dos professores selecionados, efetivamente conseguimos realizar entrevistas com seis, uma vez que os outros dois não deram continuidade aos nossos contatos via e-mail. A proximidade das entrevistas com a data de início da Escola de Física do CERN não permitiu que entrevistássemos outros professores que haviam se disponibilizado previamente.

Com outro professor participante da nossa pesquisa realizamos apenas uma entrevista, quatro anos após sua participação na Escola de Física do CERN. A seleção deste professor ocorreu durante a análise dos currículos realizada para mapear a evolução do perfil acadêmico-profissional apresentada na seção 2.3. A escolha desse professor foi motivada pela sua produção científica significativa e pelas atividades realizadas por ele após a participação da Escola de Física do CERN.

5.3.2 Os Professores Participantes da Pesquisa

Para a estruturação do *corpus* discursivo deste trabalho interpretamos os discursos de seis professores de física que participaram de edições da Escola de Física do CERN. A fim de preservarmos as identidades dos professores, eles serão identificados ao longo do trabalho pelos seguintes pseudônimos: Clemer, Marcos Antônio, Paulo César, Iarley, Rafaela e Fernando.

As transcrições dos enunciados dos professores sempre serão identificadas com esses pseudônimos. Os trechos que contém recortes das entrevistas realizadas anteriormente à ida ao CERN constam, após o pseudônimo do professor, a expressão “pré”. Os enunciados referentes às entrevistas realizadas após a participação no curso são referenciados apenas com o pseudônimo que representa seu autor.

Com o professor Fernando realizamos uma única entrevista quatro anos e um mês após a participação dele na Escola de Física do CERN.

Com os demais professores foram realizadas, individualmente, duas entrevistas. A primeira ocorreu entre onze e dois dias antes da data de início da Escola de Física do CERN e a segunda entre um ano e um mês e um ano e cinco meses após a participação na referida formação.

Todos os professores entrevistados em duas oportunidades participaram de uma mesma edição da Escola de Física do CERN, ou seja, foram colegas de formação. A edição da Escola de Física do CERN que esses professores participaram ocorreu três anos depois daquela que o professor Fernando frequentou.

Todos participantes aderiram voluntariamente à pesquisa e foram entrevistados por teleconferência, sendo os áudios gravados e transcritos com autorização dos entrevistados. Os professores expressaram suas experiências profissionais, expectativas e vivências na Escola de Física do CERN e entendimento deles sobre como trabalham os cientistas, aspectos pedagógicos, etc. A entrevista com o professor Fernando teve duração de 2h 40min. As demais tiveram uma média de duração de 1h25min, variando, para mais ou para menos em, no máximo, 30 min. O Quadro 2 apresenta algumas informações acerca dos participantes de nossa pesquisa.

Quadro 2: Perfil dos professores entrevistados.

Professor	Experiência (anos)	Rede(s) de atuação	Nível acadêmico mais alto
Iarley	3	Federal	Mestrado profissional em andamento em ensino de Física
Paulo César	12	Federal	Doutorado em andamento em Educação
Marcos Antônio	10	Estadual e particular	Graduação em Física
Clemer	20	Municipal e estadual ³	Mestrado em andamento em ensino de Física
Rafaela	25	Estadual	Mestrado acadêmico em Física
Fernando	10	Federal ⁴	Doutorado em andamento em Educação

Fonte: o autor.

Havíamos realizado uma entrevista anterior à ida ao CERN com outra professora. Contudo, não foi possível estabelecer contato com ela para a realização de uma

³ O professor Clemer na entrevista realizada antes de sua participação na Escola de Física do CERN atuava tanto na rede estadual quanto municipal de ensino. Na entrevista realizada posteriormente a ida ao CERN o professor estava de licença da rede estadual. O argumento do professor para isso era a necessidade de disponibilizar mais tempo para a finalização do mestrado.

⁴ Ao participar da Escola de Física do CERN o professor Fernando estava vinculado tanto à rede federal quanto estadual de ensino. Na ocasião da entrevista, o professor havia ampliado seu vínculo na rede federal, não atuando mais em escolas estaduais.

nova entrevista após a participação no curso. Por essa razão os discursos dessa professora não integram o corpus discursivo desse trabalho.

O professor Larley teve uma experiência de três semestres na rede estadual de ensino e depois vinculou-se à rede federal. Nela, no momento da entrevista, atuava nas três séries do Ensino Médio e no ensino técnico integrado. Durante a graduação teve experiência tanto na iniciação científica quanto como monitor em um laboratório de instrumentação de ensino. Na ocasião das entrevistas era aluno do mestrado profissional em ensino de física e desenvolvia um produto educacional para o ensino da teoria da relatividade. O professor Larley teve conhecimento da Escola de Física do CERN por meio de uma ex-colega de faculdade que também participou deste curso.

O professor Paulo César é docente há doze anos, com experiências anteriores em escolas particulares, do estado e em cursos pré-vestibulares. No período das entrevistas o professor estava vinculado à rede federal de ensino, atuando no ensino técnico integrado.

Iniciou o curso de bacharelado em física no qual foi monitor em uma disciplina, bem como realizou iniciação científica na área de Física Médica. Ainda no bacharelado teve a oportunidade de substituir uma professora da rede estadual de ensino durante três meses. A experiência foi significativa para o professor Paulo César, tanto que prestou um novo vestibular para licenciatura em física. Durante a graduação em licenciatura foi professor em um pré-vestibular popular.

Paulo César realizou cursos de pós-graduação em nível de *latu sensu* em física teórica e em matemática. Não realizou mestrado, ingressando diretamente em um curso de doutorado em educação no exterior.

Por sete anos o professor Paulo César atuou na rede estadual de ensino, organizando a olimpíada brasileira de física em sua escola. Em uma das cerimônias de premiação dos alunos, tomou conhecimento da primeira edição da Escola de Física do CERN. Na ocasião, participou do processo de seleção, contudo, não foi contemplado naquela oportunidade. Ao verificar que todos os participantes selecionados eram da rede federal, interpretou que o curso era direcionado para esse perfil de professor. Com isso, ficou muitos anos sem se inscrever para a Escola de Física do CERN, só voltando a fazê-la quando já estava vinculado à rede federal de ensino e cursando doutorado.

O professor Marcos Antônio atua tanto na rede particular quanto estadual de ensino e, durante a graduação não teve experiências em atividades extracurriculares.

Ele conheceu a Escola de Física do CERN por meio da divulgação realizada pela SBF via e-mail para seus sócios, contudo não participou de seleções anteriores por achar que:

[...] não estava dentro dos pré-requisitos para ser convocado. (Marcos Antônio-pré)

Ao tornar-se supervisor do PIBID e planejar projetos que pudessem ser relacionados à física de partículas participou, então do processo seletivo. A importância da participação no PIBID como agente motivador para tal é expresso em seu discurso:

[...] porque quando você fica próximo dos alunos e dos acadêmicos que já estão com a mente nova, você acaba acendendo a chama de novo, e você fica recebendo energias positivas. Acho que isso me ajudou muito. Também as minhas coordenadoras do PIBID (na verdade é uma só, mas uma é o apoio da outra), que são duas pessoas que me dão suporte muito grande, então eu tive que voltar a apresentar trabalhos em faculdade. Eu acabei apresentando alguns simpósios e tudo de novo quando entra no PIBID, né apresentando trabalhos e eu tinha parado e na época de faculdade que na faculdade se faz muito isso incumbido eu reativei a vontade de estudar e essa foi a primeira vez que eu me inscrevi na escola de física. (Marcos Antônio-pré).

O professor Clemer leciona há vinte anos. Na entrevista realizada antes da sua ida ao CERN o professor estava vinculado tanto à rede estadual, quanto à municipal, sendo que nessa última atua no ensino técnico. Além da graduação em licenciatura em física, o professor cursou três anos dos cursos de graduação em matemática e em pedagogia. Segundo o professor o primeiro o fez por conta de “lacunas” que julgava ter em matemática durante sua formação em física. O curso de pedagogia estava relacionado aos aspectos pedagógicos que, segundo o professor, são pouco explorados nas licenciaturas.

O professor Clemer também tem cursos de especialização em supervisão escolar e em ensino de física. Esse montante de cursos nos faz interpretar que o professor Clemer busca constantemente a qualificação profissional ao longo de sua carreira docente, que é de duas décadas e a qual começou já no segundo semestre do curso de licenciatura em física.

Rafaela atua há vinte e cinco anos como professora na educação básica. Foi professora em escolas particulares, mas no momento da entrevista atuava na rede estadual, tanto no ensino médio quanto no técnico.

Durante a graduação teve a oportunidade de realizar iniciação científica em um laboratório de óptica, dando continuidade às pesquisas nessa área no mestrado.

Quando eu entrei no Ensino Médio, eu tinha um professor de física eu te adorava, e eu sempre gostei dessa área das exatas, mas de química menos, eu não era muito boa não. (Rafaela-pré)

O professor Fernando lecionava há 10 anos. Uma grande parcela desse tempo ocorreu na rede pública estadual, mas no momento da entrevista estava vinculado à rede federal, atuando tanto na graduação em licenciatura em física, quanto no Ensino Médio.

Após desistir da graduação em engenharia, o professor Fernando escolheu ser professor de física. Contudo, pelo fato do curso ser noturno, tinha a crença que seria uma formação fraca. Por essa razão, ingressou no bacharelado em física, inscrevendo-se em todas as cadeiras de física geral, avançadas e das matemáticas. Após concluir os primeiros semestres, solicitou transferência para a licenciatura, cursando as disciplinas pedagógicas na faculdade de educação. O professor concluiu o mestrado profissional em ensino de física e, em 2016, cursava o doutorado em educação.

Durante a graduação foi monitor em disciplinas de físicas gerais em duas oportunidades, bem como foi professor em um pré-vestibular popular. Em 2016 o professor era supervisor do PIBID.

5.4 Dispositivo de Análise

5.4.1 Análise de Discurso

Neste capítulo apresentamos as bases teóricas e os principais conceitos da Análise do Discurso da linha francesa (AD) pertinentes à interpretação dos discursos dos professores entrevistados. Esta teorização sobre a AD se apoia principalmente em de Pêcheux (1983, 1990, 1997, 2006, 2014) e Bakhtin (1992, 2006). Outros teóricos que vem ressignificando a análise de discurso da linha francesa como Orlandi (2008, 2015) e Brandão (2014) também foram utilizados.

A AD é uma disciplina de interpretação que inter-relaciona a linguística, o materialismo histórico e a psicanálise. Da linguística extrai-se a mudança no objeto de análise, deslocando-o do domínio textual para o do discurso; do materialismo histórico incorpora-se o conceito de ideologia; ao passo que as questões da construção do sujeito a partir do outro e do inconsciente são oriundas da psicanálise (SILVEIRA, 2004; CAREGNATO e MUTTI, 2006). A AD se propõe a teorizar a interpretação, assumindo que a linguagem só faz sentido porque está mergulhada em um contexto sócio-histórico e, por conseguinte, as leituras e interpretações do dito e do não-dito ocorrem com um aporte teórico. Pela linguagem não ser transparente, a AD procura detectar no texto os sentidos do discurso (SILVA, 2005).

A AD começou a tomar forma na década de sessenta do século passado, principalmente a partir dos trabalhos de Michel Pechêux. Contudo Mikhail Bakhtin, na década de vinte do século passado já se preocupava em categorizar análises linguísticas a partir dos discursos. Um diferencial de Bakhtin está em conceber a linguagem como um processo de interação social mediado pelos diálogos e construídos a partir de posições ideológicas bem definidas. Tanto os locutores quanto os interlocutores possuem uma posição ativa, caracterizando um processo dialógico de mão dupla, influenciado por aspectos históricos e contextuais.

Neste aspecto, a AD não está relacionada com a gramática, com a escrita ou com a língua no seu sentido concreto e fechado, mas sim associada e contextualizada à realidade, ao mundo, à história e ao social por um viés ideológico. A AD vai além da relação linguística e extralinguística, não negligenciando a relação entre o texto e seu contexto, mas visa propiciar um debate de como o dito relaciona-se com o social (ROCHA e DEUSDARÁ, 2005).

5.4.1.1 Ideologia e condições de produção

A ideologia na AD não pode ser vista como um coletivo de representações, de visões de mundo antagônicas, mas sim como a relação do sujeito com a história e com a língua, sendo, portanto, uma construção sociocultural. É um processo de estruturação do imaginário que está no inconsciente e permite a (re)formulação de representações (CAREGNATO e MUTTI, 2006). É a ideologia que induz a formação do sujeito e dos sentidos, intervindo no imaginário e aproximando-o de suas condições materiais de existência, afinal, não existe realidade sem ideologia (ORLANDI, 2015). Para Orlandi (2015, p.44) a ideologia produz “evidências, colocando o homem na relação imaginária com suas condições materiais de existência”.

Em Bakhtin, o conceito de ideologia pode ser entendido como:

[...] todo o conjunto dos reflexos e das interpretações da realidade social e natural que tem lugar no cérebro do homem e se expressa por meio de palavras [...] ou outras formas sógnicas. (VOLOSHINOV, 1998, p.107 apud MIOTELLO, 2005 p. 169).

Neste sentido, para Bakhtin as esferas ideológicas identificam as áreas da produção intelectual humana, como por exemplo: a arte, a filosofia, a ciência, a ética, a política, isto é, todas as manifestações superestruturais (FARACO, 2009) e conseqüentemente a maneira como um grupo social vê o mundo, “refletindo e refratando

uma outra realidade que lhe é exterior” (BAKHTIN, 2006, p. 31). A ideologia está presente nas relações sociais e direciona, organiza, expressa e regula as relações histórico-materiais dos sujeitos. Essas relações são intermediadas pelos signos, de forma que, dependendo da ideologia, os signos assumem sentidos específicos de acordo com os interesses de determinado grupo ligado àquela esfera intelectual humana. Por esta razão, não existe neutralidade nos discursos e nas ideias e a ideologia, por meio dos signos, é uma representação do real (SINDER, 1997; FREITAS, 1995; MIOTELLO, 2005).

Para Pêcheux (1997, p.144) “as ideologias não são feitas de ideias, mas de práticas” e, por essa razão, as condições de produção influenciam na construção de sentidos. Assim, as condições de produção envolvem o sujeito e as circunstâncias (que representam a relação da língua com o contexto), ou seja, o sujeito e o lugar ocupado por ele (PÊCHEUX, 1983). Para Brandão (2014, p.105) as condições de produção:

[...] constituem a instância verbal de produção do discurso: o contexto histórico social, os interlocutores, o lugar de onde falam e a imagem que fazem de si, do outro e do referente.

As condições de produção são subdivididas em contexto imediato e contexto amplo (ORLANDI, 2015). O primeiro leva em consideração as circunstâncias e os fatores que emergem em uma primeira e superficial análise, ou seja, verifica o contexto in loco daquela situação peculiar/particular. Já o contexto amplo, relaciona a situação particular com referenciais sócio-históricos e ideológicos, levando em consideração a memória. Com a memória e o que já foi dito, está associado com o interdiscurso, ou seja, os saberes constituídos na memória do dizer. O interdiscurso disponibiliza dizeres que afetam o modo como o sujeito significa em uma situação discursiva dada (ORLANDI, 2015). O interdiscurso contém todos os pré-sentidos que acabam sendo acessados em uma dada situação e engloba todos os dizeres já ditos e esquecidos, ou seja, são os saberes construídos coletivamente e anteriores ao sujeito. É o que já foi dito de forma geral, a memória construída socialmente, mas que ainda não foi apropriada pelo sujeito. Já, o que é dito em uma dada situação, em determinado contexto, é o intradiscurso. É o intradiscurso que faz a ligação entre as palavras e dá sentido ao que é dito (e não-dito). Ele é a formulação do enunciado, a materialização do discurso pelo sujeito. Todavia, o intradiscurso é influenciado pelo interdiscurso, pois é a partir daquilo que já foi dito, das nossas construções anteriores e já esquecidas que formulamos o que dizemos.

Nesta perspectiva, não somos autores de nada, pois tudo que dizemos hoje, já foi dito ontem. As palavras não são nossas. Mas também as ideias não as são, pois o que dizemos vem da nossa bagagem cultural, dos sentidos e das concepções ideológicas e

sócio-históricas. Sobre isso não temos controle (e neste aspecto a AD se aproxima da Psicanálise- o inconsciente), pois não gerenciamos a forma pela qual os sentidos são construídos por nós. Assim, é o interdiscurso e a aceitação que existe um já-dito, o intradiscurso e as condições de produção do que está sendo dito que possibilitam situar a análise historicamente. Por essa razão existe referência à memória “ativa” de alguns sentidos e de outros não. Isso pode ocorrer pela nossa história e o que foi ideologicamente significativo no passado e já foi esquecido. Por conta disso a AD:

[...] consiste em considerar o que é dito em um discurso e o que é dito em outro, o que é dito de um modo e o que é dito de outro, procurando escutar o não-dito naquilo que é dito, como uma presença na ausência necessária. (ORLANDI, 2015, p.32).

Assim, o analista de discurso deve ser hábil para significar o não-dito no que é dito pelo sujeito. O silêncio na AD também é discurso, pois é ideológico e contextual e também pode construir sentidos entre os interlocutores, logo, também deve ser interpretado e levado a efeito (PÊCHEUX, 2006).

Na AD o termo esquecimento tem um significado peculiar. O esquecimento não é visto como uma não lembrança, mas sim, que determinada ideia já tenha sido apropriada pelo sujeito e ele não é consciente disso ao manifestar suas opiniões, suas posições. O efeito esquecimento é importante porque permite que o sujeito estabeleça um lugar possível no movimento de identidade e dos sentidos (ORLANDI, 2015). Assim, retomamos a lógica de que não somos autores de nada. Não existe originalidade, uma vez que o que está sendo dito já está introjetado na nossa estrutura cognitiva frente às nossas vivências, ideologias, experiências do passado e interações com outras ideias, sujeitos e conceitos. O sujeito tem a ilusão de que seu discurso é original e que tem controle sobre ele, mas não percebe que ele está inserido em um contínuo, uma vez que todo o discurso já foi dito antes (CAREGNATO e MUTTI, 2006). O dito hoje é uma releitura do que já foi dito no passado pincelado com nossas visões ideológicas e nosso contexto sócio-histórico. Este é o esquecimento de Tipo 1, ligado ao inconsciente. Devido ao esquecimento de Tipo 1 pensamos que o que dizemos é original, mas na verdade estamos apenas resgatando sentidos pré-existentes e o que dá significado para eles é a forma pela qual os inscrevemos na história e na língua. Contudo, este esquecimento não é intencional, ele é estruturante e permite que os sujeitos e os sentidos tenham significados (ORLANDI, 2015).

O enunciado carrega as palavras dos outros, desta forma, dialoga com outros enunciados anteriores e futuros a ele (GARCIA, 2012). Cada enunciado traz ecos e reverberam vozes de outros enunciados que compartilham da mesma visão ideológica, de maneira que:

Nossos enunciados emergem – como respostas ativas que são no diálogo social – da multidão das vozes interiorizadas. Eles são, assim, heterogêneos. Desse ponto de vista, nossos enunciados são sempre discurso citado, embora nem sempre percebidos como tal, já que são tantas as vozes incorporadas que muitas delas são ativas em nós sem que percebamos sua alteridade (na figura bakhtiniana, são palavras que perderam as aspas). (FARACO, 2009, p. 85).

Desta forma, na teoria bakhtiniana a palavra não é uma unidade neutra e abstrata da língua (como sugerido pelo objetivismo abstrato), não sendo de exclusividade do locutor, mas sim, está fora do indivíduo, trazendo consigo as vozes de todos os que a utilizam e a utilizaram historicamente (CEREJA, 2005). A palavra individualmente não existe, ela está sempre relacionada com o discurso por um viés ideológico, histórico, social e contextual. Por isso a palavra pode receber uma determinada carga ideológica em cada momento em que for empregada, sendo ela o elo entre a consciência (interior ao indivíduo) e o mundo exterior (STELLA, 2005). O sujeito compreende e interpreta o mundo quando as palavras da sua consciência interior confronta-se com as palavras da realidade ideológica exterior.

O esquecimento do Tipo 2 está associado à forma como nos manifestamos, ou seja, porque o fazemos de uma maneira e não de outra. Porque usamos uma determinada expressão e não outra. Este esquecimento nos faz crer que existe uma relação entre o que dizemos e o que pensamos e que a forma pela qual a fazemos é única (ilusão referencial). Neste sentido o sujeito crê que controla os sentidos, bem como sabe exatamente o que diz (SILVEIRA, 2004).

Contudo, sempre existe outra maneira de expressar o que foi dito e daí emerge o conceito de paráfrase, que consiste em transmitir uma mesma ideia, utilizando palavras diferentes (PÊCHEUX, 2014). Entretanto, não devemos confundir paráfrase com metáfora. Na AD a metáfora não é uma figura de linguagem, mas entendida como a escolha de uma palavra e não outra, um processo transferencial que permite o sentido. Assim, não existe sentido sem metáfora, pois o sentido de uma palavra é expresso com outras palavras (ORLANDI, 2015). Enquanto a paráfrase está associada ao fato de transmitir uma mesma ideia com expressões diferentes, o processo polissêmico caracteriza os vários sentidos que uma palavra pode significar. Isso ocorre por conta das condições de produção, do contexto, fazendo com que a polissemia transponha as fronteiras da paráfrase, permitindo a pluralidade e a multiplicidade (BRANDÃO, 2014). Para Orlandi (2008) as condições de produção são constituídas a partir da articulação entre os processos paráfrástico e polissêmico. No processo envolvendo a paráfrase deve-se levar em consideração que na interlocução entre sujeitos um deles pode colocar-se no lugar do outro, antecipar-se e projetar, de antemão, os sentidos que as palavras podem produzir no interlocutor. Nesse

processo, denominado antecipação, o sujeito dependendo dos efeitos que ele pretende sobre seu interlocutor usará expressões distintas (num processo claro de paráfrase) durante a sua argumentação.

Esse processo de antecipação é denominado na teoria bakhtiniana de posição ativa responsiva (BRAIT, 2005). Um enunciado toca o interlocutor, desencadeando ações que influenciarão os discursos subseqüentes, reforçando a ideia de que o discurso é uma prática social. Nessa interação, um diálogo é sempre resposta a outro, de forma que o locutor se projeta no lugar do ouvinte, antecipando o que o outro vai dizer e produzindo confrontos entre nossos próprios enunciados e nos enunciados alheios. Essa posição ativa responsiva faz com que o interlocutor tenha que se posicionar, em acordo ou em desacordo com o locutor, no momento ou mais adiante.

5.4.1.2 *Enunciado, discurso, signo, sentido, significado*

A linguagem não é reflexo apenas de algo que lhe seja exterior, mas sim, a sua produção advém do encontro de um sujeito com o outro e das diversas formas de interações situadas historicamente (ROCHA e DEUSDARÁ, 2005). Por tomar a linguagem como um fenômeno social que não pode ser dissociada do seu contexto, ela não é uma representação do pensamento, mas um acontecimento interativo e dinâmico, não podendo ser vista apenas pelo caráter comunicacional (BARROS, 2012). A consciência individual é compreendida a partir do meio ideológico e social, sendo este fator crucial e que distingue Bakhtin dos outros filósofos, pois ele assume a linguagem como *práxis* cognitiva e social (OLIVEIRA, 2012a; SINDER, 1997).

É a interpretação que relaciona o sujeito com a língua, os sentidos e a história. Desta maneira, o discurso não é estático e deve ser visto como a palavra em movimento (ORLANDI, 2015). A língua não está fechada em si, por isso não há lugar para um determinismo que delimite o interior (a linguagem) e o seu exterior (social, histórico, ideológico), mas claro, há uma articulação entre elas. Em consonância, os sujeitos e os sentidos não estão completos e o discurso tem condicionantes históricos, permitindo relacionar a língua com a ideologia, e, por isso, procura-se dar sentido ao que foi dito (e ao que não foi dito), interpretando e contextualizando-o. A linguagem não pode ser um sistema sem sujeito, mas sim é tomada como uma prática cognitiva, coletiva e social. Por isso, a filosofia da linguagem de Bakhtin valoriza aspectos histórico-sociais de forma que a língua sofre influências do contexto social, sendo produto e produtora de ideologias.

O discurso consiste na articulação entre os processos ideológicos e os fenômenos linguísticos, revelando assim, que ele é intencional e que propicia o confronto ideológico. Pêcheux (1990) preconiza a necessidade de perceber a linguagem como fator estruturante da realidade linguística, transformando a natureza das relações entre o linguístico e o social, mediado pela historicidade, sendo o discurso a articulação entre a língua e a sociedade. O discurso é tomado como a manifestação dos efeitos de sentidos entre interlocutores, efeitos esses que são influenciados pelas condições de produção (PÊCHEUX, 2006).

Para Bakhtin o signo na linguagem é muito mais que um transmissor de significados. Eles são instrumentos contextuais de significação e manifestações histórico-sociais e ideológicas do indivíduo, permitindo a introjeção das relações sociais em funções mentais (BARROS, 2012). Mediado pelas relações sociais, o signo é muito maior que suas particularidades materiais. Portanto, além do sentido físico-material, o signo possui um sentido sócio-histórico e um ponto de vista, uma vez que é empregado em um determinado contexto específico representando uma realidade a partir de um lugar valorativo que é alicerçado sócio-historicamente e por isso está relacionado com uma determinada ideologia (MIOTELLO, 2005). O signo é uma manifestação exterior, criada pelo homem, significada por intermédio das relações sociais, e transformada em uma sensoriedade humana por meio da linguagem. É a forma pela qual a consciência adquire forma e existe nos signos, uma vez que “não existe signo interno na consciência que não tenha sido engendrado na trama ideológico-semiótica da sociedade” (FREITAS, 1995, p.7).

Por essa razão, a compreensão dos signos está relacionada com o contexto específico sendo sempre do social para o individual, do exterior para o interior.

Todas as atividades humanas estão, de uma forma ou de outra, relacionadas com o uso da língua, de maneira que o enunciado, seja ele oral ou escrito, é a unidade real da comunicação discursiva e não existe fora de um contexto socioideológico. Os enunciados são concretos e singulares, explicitando uma situação específica da atividade humana que não se manifestam apenas pelos seus conteúdos e estilos verbais, mas também por suas organizações composicionais, construído pelos locutores e interlocutores por intermédio de relações sociais (RECHDAN, 2003). Os enunciados que são elaborados a partir das formas nas quais a língua é empregada são definidos como gêneros de discurso que podem ser desde os mais cotidianos (saudações e cumprimentos), passando por outros mais livres (como uma conversa informal entre amigos), até formas discursivas mais elaboradas e específicas (como as científicas, jurídicas, etc.) (RECHDAN, 2003). Bakhtin classifica como

gêneros primários aqueles nos quais a comunicação verbal é dada de forma espontânea, enquanto que os gêneros secundários estão associados a situações de comunicação mais complexas e formativas.

Na teoria bakhtiniana, não se pode separar a linguagem do social, uma vez que um enunciado é uma atividade discursiva dirigida (ao interlocutor) e está inserida num contexto sócio-histórico específico (SOUZA, 2011). Os gêneros discursivos são coletivos de enunciados relativamente estáveis que são produzidos nas esferas da atividade humana e que emergem do diálogo entre essas diferentes esferas que estão compreendidas por domínios ideológicos. Assim, o emprego da língua se dá na forma de enunciados proferidos por integrantes das diversas esferas e que refletem as especificidades delas (SOUZA, 2011).

Como o sujeito é um ser social imerso em uma cultura e interpelado pela ideologia, o enunciado expressa o posicionamento do sujeito, podendo ser inconsciente, mas jamais neutro. A neutralidade não é possível, justamente pelo enunciado ser ideológico e construído em um determinado contexto social, fazendo com que o diálogo seja uma relação entre pessoas, tornando-o intencional e direcionado. A linguagem possui essa característica dialógica, de forma que o enunciado procede de alguém e dirige-se a alguém, esperando-se assim, uma réplica, uma reação, sendo a palavra que:

[...] constitui justamente o produto da interação locutor-ouvinte. Toda palavra serve de expressão de um em relação ao outro, através da palavra, defino-me em relação ao outro. (BAKHTIN, VOLOSHINOV, 1992, p.113 apud SANTOS, 2014).

Um aspecto relevante na AD é a defesa de que a relação entre linguagem-pensamento-mundo não pode ser única, uma vez que cada situação tem suas especificidades e o contexto no qual essas questões que se sobrepõem são relevantes. Ademais, a língua não pode ser vista apenas de forma estrutural, separando forma e conteúdo, mas sim, deve ser pensada como um acontecimento em um sujeito que está mergulhado em um contexto sócio-histórico (ORLANDI, 2015). Neste aspecto, a AD está implicada com a psicanálise, uma vez que trabalha com o conceito de sujeito e não de homem. O homem está ligado a uma concepção psico-comportamental (ações comportamentais) enquanto que, para a Psicanálise, o homem é concebido como sujeito, no sentido de estar assujeitado a ações que não controla. O homem não é senhor em sua própria casa, pois existe uma instância que ele não governa: o inconsciente. Assim, o sujeito da linguagem não tem controle da forma que o real da língua e o real da história o afetam, sendo o sujeito discursivo atravessado pelo inconsciente e pela ideologia (MAZZOLA, 2009). O sujeito não é individual, mas está assujeitado ao contexto coletivo. O

conhecimento é uma construção global e o discurso, representante daquele sentido naquele contexto. O assujeitamento na AD se dá pelo:

[...] movimento de interpelação dos indivíduos por uma ideologia, condição necessária para que o indivíduo torne-se sujeito de seu discurso ao, livremente, submeter-se às condições de produção impostas pela ordem superior estabelecida, embora tenha ilusão de autonomia. (CAREGNATO e MUTTI, 2006).

Além disso, o sujeito não é delimitado pelo individualismo orgânico, mas sim é interpelado ideologicamente e está descentrado, pois não tem autonomia nem completude e é histórico (WALSH, 2011). Ele só tem acesso a parte do que diz, por isso o discurso não pode ser pensado como uma transmissão de informação, como uma mensagem que alguém emite e outro recebe e que viabiliza a comunicação. A AD preconiza que os sujeitos interagem e argumentam simultaneamente, de forma que essas relações entre os sujeitos e os sentidos são influenciadas pela língua, pelo contexto, pela ideologia e pela história, por isso:

A linguagem serve para comunicar e não comunicar. As relações de linguagem são relações de sujeitos e de sentidos e seus efeitos são múltiplos e variados. Daí a definição de discurso: o discurso é efeito de sentidos entre locutores. (ORLANDI, 2015, p.19-20).

As relações dialógicas partem do pressuposto de que as vozes não podem umas se sobreporem às outras, pois são vozes distintas e independentes que dialogam. As relações dialógicas consideram os pressupostos do outro igualmente válidos ao seu, de forma que “a orientação dialógica garante a isonomia entre consciências, condição para a emergência da polifonia” (GARCIA, 2012, p. 29).

A polifonia traz a ideia de realidade em formação, inconclusibilidade, inacabamento, isonomia e evolução (BEZERRA, 2005). Caracteriza-se justamente por esta multiplicidade de vozes independentes e que não se misturam, estando em patamares iguais umas com as outras, cada uma representando uma ideologia, uma visão de mundo diferente e, desta forma, não pode existir uma superior à outra, uma dominante sobre a outra, tendo assim, todas razões de (co)existirem (RECHDAN, 2003; GARCIA, 2012). Não há uma centralização de decisões, como pode-se observar na análise de Bakhtin acerca do romance de Dostoiévski:

A voz do herói sobre si mesmo e o mundo é tão plena como a palavra comum do autor; não está subordinada à imagem objetificada do herói como uma de suas características, mas tampouco serve de intérprete da voz do autor. Ela possui independência excepcional na estrutura da obra, é como se soasse ao lado da palavra do autor coadunando-se de modo especial com ela e com as vozes plurivalentes de outros heróis. (BAKHTIN, 1981, p.3 apud SOUZA, 2011 p.2).

Por se tratar de um processo interacional e, por conseguinte, social, não se pode conhecer-se a si próprio sem o outro. Por meio da linguagem, *eu* me projeto no *outro* e o

outro se projeta em *mim* e, a partir deste reconhecimento afirmamo-nos um ao outro e o *eu* só se torna consciente de si quando se revela para o *outro* (BEZERRA, 2005). Por essa razão, o sujeito em Bakhtin é um sujeito histórico, social, ideológico e inacabado. Pela linguagem ele é construído pelo outro e, por isso, não existe sujeito antes da enunciação. É um sujeito *da* e *na* história, produto das relações sociais e que indica, no seu discurso, o contexto imediato e sua ideologia. Cada sujeito ocupa um lugar único no mundo, marcado pelas suas vivências, interações sociais, ideologias e pressupostos teóricos. Isto faz com que o *eu* seja inacabado, mas o *outro* possa me perceber na totalidade. É o olhar do *outro* que dá o acabamento no *eu*. Este é o olhar exotópico definido por Bakhtin. Um olhar com distanciamento no qual o *eu* percebe o *outro* em sua totalidade, o que só é possível por se conceber que uma consciência está fora da outra e que cada indivíduo ocupa um lugar singular no mundo, direcionando assim, olhares também únicos (GARCIA, 2012; SANTOS, 2014). Só somos conscientes de nós porque somos conscientes dos outros. Contudo, o que permite essa consciência alheia é a interação social mediada pela linguagem e pautada na igualdade entre os sujeitos que dialogam (BAKHTIN, 1992). O outro vê em mim o que não posso ver e o *eu* vê no *outro* o que ele não pode ver. Por isso, o olhar do *outro* sobre o *eu* e do *eu* sobre o *outro* traz uma ideia de altruísmo, no qual é necessário colocar-se no lugar do outro, projetando a visão do outro a partir do lugar que ocupa no mundo. Tal processo ocorre pela linguagem e reforça o papel social da teoria bakhtiniana. Nesta interação entre as vozes do discurso emerge o conceito de dialogismo.

O dialogismo é um dos principais conceitos de Bakhtin, sendo considerado o princípio dialógico constitutivo da linguagem, uma vez que a realidade é mediada pela linguagem e, por isso, se pode construir uma visão de mundo (RECHDAN, 2003; GARCIA, 2012). Fiorin (2006) assume que o diálogo se dá sempre entre discursos e o dialogismo seria o mecanismo que permite ligar os enunciados, ou seja, “todo discurso traz algo do discurso de outrem e ao mesmo tempo é realizado e absorvido para outros e por outros” (LEITE, 2011, p.52).

Bakhtin não se refere apenas ao diálogo oral, mas também aos escritos, aos gestuais, imagéticos e aqueles introjetados e velados no discurso. Neste sentido, a relação dialógica traz consigo tensões, atitudes persuasivas e interpretações de valores dos sujeitos à luz de suas ideologias e que contribuem para a constituição de sentidos (SANTOS, 2014). Bakhtin toma a língua como um fenômeno social da interação verbal, justificando o dialogismo, de forma que:

[...] a palavra, como realização s gnica, não pertence nem ao locutor, nem ao interlocutor: ela   um território comum entre os dois, produto da intera o do locutor e do ouvinte. Procede de alguém e dirige-se a alguém. (GARCIA, 2012, p.25).

Assim, o sentido do que   dito não   dado pelo locutor, mas construído na intera o, sendo influenciado (e influenciando) diretamente pelo contexto imediato, mas também do meio social que circunda os interlocutores (GARCIA, 2012). Se o sentido vai sendo construído enquanto o *eu* interage com o *outro*, o sujeito também vai sendo constituído ao longo desse processo interacional e, por isso, a palavra necessita do outro para adquirir sentido. O outro não   apenas o interlocutor, mas sim:

[...] tudo o que circula o eu: o meio social em que vive, a história do indivíduo e a história do seu meio, os textos com os quais este indivíduo já teve contato, as várias vozes trazidas por esses textos, os textos com os quais ele ainda terá contato. (FIGUEIREDO, 2005 apud SANTOS, 2012 p. 12).

Por essa razão o discurso sempre traz as vozes de outros em diferentes níveis de alteridade e relevância. Neste sentido, Bakhtin toma a linguagem como heterogênea, uma vez que o discurso do sujeito   constituído a partir do discurso do outro, carregando palavras que já foram ditas (GARCIA, 2012). “Ser significa ser para o outro, e, através dele, para si mesmo” (BAKHTIN, 1992, p. 341), o que revela a alteridade presente na intera o.

Quando se anuncia, já há o outro. O enunciado carrega uma fala do eu e do outro, mas também da história, do passado, do futuro, do social, do cultural, do contexto, do ideológico. Neste sentido os enunciados estão interligados de forma que o dialogismo prevê atitudes ativas dos interlocutores, estabelecendo situa es de tensões que contribuirão para a produ o de sentidos.

Em Bakhtin, sentidos e significados são conceitos diferentes. Um enunciado   formado pela significa o ou significado e pelo tema ou sentido. Por meio da intera o social mediada pela linguagem esses elementos são integrados e permitem, por parte dos sujeitos, a interpreta o dos enunciados. (RECHDAN, 2003).

O significado ou significa o   um fen meno da fala, sendo geral e abstrato. Uma palavra sem significado   um som vazio. A significa o   a palavra dicionarizada, trata-se de uma convenço. Nesse sentido, o significado de uma palavra   literal, estável e est tico, sendo idêntico cada vez que   reproduzido. Extraindo-se o contexto, a significa o   o que produz efeitos comuns nos diferentes enunciados (PONZIO, 2008; RECHDAN, 2003).

Em contrapartida, o tema ou sentido está vinculado ao contexto, ou seja, a uma situa o concreta e factual. Ela não depende apenas de fatores verbais e internos ao sujeito, mas também   influenciada por aspectos externos e extraverbais. Por essa razão,

o sentido da enunciação não é dado pelo sujeito e não está puramente nas palavras, mas é construído na interação social. É a interação que produz o sentido. Tal construção é estabelecida pela ligação entre os interlocutores e vinculada a compreensões ativas e responsivas desses (RECHDAN, 2003; PONZIO, 2008). Assim, o sentido é indissociável da enunciação, ele é particular, concreto e contextual, sendo dinâmico, único e irrepetível. As peculiaridades e especificidades de cada diálogo, sobreposto à significação contribuem para a construção de sentido. O sentido é construído historicamente devido às diversas interações do sujeito com o mundo e por essa razão os sentidos serão tantos quantos os diversos contextos que as enunciações se desenvolverem (RECHDAN, 2003; CEREJA, 2005; BARROS, 2012).

Por essa razão, a compreensão dos enunciados alheios ocorre quando eles ressoam ideologicamente em nós. A construção de sentidos ocorre a partir da interação entre o significado das palavras enunciadas e o conteúdo ideológico. O enunciado toca o interlocutor, fazendo com que ele não tenha uma atitude passiva, desencadeando ações que influenciarão nos discursos subsequentes e/ou no comportamento do ouvinte (GARCIA, 2012). Esse aspecto reforça a natureza dialógica e interdiscursiva da linguagem proposta por Bakhtin (SOUZA, 2011).

A AD se preocupa com a interpretação, significação e compreensão de como os símbolos produzem sentidos no sujeito. O sentido não é literal, logo, não há sentido sem interpretação. A interpretação não é simplesmente a decodificação e apreensão do sentido, pois o enunciado não revela tudo, tendo o analista que abandonar o enunciado e ir ao enunciável. Entretanto, a interpretação não é única, ela é uma das diversas interpretações possíveis que estará alicerçada e sustentada pelo referencial teórico escolhido e pelos pressupostos ideológicos identificados (CAREGNATO e MUTTI, 2006; WALSH, 2011). Neste aspecto, não existe uma verdade implícita no texto, mas sim, aquilo que é revelado na análise está relacionado ao olhar do analista, de suas concepções, de seus aportes teóricos, do problema de pesquisa e a finalidade da análise. O analista possui um aporte teórico bem definido, mas não possui um dispositivo analítico pré-estabelecido. É competência do analista estruturar um dispositivo analítico que melhor responda às deliberações de seu *corpus* de análise.

5.4.1.3 *Formação imaginária, formação discursiva, formação ideológica*

A argumentação e o poder de persuasão também estão ligados às relações de poder e hierárquicas. O dito tem pesos diferentes dependendo de quem diz. As relações de forças estão relacionadas às condições de produção de forma que a posição que o sujeito ocupa quando enuncia, faz com que suas palavras signifiquem de forma diferente (ORLANDI, 2015). Estas relações surgem de formações imaginárias, ou seja, não são os sujeitos em si e suas posições na sociedade que refletem o discurso, mas sim as projeções de suas imagens que causarão diferentes posições hierárquicas na relação discursiva. As formações imaginárias representam as posições-sujeito e ações relacionadas com essas posições (PÊUCHEX, 1983), de forma que:

[...] não são os sujeitos físicos nem os seus lugares empíricos como tal, isto é, como estão inscritos na sociedade, e que poderiam ser sociologicamente descritos, que funcionam no discurso, mas suas imagens que resultam de projeções. São essas projeções que permitem passar das situações empíricas - os lugares dos sujeitos- para as posições dos sujeitos no discurso. Essa é a distinção entre lugar e posição. (ORLANDI, 2015, p.38).

Contudo, as relações de força e as formações imaginárias podem não ser fidedignas em determinadas situações, por isso, na análise devemos:

Atravessar esse imaginário que condiciona os sujeitos em suas discursividades e, explicitando o modo como os sentidos estão sendo produzidos, compreender melhor o que está sendo dito. (ORLANDI, 2015, p.58).

Esta compreensão do que está sendo dito não está nas palavras e sim, emergirá quando relacionamos a memória, a ideologia e o contexto. Disso surge um conceito muito importante na AD que é a formação discursiva. Ela permite compreender a mecânica de significação, uma vez que as palavras ditas terão sentidos diferentes dependendo do contexto na qual são pronunciadas. Essa pluralidade de sentidos que um enunciado pode assumir (processo polissêmico) advém das formações discursivas nas quais o enunciado é produzido (PÊUCHEUX, 1997). Elas que determinam o que pode e deve ser dito a partir de um lugar social historicamente demarcado, segundo uma determinada conjuntura, ou seja, de acordo com uma formação ideológica (PÊUCHEUX, 1997; BRANDÃO, 2014). Os enunciados estão relacionados às formações discursivas, que por sua vez estão inscritas em formações ideológicas, de forma que a construção de sentidos se dá sempre em relação a essas formações ideológicas (PÊUCHEUX, 1997; ORLANDI, 2008). É a formação discursiva que revela a formação ideológica presente no discurso, uma vez que as palavras não têm sentido em si, mas sim, os sentidos e seus efeitos são que emergem do discurso a partir das concepções ideológicas do sujeito. Para Brandão (2014, p.106-107) a formação discursiva é o:

[...] conjunto de enunciados marcados pelas mesmas regularidades, pelas mesmas 'regras de formação' A formação discursiva se define pela sua relação com a formação ideológica, isto é, os textos que fazem parte de uma formação discursiva remetem a uma mesma formação ideológica.

Para a mesma autora a formação ideológica:

[...] é constituída por um conjunto complexo de atitudes e representações que não são nem individuais, nem universais, mas dizem respeito, mais ou menos diretamente, às posições de classe em conflito umas com as outras (Haroche et al). Cada formação ideológica pode compreender várias formações discursivas interligadas. (BRANDÃO, 2014, p.107).

Cabe ao analista estabelecer regularidades no discurso a partir da relação do que foi dito com a ideologia e o contexto sócio-histórico para compreender a produção de sentidos naquela situação. É o analista, levando em consideração as condições de produção, que direcionará os enunciados para uma, e não para outra, formação discursiva (ORLANDI, 2015).

Os sentidos não são pré-determinados. Os discursos incorporam sentidos diferentes porque os enunciados se inscrevem em formações discursivas diferentes. Essas formações discursivas representam formações ideológicas, de forma que “os sentidos sempre são determinados ideologicamente. [...] tudo que dizemos tem, pois, um traço ideológico em relação a outros traços ideológicos” (ORLANDI, 2015, p.41).

É a formação discursiva que permite a articulação entre o interdiscurso e intradiscurso. Diversas formações discursivas são componentes de uma formação ideológica. As formações ideológicas constituem-se em representações que não são genéricas, mas também não são específicas, revelando atitudes complexas que se realizarão nas diferentes formações discursivas que as constituem. Por isso que as diferentes formações ideológicas não conversam entre si. Na visão epistemológica de Feyerabend (1989), por exemplo, elas não são antagônicas, mas sim incompatíveis e, portanto, incomparáveis, ao passo que as formações discursivas apresentam diferentes aspectos dentro de uma mesma formação ideológica. Como define Pêcheux (1990, p.33):

[...] É porque as formações ideológicas têm um caráter regional que elas se referem às mesmas “coisas” de modo diferente [...] e é porque as formações ideológicas têm um caráter de classe que elas se referem simultaneamente às mesmas “coisas”.

A forma-sujeito é um conceito definido por Pêcheux e que indica o sujeito afetado pela ideologia (BRANDÃO, 2014). Ela “remete às possibilidades de interpelação-identificação do sujeito com a formação discursiva na qual se inscreve” (SILVEIRA, 2004, p.46). As formações ideológicas determinam as formações discursivas e os possíveis desdobramentos que a forma-sujeito pode assumir no interior de uma formação discursiva define a ideia de posição-sujeito. A posição-sujeito remete ao lugar ocupado pelo sujeito e

caracteriza as condições de produção do discurso, não correspondendo, exclusivamente, a um local físico, mas também é um local imaginário, uma leitura de como o sujeito se percebe, as ideologias que ele representa e como projeta isso no discurso (SILVEIRA, 2004; BRANDÃO, 2014).

Essa elaboração segue um caminho único e singular, que certamente não contemplará todos os pressupostos teóricos da AD, mas direciona a análise e define um olhar não neutro para o *corpus*. Esse olhar certamente privilegia alguns conceitos e aspectos em detrimento a outros, de forma que, invariavelmente, ao se eleger um caminho, o analista descarta outros (SILVEIRA, 2004). Por isso não se tem a pretensão de encontrar uma “verdade” ou o que é “certo”, pois elas não existem e também não é esse o objetivo do analista de discurso. Nesta linha, problemas de pesquisa diferentes fariam com que o analista tivesse olhares diferentes para o *corpus*, resultando em interpretações distintas, ou até, incompatíveis, por não poderem ser comparadas. Esta é uma responsabilidade do analista, afinal, ele que elabora o problema de pesquisa que irá desencadear a análise (ORLANDI, 2015). Dessa forma, cada pesquisa é única, pois o problema de pesquisa formulado por um analista propicia questões que possivelmente não seriam desdobradas por outros pesquisadores, gerando assim, análises diferentes, uma vez que o olhar ocorre por meio das lentes do referencial teórico e das bagagens socioculturais do analista. Além disso, distintos problemas de pesquisa mobilizam diferentes conceitos no mesmo analista, gerando análises igualmente diferentes.

A análise discursiva não visa encontrar uma realidade subjacente no que foi dito, pois tem ciência que a atividade de pesquisa vem do olhar do pesquisador em um determinado contexto (ROCHA e DEUSDARÁ, 2005). Todos estes fatores constituem o dispositivo analítico que envolve a inter-relação entre conceitos e procedimentos que visam responder ao problema de pesquisa. O dispositivo analítico parte do problema de pesquisa e depende da área de conhecimento do analista, dos objetivos da pesquisa e do material analisado, é o objeto simbólico (WALSH, 2011). Em contrapartida, o dispositivo teórico não é afetado pelos diferentes dispositivos analíticos de distintos analistas, uma vez que o dispositivo teórico está alicerçado nos princípios gerais da AD (i.e., linguística, filiações epistemológicas do materialismo histórico e psicanálise). É o dispositivo teórico que determina o dispositivo analítico e justamente faz a ligação entre a descrição e a interpretação.

A sobreposição dos dispositivos analíticos e teóricos permite uma compreensão que transcende a interpretação, pois facilita a compreensão dos sentidos que um objeto-

símbolo desencadeia, além da compreensão dos sentidos que não estão explícitos no texto. Evidente que esta compreensão está ligada aos aportes teóricos específicos da linha de atuação do analista e as conclusões da pesquisa serão mais amplas ou mais restritas dependendo da forma como o dispositivo analítico foi construído. Esses sentidos que emergem da análise se inter-relacionam uma vez que o discurso não pode estar fechado em si, mas sim, referencia e será referenciado em/e por outros discursos. O discurso é “efeito dos sentidos”, não tem uma única tradução, mas sim é um jogo simbólico no qual o sujeito está colocado e ocupa posições discursivas (WALSH, 2011). Por isso, não existe começo ou fim para o discurso, pois ele se mistura com outros discursos possíveis, imagináveis, realizados e os sentidos de um texto passam pela relação dele com outros textos.

5.4.1.4 Articulações entre a Análise de Discurso e a epistemologia de Fleck

Apesar de Fleck propor uma teoria do conhecimento, enquanto a AD, uma teoria do discurso é possível tecer relações e articulações entre elas. Fleck assume que o conhecimento é o produto social em excelência e seu processo de construção ocorre de forma coletiva, a partir de contextualizações históricas e relações sociais. O discurso é uma prática social, na qual o dito e o não-dito têm seus sentidos construídos a partir das interações com o outro e com a história. Assim, verifica-se que as duas teorias consideram que o sujeito é constituído a partir da interação com o mundo, ou seja, aspectos sociais e históricos são relevantes tanto para Fleck, quanto para a AD (BARROS, 2011).

Os conceitos de Fleck “fornecem as expressões sociais e materiais que agenciam o caráter protocolar e histórico de todo processo de conhecimento através de práticas coletivas que são, por isso mesmo, práticas discursivas” (MAIA, 2008, p. 14). Para Fleck o coletivo (e não o individual) é o portador do conhecimento, de forma que os saberes e a história são compartilhados nos estilos de pensamento. Na AD os conhecimentos que foram construídos tanto histórica, quanto socialmente compõem o interdiscurso. Para Fleck as interações sociais se estabelecem a partir das circulações intra e intercoletivas de ideias, ao passo que na AD ocorrem por meio da interlocução.

O conceito de estilo de pensamento fleckiano define, a partir da tradição, conceitos, termos e métodos de um determinado coletivo de pensamento. Em outras palavras, o estilo de pensamento induz um olhar direcionado, preconizando o que é e o que não é pertinente e relevante para aquele coletivo de pensamento. Na AD, de acordo com

as formações ideológicas nas quais as formações discursivas estão inscritas, é estabelecido o que pode e o que não deve ser dito. Os sentidos são construídos em relação às formações ideológicas, assim como as *verdades* são estabelecidas de acordo com os estilos de pensamento. Na AD os signos têm seus sentidos construídos conforme as formações ideológicas; na teoria epistemológica de Fleck, de acordo com os estilos de pensamento, de forma que em ambas as teorias os conceitos e os sentidos não são absolutos, mas sim relativos.

Os especialistas dos círculos esotéricos fleckianos exercem atitudes coercivas sobre os leigos dos círculos exotéricos. Essas ações podem ser interpretadas como relações de poder, segundo a qual o dito tem pesos diferentes dependendo de quem o diz. Esses pesos estão associados às posições sujeito, ou seja, aos lugares que os sujeitos ocupam quando enunciam. Lugares esses que remetem aos círculos exo ou esotéricos no interior dos coletivos de pensamento.

Os enunciados produzidos no círculo esotérico no âmbito das ciências dos manuais e dos periódicos exigem a adaptação para serem comunicados em termos da ciência popular no círculo exotérico. Nessa adequação é necessário expor as mesmas ideias empregando outras palavras, o que remete à paráfrase. Para Fleck, essa simplificação se caracteriza por uma tradução imperfeita dos conhecimentos produzidos nas esferas mais internas do coletivo de pensamento.

As diversas semelhanças entre a AD e a teoria fleckiana emergem por conta de ambas levarem em consideração as interações e mediações sócio-históricas. A partir disso, os indivíduos:

[...] se tornam sujeitos de conhecimento conforme compartilhem o estilo de pensamento e sujeitos no discurso conforme assumam uma posição, se filiando a formações discursivas e ideológicas, a partir da qual interpretam, produzem sentidos sobre objetos simbólicos. (BARROS, 2011, p.6).

Para Maia (2011), Fleck está na vanguarda ao considerar a atividade científica como um produto social e, por essa razão salienta que o epistemólogo estava “atento às questões da linguagem como agenciamento na produção do conhecimento” (MAIA, 2008, p.18).

Relacionar a AD com a teoria epistemológica de Fleck, implica em articular conhecimento e discurso, o que contribui para a compreensão das condições de produção do conhecimento científico, temática relevante nas investigações em educação em ciências.

6. ESCOLA DE FÍSICA DO CERN E TEORIA FLECKIANA: ARTICULAÇÕES POSSÍVEIS

Partimos da premissa que a interação professor-cientista no contexto da Escola de Física do CERN ocorre no interior de um mesmo coletivo de pensamento, o coletivo de pensamento da física de partículas. Com isso, consideramos que cientistas e professores compartilham de um mesmo estilo de pensamento, com nuances ou matizes, termos utilizados pelo próprio Fleck (2010). O estilo de pensamento dos professores referente à física de partículas é semelhante aos modelos construídos pelos cientistas, contudo, mais simplificados. Neste coletivo de pensamento, os cientistas do CERN figuram no círculo esotérico, uma vez que produzem a ciência dos periódicos e os professores participantes da Escola de Física do CERN, no desempenho de sua profissão, praticam a ciência dos livros didáticos, integrando o círculo exotérico.

No nosso ponto de vista, caso a Escola de Física do CERN tratasse de saberes científicos e pedagógicos simultaneamente, talvez professores e pesquisadores, em determinadas situações pudessem ser considerados como fazendo parte de coletivos de pensamento distintos, permitindo a circulação intercoletiva de ideias. Contudo, como já apresentado no capítulo 2, nenhum dos objetivos indicados por Garcia (2015) possui uma intencionalidade pedagógica explícita. Este aspecto não passou despercebido no discurso do professor Paulo César, que afirma:

[...] eu senti que faltou é uma assessoria ou equipe forte de pesquisa na área das ciências humanas, em educação propriamente dita. [...] Um embasamento que justifique porque é feito desta forma. Eu percebo que eles fazem de muita boa vontade, mas não existe uma reflexão, porque no momento em que você está refletindo sobre suas ações pedagógicas é nesse momento que você valida o que está funcionando e repensa aquilo que não está funcionando e o porquê não está funcionando. É necessário um embasamento dentro da ciência da educação que vá validar as ações ou refletir para as mudanças.

Ao fazerem referência aos objetivos da Escola de Física do CERN, os professores Paulo César, Rafaela e Fernando afirmam que se trata de:

[...] atualizar o saber científico e promover uma proximidade dos professores daqui da América do Sul, os brasileiros, com os pesquisadores do CERN para que desmistifique essa coisa de que a gente está aqui e esse é o nosso canto. (Paulo César)

[...] abrir as portas para que a gente conheça o trabalho deles e que a gente seja um divulgador do que é fazer ciência. Do que se faz lá e ter esta ideia. Também nos estimular a trabalhar e estudar isso. (Rafaela)

[...] fazer uma divulgação das pesquisas, do CERN e da física de partículas. (Fernando)

Fica claro que o objetivo principal da Escola de Física do CERN para os professores é ampliar os conhecimentos deles em física de partículas e sobretudo nas pesquisas desenvolvidas no CERN, a fim de que eles se tornem difusores e divulgadores da ciência, em especial das atividades realizadas na organização e não em avançar nas questões pedagógicas.

Por essas razões, é possível afirmar que na Escola de Física do CERN são levados a efeito majoritariamente saberes científicos, em detrimento dos saberes pedagógicos. Isso sustenta o fato de professores e pesquisadores integrarem um mesmo coletivo de pensamento, bem como da circulação de ideias ser da ordem intracoletiva, versando sobre aspectos da física de partículas

Essa afirmação é respaldada pelo discurso do professor Paulo César ao reproduzir a fala de um dos palestrantes:

Eu não estou aqui para ensinar vocês a ensinar física de partículas para os alunos de Ensino Médio porque como ensinar a gente pressupõe que isso já é normal para vocês. A gente está aqui para abordar física de partículas como se estuda no CERN.

A partir desses argumentos, reiteramos tratar-se de um único coletivo de pensamento, formado pelos círculos eso e exotéricos e que este possui várias camadas. Para ilustrar essa situação, construímos uma figura representando o coletivo de pensamento da física de partículas (Figura 7). O núcleo mais escuro retrata o círculo esotérico, ocupado pelos pesquisadores que produzem a ciência dos periódicos. As camadas mais centrais e escuras representam cientistas mais experientes altamente qualificados, chefes de laboratório, etc. As menos escuras, são ocupadas por estudantes de pós-graduação, pesquisadores iniciantes e, como assume Fleck (2010), profissionais gerais, ou seja, aqueles que trabalham em pesquisas afins. As regiões mais claras correspondem ao círculo exotérico, na qual estão os professores da educação básica e que praticam a ciência dos livros didáticos. Da mesma forma, as regiões menos claras conteriam os professores com maior formação na área, ao passo que nas regiões mais claras estariam os professores recém-formados, inexperientes. Mais na periferia do círculo poderíamos imaginar ainda os licenciandos, e depois, os alunos do Ensino Médio e população em geral.

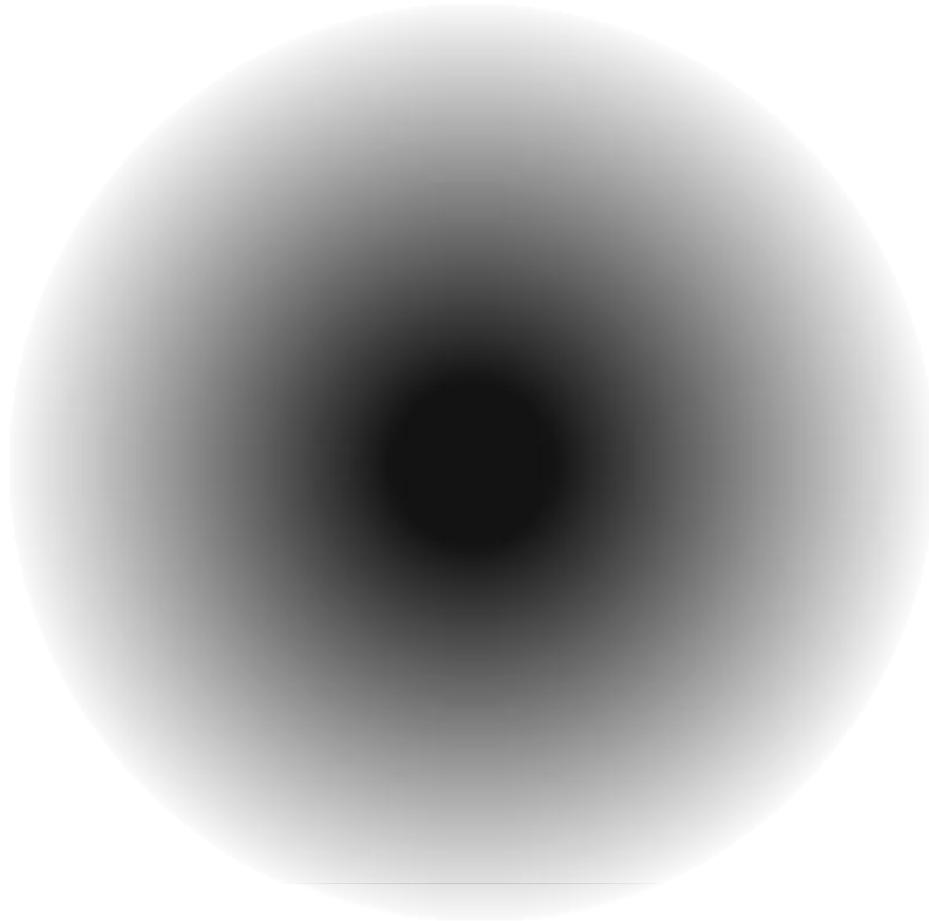


Figura 7: Coletivo de pensamento da física de partículas.

Essa visão, apoia ainda a ideia de que o círculo esotérico, comumente formado por especialistas, é o círculo dos pesquisadores e o círculo exotérico é constituído por professores, uma vez que o círculo exotérico não participa ativamente da produção de conhecimento de referida área (no caso, física de partículas), mas se apropria dele justamente pela circulação intracoletiva de ideias (FLECK, 2010).

A partir desses argumentos, sustentamos que no caso da Escola de Física do CERN tanto professores quanto pesquisadores estão inscritos em uma formação ideológica da física de partículas. Os pesquisadores estão inscritos na formação discursiva da ciência dos periódicos e os professores na ciência dos livros didáticos, contudo, ambos manifestam também discursos condizentes com a formação discursiva da ciência dos manuais.

A estrutura da Escola de Física do CERN é organizada de forma que os pesquisadores são responsáveis por ministrarem as palestras e guiarem os professores nas visitas técnicas. Ademais, os pesquisadores estão em seu local de trabalho, enquanto os professores se deslocam até ele. Esta estrutura pode gerar relações de poder e hierárquicas, no sentido que os pesquisadores tomam à frente durante todo o curso, falando

a linguagem da ciência dos periódicos e os professores da educação básica, em posições passivas, sendo os “receptores”.

Estes aspectos podem dificultar a construção de novos conhecimentos por parte dos professores como destacado em Pelaez e Gonzalez (2002); Roth e Tobin (2004); Olin e Ingerman (2016) e Grotzer (s.d.). Soma-se a isso o fato do contexto imediato (ORLANDI, 2015) remeter ao maior centro de pesquisa em física de partículas do mundo, fazendo com que os professores projetem formações imaginárias dos cientistas. Essas formações imaginárias foram identificadas nos discursos dos professores anteriores à ida ao CERN e estão ligados ao contexto amplo, ou seja, aquele que relaciona o contexto imediato com a memória e aspectos sócio-históricos (ORLANDI, 2015):

[...] é uma pessoa que não sabe o que é a vida fora do CERN, fora dos laboratórios. (Clemer-pré)

[...] os cabeçudos seriam os “nobels da vida” lá, os doutores, phd, phd na décima potência (Rafaela-pré)

Pelos discursos dos professores verificamos que as suas formações imaginárias referentes aos cientistas remetem àquela imagem de “cientista maluco”, que dedicariam todo seu tempo para as pesquisas e estudos, estando alheios ao mundo extra laboratório.

Nos discursos dos professores posteriores ao curso, apesar dessa formação imaginária se manter, podemos constatar que os pesquisadores são percebidos como em pé de igualdade aos professores:

[...] pessoas com esse nível que alcançaram o topo de suas carreiras, acho que só falta o Nobel para eles ficarem melhores ainda, dedicarem tempo a formação de professores da educação básica. Porque quando tu pensas em pessoas que já atingiram esse grau de importância muito elevado, a gente tem a impressão que eles pensam - Nossa, não vou falar com alguém que é menos do que eu. - Não, lá se mostrou muito humano e muito legal deles responderem todas as perguntas que a gente fazia. Claro que não tinha muito tempo de sobra, elegiam duas ou três pessoas para fazerem as perguntas, mas todas sempre bem respondidas e nunca nenhuma pergunta ignorada ou nenhuma pergunta menosprezada. Isso é muito bacana. (Iarley)

[...] pessoas que já trabalham com pesquisas, bom, acho que vamos ficar em segundo plano, “para escanteio”, mas não foi não [...]. Eu achei que eles nos atenderam bem [...] (Clemer)

[...] ele é uma das maiores referências na física no mundo e eu conversei com ele e ele me tratou como se eu fosse um colega do mesmo nível dele. (Paulo César)⁵

⁵ O professor Paulo César durante uma das refeições teve a oportunidade de sentar-se à mesa de John Ellis e conversar com ele.

Os trechos sublinhados ressaltam o fato dos professores não se perceberem inferiores aos pesquisadores. O não estabelecimento de posições hierárquicas é um fator importante para não comprometer a interação professor-cientista (DRAYTON e FALK, 2006), bem como pode favorecer o estabelecimento de vínculos afetivos que facilitem o avanço docente (GADE, 2015; GROTZER, s.d.).

6.1 As circulações de ideias

Por situarem-se em um mesmo coletivo de pensamento, a interação entre professores (círculo exotérico) e pesquisadores (círculo esotérico) no âmbito da Escola de Física do CERN ocorre via circulação intracoletiva de ideias. A circulação intracoletiva de ideias nesse contexto fica acentuada e facilitada, manifestando-se de diversas formas, entre elas pelas palestras e minicursos oferecidos pelos pesquisadores, visitas aos laboratórios de pesquisa, aceleradores de partículas e centros de controle e processamento de dados, oficina, sessões de perguntas e respostas ao final de cada dia do curso, momentos informais, como refeições e deslocamentos entre um prédio e outro, ao final das palestras, atividades culturais, etc.

Destacamos que a circulação intracoletiva de ideias pode ocorrer ainda internamente no círculo esotérico (entre pesquisadores) e pode ser designada como tráfego intraesotérico (OLIVEIRA, 2012). De forma mais geral, esse tráfego, no âmbito da ciência dos periódicos, ocorre por meio de publicações de trabalhos em periódicos e congressos (entre os pares), bolsas de iniciação científica e de pós-graduação (que contribuem para a interação entre os membros das diferentes camadas do círculo esotérico) e, ainda, na realização de palestras, seminários e reuniões de grupos de pesquisa. No contexto mais específico da Escola de Física do CERN é comum pesquisadores assistirem a palestras de outros colegas durante o curso ou, até mesmo, acompanharem os professores em visitas a laboratórios que não sejam aqueles aos quais estão vinculados. Vale destacar que, em geral, pesquisas em física avançada (como a física de partículas) exigem que os investigadores sejam experts em tópicos da sua respectiva linha de pesquisa, desconhecendo muitas vezes especificidades e o estado da arte em linhas adjacentes. A presença dos pesquisadores na Escola de Física do CERN propicia também a oportunidade deles terem conhecimento do que está sendo desenvolvido por outros grupos de pesquisa que trabalham no mesmo centro por meio de um evento que não é específico da área, caracterizando a circulação intracoletiva de ideias neste círculo esotérico (tráfego intraesotérico). A nossa pesquisa não objetivava investigar a interação entre

pesquisadores, por essa razão não analisamos em detalhe essa situação. Seguramente, este pode ser um campo fecundo para investigações futuras e/ou continuidade daquela que aqui é relatada.

Além disso, é possível ainda o estabelecimento de circulações de ideias entre os professores (tráfego intraexotérico) acerca desses saberes científicos. Essa discussão é apresentada mais adiante, cômicos que Fleck pouco detalhou essa instância de circulação de ideias, como salientado por Oliveira (2012, p. 128):

Fleck não se ocupou do tráfego intraexotérico, mas suas análises do tráfego intraesotérico, em grande parte conhecidas pelos escritos de Kuhn, transformaram a maneira de se perceber a história e a prática da ciência.

A Figura 8 apresenta novamente o coletivo de pensamento da física de partículas com seus círculos exo e esotéricos. As linhas com setas duplas na figura representam as circulações intracoletivas de ideias que podem ser intraeso, intraexo e entre os círculos eso e exotéricos.



Figura 8: Representações das circulações intracoletivas de ideias.

Para fins de padronização para o restante da leitura utilizaremos o termo circulação intracoletiva de ideias para remeter à interação entre os diferentes círculos do mesmo

coletivo de pensamento (ou seja, exo-eso, entre professores e pesquisadores). Tráfegos intraesotérico e intraexotérico serão empregados para designarem as interações entre os pares de um mesmo círculo. O primeiro, entre cientistas; o segundo, entre professores.

6.1.1 A circulação intracoletiva de ideias

Pela programação apresentada no Quadro 1 da página 26, podemos constatar que a Escola de Física do CERN está organizada basicamente em palestras e visitas técnicas. Logo, as circulações intracoletivas de ideias ocorrem principalmente nesses momentos. Outrossim, essas atividades sempre têm os pesquisadores como protagonistas, pressupondo uma participação passiva dos professores. Esse tipo de estrutura nos permite afirmar que a Escola de Física do CERN está baseada em um modelo que remete à racionalidade técnica (CONTRERAS, 2012). A racionalidade técnica possui uma visão epistemológica positivista tomando o professor como um indivíduo que retransmite os conhecimentos produzidos pelos cientistas. Segundo Contreras (2012, p.101):

A ideia básica do modelo de racionalidade técnica é que a prática profissional consiste na solução experimental de problemas mediante a aplicação de um conhecimento teórico e técnico, previamente disponível, que procede da pesquisa científica.

O modelo da racionalidade técnica não prevê imprevistos e deliberações por parte do professor, uma vez que não atribui autonomia para ele. Nos parece que os organizadores da Escola de Física do CERN consideram que uma vez discutido aspectos científicos envolvendo a física de partículas, os professores têm capacidade de replicarem tais assuntos em suas aulas. Não há espaço para a reflexão e debates com fins pedagógicos, o que se pode constatar por uma programação cujas atividades privilegiam as falas dos pesquisadores, bem como a ausência de uma intencionalidade educacional nos objetivos da Escola de Física do CERN elencados por Garcia (2015). O desenvolvimento de aspectos teóricos descontextualizados da realidade escolar podem dificultar a interação entre professores e cientistas, bem como formações continuadas estruturadas na forma de palestras limitam a mudança na prática docente (OLIN e INGERMAN, 2016).

Avaliando o teor do minicurso e das palestras e pelo fato de serem ministrados por pesquisadores vinculados ao CERN podemos inferir ainda que suas abordagens se atêm ao nível das ciências dos periódicos e dos manuais (FLECK, 2010). Essa proposição é reforçada nas palavras do professor Paulo César, que reproduz o discurso de um dos palestrantes:

Nós vamos ver física de partículas no mais alto nível que tem, no nível que os pesquisadores do CERN veem [...]

No minicurso sobre física de partículas os conhecimentos discutidos já foram sistematizados pela física, sendo apresentados como “certezas” e sendo representativos do pensamento majoritário do círculo esotérico dos físicos de partículas. Isso remete à ideia de Bakhtin (2006) de que este é um conhecimento que já perdeu as aspas, ou seja, ele não é pessoal, mas representa as ideias hegemônicas de um coletivo. Essas idiossincrasias apontam para a ciência dos manuais que tem a característica de impor e coagir, mantendo a unidade do estilo de pensamento para os especialistas e direcionando a formação dos professores (FLECK, 2010).

Algumas palestras também apresentam características das ciências dos manuais. Entretanto, a grande maioria das falas dos pesquisadores está no nível da ciência dos periódicos, uma vez que retratam resultados recentes e que ainda carecem de aceitação na comunidade acadêmica. Ademais, ao discutirem-se proposições de pesquisas futuras e questões em aberto nesse ramo, também se fala na esfera da ciência dos periódicos, pois apresentam elementos que circulam pela incerteza, provisoriedade, dúvida, propondo, muitas vezes, hipóteses pouco estruturadas. Os resultados das pesquisas mais recentes não são consenso no grupo de especialistas, podendo ser visto como ousado, desafiador e inovador (FLECK, 2010).

Por transitarem entre as ciências dos periódicos e dos manuais, os pesquisadores têm um conhecimento profundo e específico da física de partículas o que envolve, dentre outras questões, um conhecimento avançado em métodos matemáticos e computacionais, técnicas peculiares de análise de dados e de procedimentos experimentais. Os problemas em aberto na área são bem conhecidos por eles e possuem uma linguagem específica com jargões e termos próprios. Com isso, no seu dia-a-dia o pesquisador do CERN se apresenta inscrito na formação discursiva da ciência dos periódicos, recorrendo muitas vezes à formação discursiva da ciência dos manuais. Em contrapartida, os professores participantes da Escola de Física do CERN estão inscritos na formação discursiva da ciência dos livros didáticos, logo, não dominam as especificidades da área, o que pode desencadear tensões e relações de poder no âmbito desse curso de formação. O professor Clemer também tem essa percepção:

[...] até o quarto dia de curso eu acho que eles estavam abordando de acordo com o Ensino Médio, pelo menos eu tinha condições de desenvolver isso na escola onde eu trabalho. Já no quinto e sexto dias, nas palestras no caso, quando eles começaram a falar sobre as linhas de Feynman, assimetrias aí eu acho que estava muito além do Ensino Médio. (Clemer)

O professor Clemer participou de uma edição anterior a de 2016. A programação dessa edição era um pouco diferente da apresentada anteriormente (Quadro 1). Entre as diferenças, está o fato de que o minicurso de introdução à física de partículas era de apenas três horas e palestras como o sistema de aquisição de dados estavam incluídas. Ademais, nos primeiros dias de formação ocorriam visitas, minicurso e palestras mais gerais, figurando na ciência dos manuais. Os últimos dias apresentavam temas mais específicos e questões em aberto da física de partículas, configurando a ciência dos periódicos. Talvez essa divisão tenha feito com que o professor Clemer se sentisse mais confortável com as abordagens da ciência dos manuais em detrimento à ciência dos periódicos. Destaca-se ainda que o professor Clemer utiliza a expressão *linhas* - quando o correto seria diagramas de Feynman- mostrando que mesmo depois de um ano da participação na Escola de Física do CERN e tendo preparado diversos materiais envolvendo física de partículas para utilizar em sala de aula ele não se apropriou de uma expressão comum entre os cientistas.

O enunciado de Paulo César corrobora a ideia de que a linguagem dos pesquisadores se situava no nível das ciências dos periódicos e dos manuais:

O nível abordado lá foi para físicos pesquisadores da área. (Paulo César)

O discurso da professora Rafaela também reforça essa ideia, de forma que os termos sublinhados interpretamos referirem-se à ciência dos periódicos:

[...] óbvio que alguns cursos foram pesados [...] tem vários palestrantes e eles vão falar do que fazem lá e é conteúdo de física pesado. Tudo que não está dentro do que - pelo menos eu que trabalho com Ensino Médio, não estou acostumada mais a estudar aquela quântica toda, aquela coisa toda- a gente deixa um pouco isso de lado. (Rafaela)

O discurso da professora Rafaela está alinhado com o que preconiza Gade (2015a), Olin e Ingerman (2016), ou seja, aqueles aspectos apresentados pelos cientistas e que não têm uma aplicação direta em sala de aula são muitas vezes desconsiderados pelos professores. Além disso, segundo Norris (1995) aspectos fronteiraços da ciência são relativamente triviais para os cientistas, afinal eles trabalham diariamente com isso. Entretanto, para os professores esses conceitos estão muitas vezes distantes das suas práticas diárias, revelando-se descontextualizados e incompreensíveis para eles, fazendo com que muitas vezes não os considerem.

O trecho sublinhado no discurso abaixo expressa essas ideias, bem como a da relação que os professores buscam entre o discutido no CERN e suas práticas docentes (GADE, 2015).

[...] eles vão explicando, explicando e explicando tanto que tinham alguns pontos que nós pedíamos para ir um pouco mais devagar [...] eu achava que os pesquisadores falavam mais

rápido, eles faziam referências sempre ao que eles desenvolvem no CERN e não ao que é direcionado para o Ensino Médio. (Clemer)

Ao usar a expressão *explicando, explicando e explicando tanto* emerge a ideia de que o pesquisador aprofundava na exposição teórica aspectos pormenores. Os enunciados dos professores Paulo César, Rafaela e Clemer recém apresentados reforçam também a ciência dos periódicos abordada nas palestras. Segundo Hemsley-Brown e Sharp (2003) o uso de termos específicos e linguagens especializadas (ou seja, no nível da ciência dos periódicos) podem dificultar a construção de novos conhecimentos por professores participantes de formações continuadas.

Além disso, os discursos dos professores corroboram a ideia de que as circulações de ideias entre professores e pesquisadores se referem a saberes científicos específicos à física de partículas, uma vez que os professores revelam não ocorrerem relações com o Ensino Médio, fortalecendo nossa primeira premissa de tratar-se de um único coletivo de pensamento.

Enfim, podemos considerar que os professores estão inscritos em uma formação discursiva da ciência dos livros didáticos, uma vez que de forma recorrente buscam relação entre o que é abordado na Escola de Física do CERN e aquilo que podem trabalhar em sala de aula. Essa postura revela também a posição-sujeito assumida pelos professores. Neste aspecto a preocupação maior deles parece ser com *o que e como* das/as temáticas que estão sendo abordadas podem ser levadas ao Ensino Médio. Isso nos faz interpretar que os professores assumem uma posição de “transmissores” do conhecimento e não de alunos ou aprendizes durante a formação continuada, diferente do constatado por Drayton e Falk (2006).

A professora Rafaela afirma que em algumas palestras teve dificuldade de acompanhar os conteúdos:

Então um ou dois lá eu achei que... Eu "boiei".

Entretanto, no geral a professora revela um bom entendimento dos cursos:

Eu achei o curso muito acessível. A maior parte deles. Não estou dizendo que todos os cursos foram aquela tranquilidade, mas a maioria deu para a gente entender legal. (Rafaela)

Os professores Larley e Fernando tiveram a mesma impressão:

Para mim estava bem razoável, eu estava bem no momento lá do mestrado que estava fazendo uma disciplina de mecânica quântica, daí conseguia acompanhar algumas coisas. Não estava assim tão leve o conteúdo, mas também não tão radical, não foi tão absurdo o aprofundamento que eles deram. (Larley)

[...] pensando em pessoas formadas em física e interessadas pelo tema e tal, eu acho que estava apropriado. (Fernando)

No nosso ponto de vista consideramos que os cursos mais relacionados à ciência dos manuais são de mais fácil compreensão por parte dos professores, pois apresentam uma física já consolidada e aceita. A ciência dos manuais tem esse caráter coercitivo e é revelada como referência na área, representando o consenso do estilo de pensamento (OLIVEIRA, 2012). Em contrapartida, assuntos relacionados à ciência dos periódicos suscitavam mais dúvidas e dificuldades de entendimento para os professores. Isso nos parece razoável, uma vez que a ciência dos periódicos é representada pelas pesquisas mais recentes, muitas vezes sendo exibidas na forma de um recorte de uma teoria mais ampla, tendo um caráter provisório (FLECK, 2010). A sua compreensão exige um conhecimento mais atual e específico da física de partículas que por vezes os professores não possuem, como comentado pelo professor Fernando:

O olhar deles (pesquisadores) e a abordagem deles considera diferentes pressupostos, e esses pressupostos fazem com que, por exemplo, um aluno de Ensino Médio se tivesse ali, ou um professor ali pensando no Ensino Médio acaba não sendo contemplado com o discurso, porque considera que eles sabem certos conceitos, mas na verdade não sabem.

O professor Fernando, em outras palavras, formula o conceito do ver formativo de Fleck, no qual o olhar do pesquisador pode ter uma direção um pouco diferente do professor, revelando estarem inscritos em formações discursivas distintas.

É interessante que outros professores não têm essa percepção e relacionam as palestras com temas das ciências dos manuais como sendo aquelas que os ministrantes possuíam maior didática:

Então achei que alguns cursos eu consegui acompanhar porque houve essa preocupação dos professores tornarem as aulas mais didáticas, mais acessíveis e com exemplos mais didáticos. (Rafaela)

Um curso que eu gostei bastante por ser muita física, como o pessoal diz, física dura [...]. Foi um curso que a gente teve todos os dias [...] o pesquisador foi extremamente didático e ele deu a parte mais enjoada. (Rafaela)

Este curso ao qual a professora Rafaela refere-se é o de introdução à física de partículas, com quatro horas de duração. Nele são abordados aspectos da física moderna e da física de partículas já consolidados, ou seja, remete à ciência dos manuais e explica o fato da professora ter tido maior facilidade em acompanhá-lo. Porém, ao referir-se às palestras relacionadas a temas mais recentes, da ciência dos periódicos, a impressão da professora Rafaela era outra:

[...] tem vários palestrantes, eles vão falar do que fazem lá e é conteúdo de física pesado (Rafaela)

A expressão *fazem lá* explicitada pela professora remete às pesquisas atuais, as quais ela associa a um *conteúdo de física pesado*, relacionado à ciência dos periódicos que para a compreensão exigiria elementos do estilo de pensamento que a professora não possui. Os grifos nos recortes discursivos abaixo representam paráfrases, ou seja, remetem à mesma ideia interpretada acima, mas emprega palavras diferentes (PÊCHEUX, 2014):

Porque eles se afastam um pouco dessa realidade nossa talvez. (Rafaela)

Acho que tem professor que não se preocupou muito. Não sei nem se é preocupação ou o conteúdo do curso [...] (Rafaela)

Identifiquei a preocupação de dar uma palestra, mas como fosse uma palestra formal. (Fernando)

Por exemplo, se eles estavam explicando algo sobre o que eles desenvolvem, eles não têm didática para explicar. (Clemer)

O professor Clemer, em um claro exercício do esquecimento do Tipo 2 (ORLANDI, 2015), enuncia que, ora os pesquisadores não têm didática para explicar, ora falam rápido. Esses fatores determinaram alguma dificuldade de compreensão por parte do professor, embora não tenha afirmado ter algumas limitações nos conhecimentos envolvidos.

Muitos dos professores antes da ida ao CERN, estudaram alguns tópicos de física de partículas, recorrendo à ciência dos manuais, como dito pela professora Rafaela:

Eu estudei antes um pouco em casa. Para você ter uma ideia eu peguei antes uns artigos para não chegar lá completamente [...] (Rafaela-pré)

Não nos parece provável que professores do Ensino Médio se preparem para a ida ao CERN lendo artigos em periódicos especializados em pesquisas avançadas em física de partículas. Acreditamos que tenham buscado materiais disponíveis em livros e em diversos artigos direcionados a professores do Ensino Médio como os publicados nas revistas Física na Escola e Revista Brasileira de Ensino de Física (PLEITZ, 2004, 2008; HELAYËL-NETO, 2005; ABDALLA, 2006; SILVA e NATTI, 2007; MOREIRA, 2009; ALSOP e BEALE, 2013; VIDAL e MANZANO, 2010; PEREIRA, 2011; PIMENTA et al, 2013; KNEUBIL, 2013; NÓBREGA e MACKEDANZ, 2013). Além disso, como relatado pelos professores Clemer e Paulo César em entrevistas realizadas antes da ida ao CERN, a Secretaria de Assuntos para o Ensino da SBF envia materiais de apoio aos professores para que eles “se preparem” para o curso. Esses materiais transitam entre as ciências dos manuais e dos livros didáticos:

[...] eu já li algumas coisas que os professores Nelson e Nilson estão nos enviando. Eles estão indicando livros para nós, depois acho que dois textos se não me engano, e mais dois textos que os próprios alunos indicaram. Depois eles mandaram um guia para nós falando o que é o CERN. (Clemer-pré)

O coordenador, o professor Nelson disponibilizou uma dissertação de mestrado sobre a área como um elemento básico (relacionado a um produto educacional de um mestrado profissional) e tem alguns outros textos também. (Paulo César-pré)

Aferimos que os professores, apesar de trabalharem no seu dia-a-dia com a ciência dos livros didáticos, foram formados nas ciências dos manuais e a ela recorrem em diversas situações. Já o cotidiano dos pesquisadores é no domínio da ciência dos periódicos e, da mesma forma, buscam a ciência dos manuais em várias circunstâncias. Entretanto, na circulação intracoletiva de ideias estabelecida na Escola de Física do CERN os professores transitam entre as ciências dos periódicos e dos manuais, tendo uma maior familiaridade com a segunda do que com a primeira, pois essa exige elementos do estilo de pensamento que os professores não possuem. Contudo, pelos professores praticarem a ciência dos livros didáticos, parece que eles esperavam que essa fosse contemplada na Escola de Física do CERN, fato que não ocorreu, reforçando a ideia de que os saberes envolvidos na Escola de Física do CERN são científicos e não pedagógicos. Essa questão está muito presente nos discursos dos professores:

Olha, eles não deram dicas de como fazer. Ficou bem claro que eles chamam o professor para lá para que se aprenda e que se tome contato com esses conteúdos. (Iarley)

É, porque os pesquisadores não tinham essa preocupação [...] mas em geral eu não percebi essa preocupação de levar aquilo para o Ensino Médio. A fala do palestrante não era voltada para professores que vão levar aquilo para o Ensino Médio. Eu não percebi isso claramente, eu não identifiquei essa orientação na fala. Identifiquei a preocupação de dar uma palestra, mas como fosse uma palestra formal, sem uma orientação para professores que atuam no Ensino Médio, de modo que eles possam levar aquilo para o Ensino Médio. (Fernando)

Então o CERN quis trabalhar isso do desenvolvimento da física de partículas com os professores e essa atualização da forma mais pesada possível, sem se preocupar como o professor iria passar isso para o Ensino Médio. Não teve esta questão didática, não rolou! (Paulo César)

Os enunciados dos professores revelam que os assuntos discutidos na Escola de Física do CERN não tinham uma implicação direta com a sala de aula. Isso vai de encontro ao proposto por Grotzer (s.d) que afirma ser necessário valorizar os conhecimentos dos professores. Estes não devem ser considerados apenas como aprendizes. Interpretamos que muitos pesquisadores tinham o objetivo de falarem sobre suas pesquisas sem se preocuparem se os professores estavam acompanhando suas palestras e sem considerarem as experiências de sala de aula trazidas por eles.

O professor Paulo César reproduz o discurso de um palestrante:

Nós vamos ver física de partículas no mais alto nível que tem, no nível que os pesquisadores do CERN veem para que vocês façam a atualização mais profunda que tem e utilize de todo o seu know-how de professor para fazer a adequação ao nível dos seus alunos. A adequação ao nível eles deixaram sobre nossa responsabilidade.

Fica evidente aqui as condições de produção estabelecidas nesse contexto. O pesquisador enuncia que está lá para discutir a física como é trabalhada no mais alto nível em um dos maiores centros de pesquisa em física do mundo. Em um processo de posição ativa responsiva (BRAIT, 2005) o pesquisador se antecipa alertando que as questões pedagógicas não serão abordadas. O pesquisador faz isso, possivelmente sabendo que está cercado de professores que poderiam perguntar por essas relações. Por não dominar esses aspectos educacionais, já lança de antemão a informação que os conteúdos serão apenas de física de partículas e que a questão pedagógica fica por conta de cada um, afinal, são professores. Essa atitude reflete a inscrição dos pesquisadores na formação discursiva da ciência dos periódicos que trazem aspectos recentes da física de partículas, mas não incorporam elementos didáticos. Além disso, os enunciados também carregam implicitamente uma carga ideológica na qual o cientista, por estar ligado à pesquisa, não se preocupa com a educação, bem como reforçam a ideia de que professores e cientistas estão inscritos em formações discursivas distintas:

Então no caso desses professores porque eles não são professores, porque eles são pesquisadores, né?! Não sei eles vivem numa realidade que é diferente da minha. (Rafaela)

Eles só não sabiam fazer referências ao Ensino Médio [...] É que eles não sabem o que é Ensino Médio, né? (Clemer)

Os enunciados dos professores Rafaela e Clemer apresentam elementos do interdiscurso. O interdiscurso está relacionado à memória, ou seja, àqueles dizeres já ditos e esquecidos, construídos histórica e coletivamente e que são revelados, adquirindo sentidos nos discursos dos professores (ORLANDI, 2015). Neste caso, o interdiscurso diz respeito justamente à ideia de que os pesquisadores não têm didática. Eles vivem em uma realidade alheia aos “meros mortais” e se preocupam apenas com suas pesquisas. Além disso, como sinalizado por Drayton e Falk (2006) os pesquisadores podem ter uma postura transmissiva tradicional, tendo atitudes pedagógicas diferentes daquelas que os professores defendem, o que poderia desencadear conflitos entre esses dois grupos.

Apesar da Escola de Física do CERN estar centrada em saberes científicos da física de partículas, os professores explicitam preocupações em como transpor esses conhecimentos à educação básica. Isso aponta para a inscrição dos professores na formação discursiva da ciência dos livros didáticos, uma vez que essa, nas palavras de Fleck (2010, p. 166), *ocorre de acordo com métodos pedagógicos particulares*. Com essa

afirmação, nos parece sensato considerar que os professores tragam para a Escola de Física do CERN esses aspectos pedagógicos, uma vez que corresponde à formação discursiva na qual estão inscritos. Os pesquisadores não têm essa preocupação pois estão inscritos na formação discursiva das ciências dos periódicos.

Os professores, durante as entrevistas realizadas, salientaram a necessidade e a falta que sentiram de atividades relacionadas ao ensino:

O que eu deixei de sugestão na época quando eu fui é que eu acho que deveria ter mais atividades práticas [...] eu até citei criações de modelos com Quarks e com partículas de interação para ficar mais fácil de visualizar. Isso aí eu deixei como sugestão para eles também. (Clemer)

E destacaram também a necessidade em adequar aquilo que era abordado pelos pesquisadores com a realidade da sala de aula:

Agora, quando eu voltei eu tive que fazer uma seleção de coisas para poder passar para os meus meninos. Porque nem tudo a gente consegue passar para eles. (Rafaela)

[...] eu levei uma semana para pegar os slides que eu recebi de lá e fazer a adaptação para eu poder usar com meus alunos. (Paulo César)

Então tem sim que fazer uma baita de uma transformação, uma baita de uma transposição dessas conversas [...] (Iarley)

Os grifos acima remetem à paráfrase e, no nosso modo de interpretar podem ser associados ao processo de transposição didática sugerido, por exemplo, por Chevallard (1995). Assumimos ser possível traçar paralelos entre as ciências trazidas por Fleck (2010) e a ideia de transposição didática proposta por Chevallard (1995). Para esse autor existem três instâncias do saber: o saber-sábio, que é aquele construído no âmbito das comunidades científicas; o saber-a-ensinar, adequados pelos escritores de livros didáticos e de programas de ensino e o saber-ensinado que é efetivamente levado à sala de aula. Aquele, leva em consideração o conhecimento científico, este, o conhecimento escolar e esse, o conhecimento do aluno.

Neste sentido, os saberes construídos nas esferas científicas sofrem transformações até se tornarem saberes escolares. Isso ocorre porque os objetivos e intencionalidades das comunidades científicas são distintos aos da escola. A esse processo Chevallard denomina de transposição didática, ou seja:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática (CHEVALLARD, 1995, p.39).

Chevallard considera que existem instituições (como órgãos governamentais e editoras de livros didáticos) que selecionam quais saberes sábios devem ser adequados e ensinados. Os autores de livros didáticos fazem então, uma primeira transposição entre o saber-sábio e o saber-a-ensinar. A partir do saber-a-ensinar, o professor, levando em consideração os interesses dos alunos, aspectos sócio-históricos e outras questões, define quais desses saberes são fundamentais para serem discutidos no contexto específico da sala de aula, realizando uma nova transposição didática, por sua vez, para os alunos: o saber-ensinado.

Podemos associar o saber-sábio de Chevallard com o conhecimento produzido nas ciências dos periódicos e o saber-a-ensinar àqueles relacionados à ciência dos manuais e dos livros didáticos. Na ciência dos livros didáticos ainda estaria o saber-ensinado, levando a efeito a ideia de Fleck de que esta ciência possui metodologias pedagógicas próprias, que podem, porque não, envolverem esses processos de transposição.

Quando o pesquisador afirma que *não está ali para ensinar os professores a ensinarem física de partículas para os alunos de Ensino Médio e que vai abordar a física de partículas que se estuda no CERN* deixa claro que está se referindo ao saber-sábio e que a transposição didática fica a cargo dos professores, afinal *como ensinar a gente pressupõe que isso já normal para vocês*.

O distanciamento entre o que a Escola de Física do CERN apresenta (ciência dos periódicos/saber-sábio) e a realidade da educação básica (ciência dos livros didáticos/saber-ensinado) foi um aspecto muito presente nos discursos dos professores entrevistados. Na visão de Olin e Ingerman (2016) o distanciamento entre os aspectos teóricos apresentados pelos cientistas e a realidade profissional dos professores é um fator que dificulta a construção de novos conhecimentos.

Quando questionado se deveria fazer alguma adaptação à realidade escolar, a resposta do professor Larley foi:

Totalmente, eu diria.

O professor Clemer é o único que não vê dessa forma:

Já havia uma transposição. [...] Então, eu acho que 80% do que foi passado lá é possível abordar no Ensino Médio.

Alguns professores entendem que essa tarefa de realizar a transposição didática é ofício do professor:

Neste caso diretamente para os alunos tem que ter adequação, mas aí entra nossa parte didática para a gente estar adequando. [...] Para os alunos em si, a gente tem que mudar um pouco a linguagem para atingi-los. Mas eu acho que a ideia deles é justamente essa. O professor tem essa didática de transformar algo para levar para seus alunos. (Marcos Antônio)

Você tem que dar uma "enxugadinha" para dar um panorama do que que é feito lá. Eu acho que a ideia é essa. (Rafaela)

Os termos com sublinhado simples remetem ao conceito de transposição didática, contudo, os professores empregam outras palavras, como previsto no conceito de paráfrase da análise de discurso. Talvez os professores não tenham conhecimento desses conceitos específicos, uma vez que estão mais relacionados a conhecimentos pedagógicos atuais, ou, como definido por Tardif (2002), referem-se aos saberes da formação profissional e não são utilizados corriqueiramente em sala de aula.

Já os sublinhados duplos no enunciado do professor Marcos Antônio referem-se aos saberes experienciais, ou seja, aqueles ligados à prática docente e desenvolvidos a partir da experiência *in loco* (TARDIF, 2002). A experiência docente do professor Marcos Antônio dá subsídios para que ele realize a transposição didática entre o saber sábio e o saber-ensinado.

Os professores Paulo César e Fernando, apontam a dificuldade que alguns professores poderiam encontrar em realizar tal transposição didática:

Aí eu faço a análise crítica. Eu que sou estudante da área de educação consigo fazer a contento uma adaptação ao nível, mas isso não é uma coisa comum a todos os nossos colegas. Nossos colegas que têm mestrado e doutorado na área de física teórica ou experimental têm uma dificuldade gigante de fazer uma adequação ao nível. E é importante que o aluno da educação básica veja física de partículas da forma que ele possa entender, porque o maior legado que você pode dar em um ou dois meses de estudos em uma determinada área é noção daquilo.

[...] acho que o problema é a dificuldade em materializar aquilo e pensar aquilo para o Ensino Médio. (Fernando)

O professor Paulo César parece levar em conta a dificuldade que profissionais formados em áreas relacionadas à física teórica ou experimental teriam em realizar a transposição didática, o que pode se referir a elementos do interdiscurso, no qual pesquisadores em ciências não dominam aspectos pedagógicos. Contudo, o professor não leva em consideração que é requisito para a participação na Escola de Física do CERN atuar na educação básica, o que, à luz dos saberes experienciais de Tardif (2002), facilitaria a execução de tal transposição. Entretanto, a preocupação do professor Paulo César se confirma nos discursos do professor Larley:

Agora, como fazer essa transposição didática, não tenho muitas pistas. (Larley)

Destacamos que o professor larley é o participante da nossa pesquisa com menos tempo de formado e de atuação na educação básica (3 anos). Talvez ele ainda não tenha construído habilidades para realizar tal transposição, podendo vir a desenvolvê-la ao longo de sua carreira.

Essa noção de como fazer essas transposições didáticas e de como transformar aquele tipo de conteúdo em objeto de aplicação em sala de aula. [...] Porque a gente teve mais momentos de formação de física, no núcleo de física, digamos assim e como transformar isso? Porque é uma escola para professores que vão ter esse trabalho depois e, noções disso não foram muito trabalhadas. (larley)

O enunciado do professor larley reforça a ideia de que os organizadores da Escola de Física do CERN estruturam o curso pautados em uma racionalidade técnica, na qual bastaria apresentar os conceitos que os professores os executariam em sala de aula. Outrossim, também reflete a ideia proposta por Rosendahl e Rönnerman (2006) de que os professores adotam posturas passivas e esperam receber todas as novas informações de forma pronta. Além disso, a Escola de Física do CERN parece se alinhar com o alertado por Wright (2015), ou seja, de que os cientistas apresentam aspectos teóricos que não estão em sintonia com a realidade escolar, tampouco favorecem que os professores colaborarem com adequações entre aquilo que é proposto pelos especialistas e o contexto da sala de aula.

[...] algumas palavras já estão no nosso jargão como próton e elétron tudo bem, mas quando se fala em hádron, quarks, cor, sabor e essas coisas não são fáceis de transmitir, quando está fora de contexto fica complicado. Então tem sim que fazer uma baita de uma transformação, uma baita de uma transposição dessas conversas [...] (larley)

Pelo recorte discursivo do professor larley, interpretamos que sua maior dificuldade está em adequar os termos da ciência dos periódicos para a ciência dos livros didáticos. O professor diferencia as duas ciências, quando usa a expressão *já estão no nosso jargão* está se referindo à ciência dos livros didáticos, uma vez que prótons e elétrons são partículas trabalhadas no Ensino Médio. Já termos como hádron e quarks são das ciências dos periódicos (e dos manuais), exigem transposição didática e uma maior compreensão de conceitos da física de partículas. Além disso, o professor larley prevê dificuldades em por exemplo, trabalhar com os termos sabor e cor, uma vez que em física de partículas essas palavras têm um sentido diferente do que usualmente estamos acostumados, remetendo ao conceito bakhtiniano de signo (MIOTELLO, 2005; BARROS, 2012).

Alguns professores não tiveram formação em FMC na graduação e, tinham que se preocupar em primeiro aprender o que estava sendo abordado para depois pensar na transposição:

[...] eu penso que vários professores lá estavam tendo contato com essa temática pela primeira vez. Inclusive eu era um desses casos. Estavam sendo iniciados naquela temática e nesse sentido, eu acho que o discurso dos palestrantes deveria ter como preocupação maior com esse público alvo. Que são pessoas licenciadas, que eu suponho que em geral, não necessariamente tiveram essa temática discutida e aprofundada no curso de graduação que fez. (Fernando)

Porque eu achei que para o nível do professor não, a gente já tem uma noção do que se trata. Por mais que a gente não tenha graduação específica na área, nem na minha graduação tinha um conteúdo específico em física de partículas ou de física moderna, mas a gente já lia um bocadinho de coisas, estava lendo e conseguimos acompanhar tranquilamente. (Marcos Antônio)

Interpretamos que o professor Fernando sente falta de os pesquisadores utilizarem uma linguagem mais adequada ao público da Escola de Física do CERN, o que está de acordo com o proposto por Hemsley-Brown e Sharp (2003) que sugerem que os especialistas evitem termos técnicos e específicos das suas áreas durante atividades envolvendo formação de professores. A abordagem de uma ciência muito além daquela que o professor está habituado a vivenciar pode despertar insegurança nele e o sentimento de que é incapaz de construir novos conhecimentos da área apresentada, comprometendo os objetivos da formação continuada (PELAEZ e GONZALEZ, 2002). Essa possibilidade se esteve presente no discurso da professora Rafaela:

Agora, muita coisa ali, eu confesso a você, passou batido, não entendi nada. Tinha hora que tinha uma palestra que eu acho que fiquei meia-hora, eu tentava e tentava e, falei "ah, quer saber? Ela não quer me fazer entender isso".

Pelas interpretações dos discursos dos professores participantes da Escola de Física do CERN, concluímos que a interação professor-cientista se aproxima da segunda modalidade de interação destacada por Drayton e Falk (2006), na qual professores e cientistas interagem por um curto intervalo de tempo e de forma pontual. A interação ocorre majoritariamente por meio de palestras e oficinas com temáticas científicas, tendo os professores uma posição passiva. Acaba-se não se levando em conta os conhecimentos dos professores, que são considerados apenas como aprendizes e receptores do que os cientistas desejam expor. Segundo Olin e Ingerman (2016), quando os professores assumem posturas passivas e as formações docentes ocorrem na forma de palestras, a mudança na prática docente fica dificultada. Além disso, a abordagem na Escola de Física do CERN não busca adequar as ciências dos periódicos e dos manuais à ciência dos livros didáticos, como afirma o professor Fernando:

Acho que o ponto negativo é [...] que os professores de lá poderiam ter tido um pouco mais de preocupação no sentido de tentar dar alguns direcionamentos nas palestras ou nas falas, pensando no Ensino Médio. Isso cabia a nós, embora sejamos professores e tal, mas eu acho que se eles tivessem tido uma preocupação maior com relação a isso, acho que facilitaria.

Assim, a Escola de Física do CERN trabalha apenas com saberes científicos, deixando a cargo dos professores realizarem as transposições didáticas necessárias.

Destacamos ainda que os professores não se colocam em posições hierárquicas distintas aos cientistas, o que pode impulsionar os efeitos da formação continuada (GADE, 2015a).

Nessa seção buscamos elementos para a compreensão da interação professor-cientista no contexto da escola de Física do CERN. Consideramos tratar-se de um único coletivo de pensamento no qual a circulação intracoletiva de ideias diz respeito ao estilo de pensamento relacionado à física de partículas. Os pesquisadores praticam a ciência dos periódicos e os professores, dos livros didáticos. Além disso, constatamos que algumas ações realizadas no âmbito da Escola de Física do CERN atendem às diretrizes definidas por pesquisadores que investigaram interações professor-cientista, em contrapartida, outras não. A interação entre os professores ocorre basicamente na forma de palestras e visitas técnicas das quais buscamos compreender suas implicações nos professores na próxima seção.

6.1.2 As Implicações da circulação intracoletiva de ideias

A partir dos discursos dos professores participantes de nossa pesquisa e da própria programação da escola de Física do CERN, constatamos que os momentos de interação com os cientistas ocorriam principalmente em situações formais, como durante as palestras e visitas técnicas, como destacado pelo professor Fernando:

Essa interação foi limitada àqueles momentos que eles tinham para falar sobre o que eles estavam ali para falar, fazer as apresentações. Por vezes acontecia assim, quando eu chegava para tirar alguma dúvida sobre algo relacionado à palestra, por exemplo. Ou algo relacionado à fala dele na apresentação de alguma coisa. Mas era um momento de dúvidas, não era um momento de discussões prolongadas. Até porque eu acho que uma coisa que dificultou isso - mas eu acho que faz parte até porque tem um cronograma - são os horários. Tudo era muito encaixadinho, muito na sequência e a gente tinha pouca margem para poder interagir e trocar de ideia. Era basicamente dar uma palestra e depois a gente não via mais. Ou fazendo a recepção lá naquele laboratório, naquele experimento e depois a gente não tinha mais contato. Então assim, a minha interação em particular aconteceu mais a partir de eventuais dúvidas que eu tinha, eu chegava para poder tentar esclarecer depois da fala da pessoa. (Fernando)

O recorte discursivo do professor Fernando, remete novamente ao modelo da racionalidade técnica presente na Escola de Física do CERN. Os pesquisadores se encontravam disponíveis para acompanharem os professores nas visitas técnicas ou para

ministrarem palestras, contudo, não havia espaço para a discussão e principalmente momentos nos quais os professores poderiam expor suas dúvidas e debaterem sobre a relação entre os saberes científicos e a realidade da sala de aula. Isso mostra que os organizadores da formação docente consideram os professores apenas como aprendizes e que somente os pesquisadores têm a contribuir com novos conhecimentos (GROTZER, s.d.). A programação muito inflexível e sequencial, sem momentos previstos para a reflexão das falas dos pesquisadores também remetem a uma educação bancária freiriana (FREIRE, 2005), sendo os cientistas transmissores das informações e os professores, receptores. Apesar dos professores assumirem essa postura passiva, constatamos nos discursos dos nossos participantes da pesquisa algumas implicações tanto das palestras quanto das visitas técnicas.

Uma parcela do cronograma de atividades da Escola de Física do CERN é destinada à realização de visitas técnicas. Os professores conhecem as salas de controle dos detectores e centros de processamentos de dados. Em algumas edições descem ao túnel do LHC e visitam alguns dos experimentos⁶. Essas visitas são acompanhadas por pesquisadores e/ou técnicos que detalham o funcionamento dos dispositivos. Ao visitarem alguns ambientes, pesquisadores que lá trabalham também recebem os professores dando-lhes detalhes do que lá é feito. O professor Clemer destaca que as visitas foram os momentos mais marcantes na sua participação na Escola de Física do CERN:

Então, foram as visitas técnicas que eu gostei mais de conhecer, os detectores eu achei a parte mais fantástica. Porque a gente vê no computador e às vezes em uma imagem na TV e por mais que eles comentem da grandiosidade, quando você está lá perto aí que você percebe [...] (Clemer)

Contudo, o mesmo professor silencia sobre o quanto as visitas impactaram na sua prática docente ou influenciaram nas atividades futuras realizadas por ele. A experiência é descrita apenas como vivencial e sensorial.

Então acho que todo mundo vai responder que foi descer a caverna. Foi ver o acelerador [...] foi realmente bacana porque a gente só via isso pelos vídeos. (Rafaela)

⁶ As regiões subterrâneas nas quais se encontram os detectores (também chamados de experimentos) são conhecidas como cavernas.

Assim como o professor Clemer, a professora Rafaela revela com entusiasmo que o momento mais marcante na sua experiência no CERN foi ter visitado o LHC. Ambos citam o fato de só terem conhecimento anteriormente dos dispositivos pelas mídias e que vê-los ao vivo é muito marcante.

Particularmente eu gostava muito das visitas porque eram conduzidas por pessoas que vivenciavam aquele ambiente e apresentavam uma série de coisas que eu acho que também contribuiu bastante para a nossa compreensão sobre o tema, sobre as pesquisas em andamento. (Fernando)

Os professores Clemer e Rafaela, descrevem as visitas técnicas como impactantes por conta de aspectos sensoriais e silenciam quanto às contribuições destas para a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos. Diferentemente dos colegas, o professor Fernando ressalta essa questão, ou seja, para ele as visitas técnicas contribuem para a compreensão das pesquisas e dos aspectos envolvendo física de partículas, bem como a relevância da presença de pessoas que estão à frente dessas pesquisas.

[...] ele nos levou para visitar a caverna, o acelerador. Então ele mostrava aqueles protótipos. Não tem aqueles menorzinhos lá? A gente ia com ele lá e ele ia mostrando o que cada parte daquela coisa imensa fazia. Isso eles mostraram, eu me lembro! Um feixe entra por aqui e vem um outro de lá. Aí a gente entrava em uma sala e tinha tipo um vídeo que eles mostravam para a gente mostrando cada etapa da colisão e os computadores que pegavam esses dados. [...] Ele mostrou lá para a gente a garrafinha do hidrogênio e tal, e falou: - Acontece isso, joga por aqui e vem de lá. - Ele simplificou como se fosse uma coisa básica e falava à medida que as pessoas perguntaram, mas tinha horas lá que eu "boiava". (Rafaela)

A professora Rafaela narra um exemplo de como ocorria uma visita técnica. A forma pela qual a professora descreve o funcionamento dos dispositivos nos faz interpretar que ela não se apropriou da física envolvida neles. O termo *boiava* reforça nossa interpretação. Entendemos ainda que a abordagem do pesquisador era descritiva, de forma a elencar aspectos técnicos dos dispositivos explicando como funcionam, sem apresentar os conceitos físicos relacionados. Além disso, o não-dito tem um peso importante na AD. Em nenhuma ocasião ao longo das entrevistas realizadas os professores manifestaram a possibilidade de explorar aspectos de física clássica a partir do funcionamento do LHC. Em outras palavras, os professores silenciaram quanto à possibilidade de abordar o LHC, por exemplo, como tema gerador para contextualizar aspectos da física que não sejam apenas relacionados à física de partículas. Esse silêncio se estende aos organizadores da Escola de Física do CERN o que, no nosso ponto de vista era esperado, uma vez que o estilo de pensamento majoritário no curso é o da física de partículas.

Como exemplo dessa possibilidade podemos citar o professor Ramón Cid Manzano da Universidade de Santiago de Compostela que, em colaboração com Xabier

Cid Vidal (seu filho), mantém um sítio⁷ no qual apresentam diversos aspectos do CERN e do LHC. Eles utilizam o acelerador de partículas como fonte de exemplos e situações das quais conceitos físicos possam emergir naturalmente (VIDAL e MANZANO, 2010a). Vale destacar que o professor Cid participou de um programa semelhante à Escola de Física do CERN (porém com duração de um mês) e seu filho (possivelmente influenciado pelo pai) seguiu a carreira científica e atualmente é pesquisador vinculado ao CERN. A maioria das atividades descritas no sítio foram publicadas em periódicos, como por exemplo a resolução de cálculos e analogias que podem ser levadas ao Ensino Médio, como a comparação da energia necessária para acelerar um próton no LHC e o processo de aceleração de elétrons em uma televisão com tubo (MANZANO e VIDAL, 2010). Em outro artigo seguem a mesma proposta, apresentando cálculos e conceitos de física trabalhados no Ensino Médio a partir de parâmetros do LHC. Nesse artigo em especial, a temática envolve baixas pressões, vácuo e teoria cinética dos gases. Os autores obtêm resultados muito interessantes, como constatar que a pressão no interior do LHC é cem vezes menor que a da Lua (VIDAL e CID, 2011). Vidal e Manzano (2010) apresentam sugestões e propostas didáticas interessantes para abordar conceitos de eletrostática pelo mesmo viés. Já no artigo de 2009 (CID e CID, 2009) os autores estimam as energias empregadas em vários componentes do LHC relacionando-as com valores típicos de energia liberadas em explosões de dinamites ou necessárias para fundir ouro. Fica claro que o objetivo dos autores é instigar os estudantes a se interessarem pelo LHC e tomarem contato com pesquisas atuais em física a partir da abordagem de conteúdos de física clássica, demonstrando que é possível discutir exemplos numéricos em sala de aula a partir de situações reais, bem como retratar o CERN em situações que não sejam exclusivamente relacionadas à física de partículas.

Infelizmente esse tipo de atividade não é sugerida pelos organizadores da Escola de Física do CERN, tampouco imaginada pelos professores participantes da nossa pesquisa.

Claro todos os momentos foram bons, mas quando a gente foi visitar o CMS que foi o detector que estava aberto para a gente foi fantástico. Porque tinha toda uma expectativa, descer na caverna e tal. Foi bacana, porque quando tu chegas lá tu te dá conta que o negócio é gigantesco e não é uma coisa tão pequenininha. Ver aquilo ao vivo é muito bacana! Ver quantas pessoas estavam empenhadas para construir aquele negócio e que não foi uma

⁷ <https://www.lhc-closer.es> (acessado em 22 de janeiro de 2017).

coisa da noite para o dia, foi todo um planejamento e tal. Eles partiram de uma concepção teórica que eles nem sabiam se tinham certeza ou não e que levou a construção daquela máquina gigante. É muito bacana! (larley)

O professor larley também destaca a visita ao experimento do LHC como o ápice das atividades da Escola de Física do CERN. Contudo, ele refere alguns elementos importantes acerca da natureza da ciência. No discurso do professor larley é possível identificar que ele reconhece o trabalho científico como um empreendimento humano coletivo, bem como que este não ocorre por meio de insights, mas que exige planejamento. Entende que concepções teóricas orientam procedimentos experimentais, bem como que dúvidas, incertezas e controvérsias andam de mãos dadas com o trabalho científico. O professor larley apresenta uma das características, entre outras, que Gil Pérez et al (2001) definem como essencial acerca do trabalho científico por parte dos professores que é compreender que as hipóteses baseadas nos conhecimentos adquiridos orientam a procura de dados e não as certezas baseadas em evidências. Contudo, algumas concepções desejáveis sobre a natureza da ciência o professor larley já possuía, de forma que a vivência no CERN ampliou-as:

Eu acho que não, porque eu já tinha a ideia de que ela (a ciência) não é feita só por gênios e tal. Só que quanto tu chegas lá, tu vês o número muito grande de pessoas que trabalham para o mesmo fim, para o mesmo objetivo. Já tinha esta dimensão que a ciência não é feita por uma pessoa sozinha e nem vai lá e revoluciona sozinha a ciência. Só que quando tu vês que tem tanta gente junta lá dá uma... Não sei... A minha visão deu uma expandida porque eu não imaginava tanta gente juntas e tantos países juntos trabalhando para o mesmo objetivo. Mas agora este fato de tecnologia e ciência estar juntos e não ter como se desmembrar. Tu vais melhorando um aparato tecnológico e com este melhoramento tu vai percebendo outras coisas na ciência que ajudam a fazer de novo uma tecnologia mais avançada e que por si só uma acaba ajudando na outra. Isso eu já tinha esta dimensão. No fundo não mudou, mas só percebi do que eu já entendia por desenvolvimento da ciência e tecnologia, eu já tinha essa noção. Só melhorou quando eu vi o número de pessoas estavam envolvidas e a distância que essas pessoas estavam, não precisam estar em um mesmo local para se ajudar a fazer. Porque tu tens esta noção, mas não tem esta percepção. E lá tu percebes que é muita gente junta. (larley)

No recorte discursivo do professor larley interpretamos que ele pratica um esquecimento do tipo 1 (ORLANDI, 2015), são palavras que perderam as aspas. O professor larley enuncia discursos de vozes do passado, vozes por exemplo de pesquisadores que atualmente são conhecidos (por outros pesquisadores) por representarem uma visão consensual da ciência. Nesta linha se incluem os trabalhos de Gil Pérez et al (2001) e Lederman et al (1992, 2002 e 2006). O professor larley traz elementos de visões desejáveis da natureza da ciência como os elencados por Gil Pérez et al (2001), envolvendo, por exemplo, as visões contrárias à individualista, elitista e socialmente neutra da ciência. Acreditamos que essa visão prévia acerca da natureza da ciência do professor larley seja oriunda da sua formação acadêmica, realizada em uma importante universidade do sul do país. Nela, temos conhecimento que a discussão de aspectos epistemológicos e

da natureza da ciência permeiam as disciplinas da graduação em física e podem ser a gênese dessas ideias no professor larley. Entretanto, o professor larley revela que a participação na Escola de Física do CERN ampliou suas concepções sobre ciência. O conceito de coletividade no trabalho científico se mostrou muito mais amplo para o professor. O entendimento de que a cooperação pode ocorrer entre pesquisadores de diversos países que não precisam estar necessariamente trabalhando no mesmo local físico são elementos importantes e construídos a partir de Genebra. A última frase do recorte discursivo sintetiza, no nosso ponto de vista, uma característica marcante da Escola de Física do CERN, os professores podem ter ideias apriorísticas sobre o fazer científico, sobre as pesquisas, sobre o CERN, mas a partir da vivência, passam a percebê-las e redimensioná-las.

A minha visão se ampliou bastante a partir do CERN. A partir dessa vivência no CERN eu pude verificar uma instituição de pesquisa científica que tinha trabalhando juntos pesquisadores de vários países do mundo. Essa questão de realmente verificar a colaboração internacional em termos de pesquisa científica, o quão importante é haver essa colaboração internacional e contudo, não precisar também estar todo mundo presente ali no CERN. Tem colaboração a distância, e essa a distância pode ser, no caso, envolve países de várias partes do mundo e, às vezes os colaboradores não precisam estar em laboratórios absolutamente grandes, como o próprio caso do LIP, que é um local bem restrito, mas que tem um papel bem importante lá na produção dos materiais para o CERN. Ou seja, a pesquisa científica acontece em rede, é uma coisa fundamental que ficou clara lá, mediante a colaboração de pesquisadores de vários países do mundo. (Fernando)

O discurso do professor Fernando é uma paráfrase do apresentado pelo professor larley. O professor Fernando também atribui ao CERN a ampliação da sua visão de ciência, principalmente no que diz respeito ao aspecto coletivo e cooperativo dos pesquisadores, bem como cita o LIP como um laboratório que contribui com o CERN. Antes de desembarcarem em Lisboa, os professores participantes da Escola de Física do CERN (de algumas edições, entre elas, a que o professor Fernando fez parte) realizam uma pequena parada em Lisboa. Na oportunidade conhecem colegas brasileiros também selecionados, bem como os organizadores do curso. Os professores possuem alguns turnos livres para visitarem a capital lusitana, mas também realizam atividades orientadas, como a visita ao LIP. O professor Fernando apresenta características desse laboratório (por tê-lo visitado), destacando a sua importância para o CERN. Possivelmente a visita ao LIP e ao CERN contribuíram para o professor ampliar sua visão acerca da não necessidade de estarem todos cientistas trabalhando juntos em um mesmo ambiente, mas que a cooperação pode ocorrer a distância e entre diferentes países.

Um aspecto muito importante do curso de formação que estamos investigando é o de se desenvolver em um laboratório de física de alto nível que tem contribuído significativamente para a compreensão da estrutura da matéria nas últimas décadas. A

vivência por uma semana nesse ambiente pode contribuir para que os professores avancem nas suas concepções acerca da Natureza da Ciência. Em sala de aula o professor costuma apresentar apenas a ciência que “deu certo”, ou seja, descarta aquelas que contribuíram para o seu desenvolvimento e que foram abandonadas durante o avanço da humanidade (MARTINS, 2006). Com isso, o estudante pode construir a ideia que a ciência é fruto do trabalho de poucos cientistas, ou seja, que se desenvolve de forma individual (FORATO et al, 2011).

Fazer ciência é identificar um problema, criar uma hipótese para solucionar esse problema. Depois da hipótese vem aquele método científico e criar situações para analisar e pesquisar o que pode trazer respostas para aquela hipótese, fazendo um planejamento. (Rafaela-pré)

A professora Rafaela, em entrevista realizada antes da sua participação na Escola de Física do CERN, manifesta assumir uma posição-sujeito de uma visão rígida de ciência acreditando que ela se desenvolve segundo um controle rigoroso de variáveis, seguindo uma série de etapas bem definidas, segundo um único e imutável método científico. Em um trabalho realizado a partir dos discursos anteriores à ida ao CERN (OLIVEIRA et al, 2016) foi verificado que muitas das visões dos professores se aproximavam daquelas indicadas pela literatura da área (GIL PÉREZ et al, 2001; LAKIN e WELLINGTON, 1994; FERNÁNDEZ, 2000). Um exemplo é o discurso do professor Clemer:

Porque não tinha tecnologia suficiente, não tinha como observar. (Clemer-pré)

O trecho destacado remete a uma posição-sujeito da visão anacrônica da ciência e do seu desenvolvimento linear e acumulativo (GIL PÉREZ et al, 2001, OLIVEIRA, 2015). O professor acreditava que os cientistas no passado não detectaram algumas partículas por conta da falta de tecnologia para tal, não concebendo que a ciência e a tecnologia caminham lado-a-lado e que o avanço de uma implica no desenvolvimento da outra. Na história da humanidade, a grande maioria dos cientistas trabalhou com o que havia de mais avançado na época. O discurso do professor Clemer é o equivalente à de um professor que viverá (esperemos nós) no século XXIII, considerar que os cientistas de hoje não conseguiram detectar partículas conhecidas no futuro porque o LHC não tinha tecnologia suficiente. O avanço da tecnologia ocorre porque a ciência também se desenvolve. Se trata de um ciclo.

Apesar dos professores manifestarem uma formação ideológica de visões não desejáveis acerca da natureza da ciência, também constatamos no estudo realizado que os professores revelavam ideias avançadas da ciência, como posições-sujeito de uma visão anti empírico-indutivista e não individual da ciência (OLIVEIRA, et al, 2016).

Nas conversas com os professores após a participação no curso de formação um aspecto muito destacado por todos foi a compreensão do fazer científico como um empreendimento humano coletivo. Observamos que mesmo muitos já manifestando essa ideia anteriormente, ela foi ampliada a partir da vivência no CERN:

Altamente coletivo. Percebi uma coletividade muito grande. Muita gente trabalhando de forma coordenada. (Marcos Antônio)

Os professores Clemer e Paulo César, além de uma posição-sujeito da visão coletiva do trabalho científico identificam a cooperação como pressuposto importante para o desenvolvimento das pesquisas, como revelados nos trechos sublinhados nos recortes discursivos abaixo:

Eu percebi que ou eles trabalham em equipe ou a pesquisa não sai. [...] É porque são muitas variáveis que eles têm que levar em conta e, uma pessoa não teria condições de analisar aquilo ali sozinha. Então um vai ter que confiar no outro. (Clemer)

Pessoas muitas dedicadas, muito comprometidas com os estudos, com o trabalho, com um espírito de equipe fantástico. (Paulo César)

O professor Clemer afirma que já compreendia o coletivismo no empreendimento científico, contudo, não imaginava que demandava um número tão grande de envolvidos. Isso reforça que a vivência no CERN extrapola os limites dos conteúdos acerca da física de partículas, contribuindo para que o professor desenvolva uma visão mais avançada acerca do trabalho científico:

[...] eu só não imaginava que fosse uma equipe tão grande. A equipe que eu imaginava era de umas três ou quatro pessoas e não em setores como eu vi, de vinte/dez pessoas trabalhando. (Clemer)

Um outro elemento importante acerca da natureza da ciência destacado por Gil Pérez et al (2001) é de conceber a ciência como um empreendimento humano em constante desenvolvimento. Nesse sentido, a ciência não está pronta ou acabada.

[...] parece que isso vai ser só uma base mesmo porque tem muita coisa a ser descoberta [...] muitos pontos não estão ligados e ainda falta um entendimento. (Marcos Antônio)

O professor Marcos Antônio concebe a ciência como um processo evolutivo. Interpretamos que para ele o conhecimento atual define e guia novas pesquisas que visam solucionar questões em aberto na ciência. As soluções dessas questões geram novas perguntas, que implicam em novas investigações fazendo com que, de fato, a ciência nunca tenha um final.

Então por mais que sejam supermodernos aqueles conceitos provavelmente daqui um tempo este modelo vai estar um pouquinho desconexo e já vai existir um modelo melhor. (Iarley)

Apesar do professor Iarley ter afirmado conhecer de antemão algumas visões desejáveis do trabalho científico preconizadas por pesquisas na área (LEDERMAN et al,

1992; GIL PÉREZ et al, 2001; LEDERMAN et al, 2002) ele tem a habilidade de relacioná-las ao vivenciado no CERN. No recorte discursivo acima o professor Iarley também apresenta a visão de ciência em constante construção. Como sugerido por Duarte (2004) a realização de entrevistas é uma forma de socialização que permite ao entrevistado refletir sobre aspectos que talvez tenham passado despercebidos pelo professor em sua experiência no CERN. Como já discutido, o curso de formação que estamos investigando tem uma excessiva preocupação em aspectos ligados aos conteúdos de física de partículas de forma que, durante as entrevistas com os professores participantes convidamo-los a refletirem sobre outros aspectos do curso, como, por exemplo, acerca do trabalho científico. Quiçá esses diálogos possam ter contribuído para que o professor relacione as questões sobre natureza da ciência que já tinha conhecimento com as observações realizadas no CERN.

Um outro aspecto importante e relatado pelos professores durante as entrevistas foi a convivência com pesquisadores brasileiros:

[...] foi bem legal poder identificar que lá dentro tem pesquisadores brasileiros trabalhando e fazendo pesquisa lá ligadas ao CERN, contribuindo para as pesquisas do CERN (Fernando)

Uma coisa que me chamou atenção foi a integração com países que não tem histórico de pesquisa de ponta. Então assim, a gente viu muitos brasileiros lá, estudantes de doutorado. Eu também não imaginava encontrar tantos brasileiros lá, não esperava. Esperava encontrar os "ban-ban-ban" talvez, mas não, eu vi muitos estudantes. (Rafaela)

A professora Rafaela afirma que ficou espantada por encontrar estudantes brasileiros no CERN e que acreditava que apenas pesquisadores muito renomados se fariam presentes no centro. Interpretamos que a professora Rafaela assume uma posição-sujeito de uma visão elitista da ciência, ou seja, que apenas pesquisadores com grande grau acadêmico frequentam os laboratórios do CERN. A professora não considera o CERN também como um laboratório que propicia a formação de pesquisadores, no qual muitas investigações realizadas geram frutos para dissertações e teses.

A professora Rafaela emprega o termo *ban-ban-ban* para designar um pesquisador de alto nível. Em entrevista realizada antes da ida ao CERN, a professora também usou alguns “adjetivos” peculiares para definir os pesquisadores do CERN:

São uns “cabeçudos”, os Nobels da vida, os doutores PhD elevado à décima potência trabalhando, estudando e pesquisando. Eles vão até o laboratório e testam os experimentos ou pedem para alguém para testar, porque eu nem sei se eles metem a mão na massa. (Rafaela-pré)

Interpretamos que esse contexto amplo remete à memória e ao imaginário da professora, que considera os cientistas como pessoas acima do bem e do mal. Isso reflete

uma memória construída socialmente, fazendo com que os professores projetem formações imaginárias dos pesquisadores, estabelecendo relações de poder. Esse imaginário é o de um pesquisador que lembra um “cientista maluco”, trajando jaleco, com cabelos arrepiados, óculos fundo de garrafa e línguas para fora (LAKIN e WELLINGTON, 1994). A visita ao CERN talvez tenha contribuído para que a professora Rafaela adeque um pouco mais a sua visão quanto aos cientistas, mas nos parece que a construção histórica, coletiva e social de um cientista ainda está enraizada na professora:

Eu achei a coisa mais real. [...] Então, eu acho que assim, a gente se aproxima um pouco mais dessa realidade. Tem carne e osso e não tem nada demais. São uns cabeçudos lá que estão estudando para caramba e que são bem próximos da gente. (Rafaela)

Apresentamos abaixo dois recortes discursivos do professor Clemer, o primeiro, anterior; o segundo, posterior à sua participação na Escola de Física do CERN:

Eu acho que se for uma pessoa que trabalha lá dentro do CERN é uma pessoa desligada da vida. Acredito que é uma pessoa que não curte muito a vida, é uma pessoa que não sabe o que é a vida fora do CERN, fora dos laboratórios [...] Eu conheço professores do Instituto de Física que eles ficam pelo menos entre 12 e 15 horas dentro de laboratório, quando saem já está de noite. [...] A vida social deles é somente com os outros cientistas, talvez em conferências e coisas assim. Eles não conhecem o padeiro, o açougueiro, o confeitiro, o feirante. (Clemer-pré)

[...] teve uma festa que eles fizeram para nós, eu acho que eles estavam totalmente perdidos na festa. [...] Eu achei que eles estavam totalmente desconcertados na festa, principalmente na parte da dança. Quando eles foram dançar, você tinha que fazer o possível para não rir porque eles não sabiam nada de dança. Cantavam feio pra caramba também, não tinham voz para cantar nada. E em todo momento que você tinha oportunidade para conversar, eles estavam sempre puxando o assunto para pesquisas que eles desenvolvem. Contando as pesquisas. Eu acho que eles não conhecem outro mundo. (Clemer)

Nesses dois discursos identificamos a paráfrase, ou seja, eles expressam a mesma ideia utilizando palavras diferentes. O professor Clemer, mesmo depois de um ano da vivência no CERN, continua considerando o cientista como um indivíduo alienado do mundo, que só se preocupa com suas pesquisas, que vive para elas. O cientista maluco aqui se materializa em uma pessoa que não sabe dançar ou cantar, que não conhece o padeiro ou que não frequenta açougues. Considera o cientista um indivíduo que só socializa com os seus pares, cujo assunto é, invariavelmente, suas pesquisas. Se o professor Clemer tem essa visão dos cientistas, possivelmente seja essa visão que transmite para seus alunos em sala de aula, ou seja, a de que os cientistas são pessoas excêntricas. Se o professor Clemer acredita que o cientista está descontextualizado da sociedade e do mundo que vive, provavelmente seu entendimento sobre as pesquisas desenvolvidas no CERN também sejam inadequadas. Possivelmente ele tenha uma visão socialmente neutra de ciência (GIL PÉREZ et al, 2001) desconsiderando-a como um produto de uma atividade humana, imersa no contexto cultural de cada época e de cada povo, sendo influenciada (e

influenciando) por aspectos sociais, políticos, econômicos e tecnológicos e desvinculada das necessidades humanas (MARTINS, 2006; EI-HANI, 2006; TRINDADE, 2009).

Em contrapartida, os professores Paulo César e Iarley construíram visões diferentes dos cientistas, tomando-os como “meros mortais”:

Lá pode ser um jovem que está fazendo um estágio de mestrado ou um prêmio Nobel, todos são tratados da mesma forma. Porque o que importa é a ideia que está sendo tratada. (Paulo César)

Lá eles eram supersimples, tinha pessoas com Prêmio Nobel e almoçando do lado lá e não tinha uma áurea diferente na pessoa. (Iarley)

Assim como o professor Iarley, alguns outros participantes da nossa pesquisa destacaram o refeitório como um importante local de socialização. Foi no refeitório que o professor Paulo César sentou à mesa ao lado do físico John Ellis⁸, com quem conversou por cerca de trinta minutos sobre ciência. A própria palavra companhia tem origem nesse contexto. Derivada do latim é formada pelo *cum* (com) e *panis* (pão), ou seja, referia-se inicialmente àqueles que repartiam o pão, e, por conseguinte, andavam juntos: os companheiros. O refeitório é um espaço democrático e realizar uma refeição ao lado de importantes cientistas, compartilhar o pão (ou a mesa) com físicos que estão à frente de pesquisas que trazem contribuições relevantes à ciência certamente contribuem para que alguns professores desenvolvam visões menos caricaturadas deles. E isso só é possível pelo fato de que os professores estão no CERN e do curso de formação continuada ocorrer *in loco*.

O professor Fernando revela que os temas abordados em uma das palestras contribuíram para que ele ampliasse sua visão de ciência, como por exemplo acerca do caráter social do desenvolvimento científico (GIL PÉREZ et al, 2001):

Enfim, com certeza melhorou a minha visão sobre a natureza da ciência. Entra aí uma discussão do porquê das coisas. Tem a questão da reconstrução da Europa que foi falada lá numa palestra, a questão da união dos países europeus em torno de algo comum que

⁸ Jonathan Ellis é professor de física teórica no King's College de Londres, membro da Royal Society de Londres e possui um vínculo vitalício com o CERN desde 1978. Suas pesquisas estão centradas em aspectos fenomenológicos da física de partículas e em futuros aceleradores. Ellis defende a abertura do CERN para nações não-europeias e realiza diversas ações de divulgação e popularização da ciência.

pudesse unir e tal. Esse discurso que faz com que a ciência não seja uma ciência isolada, que tenha uma interação em sua constituição e suas conquistas tenha uma interação sempre com a sociedade, com a dimensão política das coisas. (Fernando)

O professor destaca que a ciência é influenciada por problemas e situações do momento histórico na qual se desenvolve, bem como por aspectos sociais, culturais, políticos, econômicos, etc. O professor mostra clareza em entender que a discussão da ciência não está apenas centrada na sua produção (das teorias), mas também como e por que ela ocorre. Os trechos sublimados no discurso anterior revelam que o professor Fernando conhece a discussão das implicações da natureza da ciência no ensino, uma vez que emprega exatamente esse termo, bem como remete à visão não desejada da ciência que é o seu desenvolvimento neutro. Assim como no caso do professor Larley, a vivência no CERN contribuiu para que o professor Fernando ampliasse e contextualizasse suas concepções teóricas com aspectos reais da pesquisa atual, uma vez que a maioria dos estudos envolvendo a natureza da ciência versa sobre temáticas envolvendo a física clássica.

O professor Fernando salienta a origem do CERN ocorrer devido à reconstrução da Europa pós-segunda guerra mundial. Essa situação parece ter sido muito marcante para o professor já que na descrição de uma atividade construída por ele para seus alunos essa temática é abordada.

Tem a coisa também de discussão social [...] Essa estada lá no CERN me chamou muita atenção para isso. O dinheiro envolvido lá é muito grande e daí a gente pensa nessas coisas, tal como a gente pensa nas viagens espaciais, tanto dinheiro gasto em viagens espaciais, mas para quê, se tem muita gente passando fome? Mas é claro que assim, as duas coisas têm que ser olhadas, não é uma não ser olhada e a outra sim. Mas porque eu estou falando isso Luciano? Eu pude verificar que tem uma interação clara ali entre a pesquisa científica e outros setores, outras vertentes da vida. Tem a dimensão política, tem a questão econômica envolvida, tem a questão de discussão social e o gigante tecnológico, ou seja, o CTS lá presente no CERN e tudo que é feito em torno dele. (Fernando)

Novamente o professor Fernando utiliza um termo comum aos pesquisadores em educação, mas não aos professores, ou seja, o CTS (ciência, tecnologia e sociedade). Acreditamos que as relações explicitadas pelo professor Fernando estejam relacionadas a sua formação continuada, pois ele participa ativamente de eventos científicos na área de ensino, bem como desenvolve, a exemplo do mestrado, estudos de doutorado nessa linha. A partir desse entendimento teórico, o professor traça paralelos interessantes ao desenvolvido do CERN. O professor novamente traz a articulação entre a ciência e outras áreas do conhecimento, bem como a importância social da ciência e tecnologia, um dos

objetivos do enfoque CTS. No discurso abaixo, o professor Fernando exemplifica algumas dessas relações entre ciência, tecnologia e sociedade:

[...] embora seja uma busca de conhecimento relacionado à física, traz consigo diversas consequências para a sociedade - ganhos para a sociedade - em termos de formação, por exemplo, de engenheiros que é muito forte? Em termos de contribuições tecnológicas, por exemplo, para a questão dos tratamentos de pessoas com câncer. Tem a questão dos raios X daqueles tipos para caminhões na fronteira entre Brasil e Paraguai. [...] ou seja, esses ganhos tecnológicos são coisas que vem junto com a pesquisa científica com a necessidade de desenvolvimento tecnológico para a pesquisa científica ir adiante. (Fernando)

O fato das pesquisas no CERN influenciarem na área médica foi um tema que emergiu nas conversas com muitos professores, como por exemplo:

Em meio disso eles acabam ajudando na parte tecnológica e como eles produzem os experimentos e acabam usando a tecnologia para outras coisas, por exemplo a medicina. (Marcos Antônio)

Eu não sabia que lá se fazia pesquisa voltada para área médica. (Rafaela)

Contudo o professor Marcos Antônio parece não ter uma compreensão apropriada da articulação entre os pilares do enfoque CTS, bem como que essas implicações na área médica são uma justificativa para legitimar os investimentos no CERN, como apontado pela professora Rafaela:

[...] descobrir novas partículas é legal? Claro que é! Acho que a gente entende a necessidade disso porque isso vai estimular, não há dúvida nenhuma, novas tecnologias e no avanço da tecnologia. Mas para um simples mortal, para a dona de casa, isso serve para quê? Então é uma forma de você mostrar e dizer - Olha só, vai servir para isso, desenvolver essa tecnologia que vai chegar a você no tratamento de uma doença. (Rafaela)

A partir dos recortes discursivos, interpretamos que as visitas técnicas e as palestras no CERN têm um alto potencial para explorar aspectos que não estejam apenas vinculados a pesquisas e teorias da física de partículas. Constatamos que as visitas acabam tendo um caráter preponderantemente ilustrativo, vivencial e sensorial e pouco problematizador para fazer com que os professores reflitam sobre como essas visitas podem impactar e influenciar nas atividades a serem realizadas em sala de aula.

Verificamos que a formação de professores em um centro de pesquisa científica de alto nível contribuiu para que desenvolvam e ampliem principalmente uma visão da ciência como um empreendimento humano coletivo, bem como que ela não está acabada. Não concebem o fazer científico a partir de observações e experimentações neutras, mas sim que são influenciadas por ideias apriorísticas, bem como que pesquisas futuras são projetadas a partir de hipóteses baseadas em teorias vigentes.

Contudo, os professores ainda apresentavam uma visão um tanto deturpada acerca dos cientistas, bem como de aspectos importantes relacionados à natureza da ciência.

Aos professores participantes dessa pesquisa foi-lhes perguntado se os cientistas discutiram aspectos de como são suas rotinas no CERN. Eis algumas respostas:

Eu não lembro deles terem falado isso não. (Rafaela)

Não! Sobre como eles produzem ciência a única coisa que eu consigo dizer é que eles se dedicam de corpo e alma, mas como que eles fazem assim "Eu sento aqui e faço isso e aquilo" eu não tive contato. (Clemer)

O enunciado do professor Clemer tem indicações do quanto ele realmente acredita que o cientista é devoto as suas investigações e alheio às questões externas. Os discursos dos professores, aliado à ausência de objetivos relacionados à natureza da ciência listados por Garcia (2015), reforçam nossa premissa de que a Escola de Física do CERN não tem intencionalidades pedagógicas que superam a discussão de conteúdos acerca da física de partículas e a divulgação do CERN.

Um aspecto muito importante destacado por Gil Pérez et al (2001) sobre as características essenciais do trabalho científico é a busca pela coerência global. Neste sentido, é necessário duvidar constantemente dos dados obtidos, buscando obter os mesmos resultados por meio de métodos distintos. Dois experimentos do LHC, o ATLAS e o CMS foram concebidos com um objetivo comum, detectar o bóson de Higgs. Contudo, cada um é chefiado por equipes de pesquisadores distintos, bem como empregam métodos de detecção diferentes, baseados em princípios físicos específicos. Isso foi projetado justamente porque, caso existisse apenas um experimento mundial que detectasse tal partícula, como tal descoberta poderia ser sustentada? Se dois experimentos distintos encontram resultados semelhantes por meio de procedimentos diferentes, um pode sustentar e reforçar os resultados do outro. Um dá credibilidade à descoberta do outro. Esse é um aspecto muito importante e presente no trabalho científico e do qual os professores silenciaram em seus discursos. Esse silêncio remete à desconsideração dos organizadores do CERN de aspectos importantes para a formação docente e que transcendem os conteúdos. Pelos slides disponíveis das apresentações realizadas pelos pesquisadores no contexto deste curso de formação, constatamos que tanto o experimento ATLAS, quanto o CMS, bem como o bóson de Higgs são abordados no curso. Contudo, sua discussão se desenvolve no plano conteudista, de forma que questões envolvendo o fazer científico ficam

esquecidas e algumas visões não desejáveis da natureza da ciência acabam sendo reforçadas.

Acreditamos que caso a organização da Escola de Física do CERN contasse com a participação de pesquisadores em educação o convívio com cientistas poderia potencializar o avanço nas concepções dos professores acerca da natureza da ciência, bem como no enfoque CTS. Além disso, destacamos que essas discussões não seriam apenas a partir de abordagens envolvendo aspectos consensuais da natureza da ciência, mas também utilizando temas controversos (MARTINS, 2015; BAGDONAS, 2015).

6.1.3 O tráfego intraexotérico

Os professores fazem parte do círculo exotérico estabelecido na Escola de Física do CERN e estão inscritos na formação discursiva da ciência dos livros didáticos. Em alguns momentos informais os professores conseguiam conversar entre si, como por exemplo, no refeitório, com seus colegas de quarto, nos deslocamentos para as visitas técnicas, pois a sequência de atividades era muito grande, como o professor Fernando revela:

Te confesso que essas interações foram pontuais, porque as atividades eram muito corridas, uma depois da outra [...]

Um aspecto importante e trazido pelo professor Iarley foi a parada em Lisboa que permitiu que os professores se conhecessem e que vínculos afetivos começassem a ser costurados:

A gente teve aquela formação inicial lá em Lisboa e a gente se enturmou e tal.

Segundo a organização da Escola de Física do CERN, os participantes eram separados em grupos (sempre os mesmos) para realizarem as visitas. Ao final de cada dia, esses grupos se reuniam e discutiam, por uma hora, questões previamente preparadas pela comissão organizadora da Escola de Física do CERN, mas ainda assim, na opinião dos professores, um tempo reduzido:

Eles fazem aqueles grupos separando, colocando a gente com colegas de outros países, mas mesmo assim o tempo de convivência é muito pequeno. [...] Achei que faltou um pouco de interação com o pessoal de outros países, uma troca de experiência mais viva [...]. (Marcos Antônio)

A gente de vez em quando trocava algumas ideias, em particular naquele momento lá que o pessoal organizou, dos grupos, no final de cada dia, para poder levantar as perguntas e essas perguntas seriam apresentadas naquela sessão de perguntas e respostas e tal. Bom, aquele momento acabou sendo um momento de interação, mas no mais, a coisa acabou sendo corrida e não possibilitou isso. (Fernando)

Tinha sempre um momento no final do dia para discutir em grupo, porque nós fomos separados em grupos pequenos, e algumas ideias surgiam lá. Até por algumas questões que tínhamos que responder. (Iarley)

Este era um momento formal de encontro (nomeado na programação como Revisão do dia), teoricamente destinado para os professores debaterem questões específicas de física de partículas. De fato, isso ocorria quando um professor esclarecia as dúvidas de algum colega, contudo, isso era em baixa escala. Segundo relatos dos professores entrevistados, esse momento era o que eles tinham para discutir a física de partículas no escopo da ciência dos livros didáticos, contudo, aspectos relacionados à sala de aula eram os que mais emergiam:

Todos os dias tinha um espaço para discussão e fazer um resumo do dia. Não exclusivamente para falar das experiências pedagógicas, mas para a gente interagir e conversar. Então sempre teve isso. (Iarley)

Essas questões (de sala de aula) acabavam surgindo. Isso mesmo! O objetivo sempre tinha umas perguntinhas para mediar as conversas, só que acabava sempre indo para o lado de organização escolar e não tanto de inserção da física de partículas no Ensino Médio. (Iarley)

É um negócio bem legal e em particular quando a gente está junto com outros professores do Brasil para poder trocar ideias, trocar experiências de sala de aula e pensar na sala de aula nas perspectivas de física de partículas, de física moderna é algo bem interessante. (Fernando)

Os recortes discursivos acima revelam que o espaço formal destinado à discussão da física de partículas era usado para a socialização de questões escolares. Como durante as palestras e visitas técnicas os professores tinham uma postura passiva e os aspectos abordados nesses momentos não eram contextualizados com a realidade escolar, os professores acabaram usando esse espaço para discutirem temas pedagógicos. Os professores Iarley e Fernando destacam que durante a “revisão do dia” discutiram com seus grupos temas relacionados à transposição didática:

Tinha alguns momentos onde a gente tinha que parar para sentar e fazer um resumo do dia. Não era um resumo do dia, mas uma discussão que tínhamos com o grupo e aí que algumas coisas foram saindo (sobre a transposição didática). (Iarley)

[...] levar para o Ensino Médio é uma coisa que a gente só faz em outro momento, ou faz em momentos lá de conversa entre nós [...] (Fernando)

Um aspecto muito rico na Escola de Física do CERN é a miscigenação, uma vez que participam dela professores de três continentes diferentes. Contudo, os organizadores do curso não exploram esse aspecto, pois não são estabelecidos espaços formais para a apresentação dos professores, tampouco que comentem questões relacionadas aos seus países de origem. A curiosidade dos professores em saberem como que são as aulas e as

escolas em outros países acaba fazendo com que essas temáticas se façam presentes quando os professores estão reunidos.

Você conhecer outras pessoas de outros países que também falam português, né? E o que falávamos mais por incrível que pareça não era sobre o CERN, a gente falava mais sobre sala de aula de cada país. (Clemer)

A gente teve noções de como é que são as aulas de física na África com os professores africanos no qual eu não fazia ideia de que tinham 100 alunos por turma. Também tomamos contato com algumas informações lá com a professora de Portugal que parece que reclama de barriga cheia. (Iarley)

[...] os professores portugueses têm muito problema na questão do salário e eles estão em crise e tudo. Então eles reclamam também da forma de contratação dos professores [...] de não ter concurso [...]. (Marcos Antônio)

É, os problemas são os mesmos. Em sala de aula é muita conversa, são poucos que querem estudar. Alguns países já têm políticas em que os alunos são obrigados a frequentar as escolas assim como aqui no Brasil, mas basta frequentar, não precisa aprender nada. Nós temos caso aqui também assim, né? (Clemer)

Nos recortes discursivos acima podemos identificar aspectos relacionados à sala de aula. Nas entrevistas com os professores foram recorrentes falas relativas ao elevado número de alunos por sala na África e as melhores condições laborais dos professores portugueses. Quando questionamos se os professores haviam conversado de como são as práticas docentes nos outros países, se os colegas africanos e portugueses realizam atividades de investigação, trabalham com projetos ou como são os laboratórios escolares, os participantes da nossa pesquisa responderam que esses temas não emergiram nas conversas. Segundo Pêcheux (2006) o silêncio também é discurso e deve ser analisado. No nosso ponto de vista o pouco tempo de interação entre os professores de diferentes países fez com que apenas aspectos mais amplos e gerais fossem trazidos para o debate e não questões mais específicas relacionadas à práxis docente. Nos encontros diários denominados “revisão do dia” os professores tinham “tarefas” relacionadas à física de partículas para serem realizadas e as conversas sobre aspectos pedagógicos são vistos como “desvios da rota”. Salientamos que caso esses momentos fossem oficialmente dedicados para discussões envolvendo saberes pedagógicos (e não científicos como descrito pelos entrevistados) tais assuntos poderiam surgir e contribuir para a formação do professor.

Além de aspectos envolvendo a prática docente, emergiram questões ligadas à formação docente:

[...] eu queria ter uma ideia de como eles trabalhavam. Eu percebi que na divisão de grupos lá nós acabamos ficando com um grupo de muitos portugueses, aí eu percebi a diferença. Mesmo Portugal passando por essa crise toda e tal, a diferença do professor português para o brasileiro. Os que estavam lá todos falavam inglês fluentemente e alguns deles falavam francês, ou seja, duas línguas além da língua materna, da própria língua. [...] Então eu percebi que eles têm uma formação muito melhor que a nossa. Tipo assim, isso é comum para eles e infelizmente aqui não é, sabe muito bem disso que a língua é ofertada na escola mas não é ofertada para que o aluno possa ter o domínio dela. Se eles quiserem vão ter que fazer novos cursos, na escola não vai ter isso. Percebi também a questão que me parece que a graduação deles é de física e química né, juntos?! (Marcos Antônio)

Em entrevista realizada antes da participação no curso, o professor Marcos Antônio manifestou preocupação com o idioma. Parece que esse aspecto ecoa nesse recorte discursivo do professor e interpretamos ser uma qualificação da qual ele preza. O trecho sublinhado revela que a interação com professores de outros países fez com que o professor Marcos Antônio pudesse refletir sobre o ensino da língua estrangeira no Brasil. Além disso, tal interação também propiciou que ele conhecesse sobre como se dá a formação de professores nestes países.

Em contrapartida, o professor Fernando salienta que a prática de discutir conteúdos contemporâneos da física em sala de aula se faz muito mais presente no Brasil do que nos outros países:

Parece que os brasileiros estão mais à frente em relação a essa questão de levar a física moderna para o Ensino Médio. Pelo que eu percebi lá nos momentos de discussão que puderam acontecer, em relação aos outros países de língua portuguesa, nós estamos mais à frente, temos mais coisas sendo feitas em relação a outros países. (Fernando)

Mesmo no círculo exotérico é possível observar relações de poder e posições–sujeito distintas. É critério de participação da Escola de Física do CERN o professor ministrar aulas na educação básica, contudo, muitos professores são dos institutos federais, dividindo sua carga-horária semanal entre a graduação e a educação básica. Além disso, outros professores estão vinculados à educação básica, mas realizaram (ou realizam) estudos de pós-graduação em áreas da física ou afins e não da educação em ciências. Pela fala do professor Paulo César, parece que círculos hierárquicos também se formaram nessa esfera:

[...] tinha eu e mais uns dois colegas que somos pesquisadores da área de educação e que interagíamos. Tinha essas pequenas interações, o pessoal do plasma, de materiais. Todo mundo interagia. Tinha uma pessoa lá que era da física de partículas que também interagia. Alguns professores da rede privada que só dão aula mesmo, que trabalham demais e que também compartilharam dessa experiência louca.

Nos parece que a expressão “só dão aula mesmo” tem um caráter pejorativo, desmerecendo esses colegas e colocando-os em um patamar de conhecimento inferior. Na

continuação do enunciado, o professor Paulo César reitera essa opinião, adjetivando como *triste* essa situação:

Eu tive uma fase da minha vida, antes do Instituto Federal, que eu cheguei a dar aula na rede privada também e sei que é muito difícil trabalhar em várias escolas o tempo inteiro. Manhã, tarde e noite, é muito puxado. A voz cansa, passa o final de semana inteiro e ao invés de estar estudando está corrigindo prova, elaborando prova. É uma vida muito difícil da rede privada também. Tanto é que algumas pessoas acabam entrando nisso e não conseguem nem mais estudar, só trabalham. É triste. Tinha esse pessoal também que socializava.

Com base nos discursos dos professores concluímos que os momentos com os quais eles tinham a oportunidade de interagirem entre si eram reduzidos, mas que mesmo assim conseguiram discutir aspectos relacionados aos saberes pedagógicos. Devido a essa limitação, verificamos que os professores acabaram formando duplas de trabalho, principalmente com colegas do mesmo estado de origem. Essa questão é discutida na próxima seção.

6.1.4 As implicações do tráfego intraexotérico

Como enunciado pelos professores, as atividades propostas em Genebra eram muito intensas e os momentos de vivência com os demais colegas acabavam sendo limitados. O período em Lisboa era um pouco mais flexível, o que permitiu que os professores tivessem um pouco mais de autonomia e liberdade para definirem as atividades que desejavam realizar. Entretanto, essa liberdade é vista pelo professor Fernando com maus olhos:

Ali em Lisboa eu senti uma desorganização, as pessoas não sabiam para onde ir. Acho que se têm uma passagem por Lisboa e tem espaço para conhecer Lisboa, que haja uma espécie de roteiro turístico, que tenha uma dimensão cultural, mas sobretudo uma dimensão científica. Direcionadas a ciência e que tem lá em Lisboa, tem diferentes espaços [...] Eu fazia essas visitas com o Cleiton Eduardo⁹, em particular[...] Tentamos encontrar pelos mapas como que se ia, transporte e tal e isso acabou envolvendo certo tempo. Tivemos que gastar um bom tempo tentando chegar em lugares. Por exemplo, chegamos a ir lá no museu da Universidade de Lisboa de história natural, enfim, quando chegamos, estava fechado. Fazer o quê? Voltar outro dia. É um espaço bem interessante. Essa coisa desse roteiro científico. Já que tem o espaço lá em Lisboa que não somente para conhecer o LIP, as pesquisas que são feitas ali, o trabalho do pessoal do LIP. Mas também dar espaço para conhecer Lisboa, que haja um roteiro científico, cultural para os professores aproveitarem daquele momento ali para se enriquecer culturalmente. (Fernando)

⁹ Cleiton Eduardo e Carlos Adriano são nomes fictícios de colegas de edição da Escola de Física do CERN dos participantes da nossa pesquisa e que não foram entrevistados.

Pela rigidez do cronograma e pouco tempo livre, verificamos que muitas duplas de trabalho foram constituídas ao longo das edições da Escola de Física do CERN. Essas parcerias são estabelecidas geralmente entre professores de um mesmo estado brasileiro e que participaram da Escola de Física do CERN em um mesmo ano. Esse é o caso de Fernando e Cleiton Eduardo e Iarley e Carlos Adriano. Em geral, com os demais participantes os professores acabam perdendo o contato:

Eu descobri ali um professor que trabalha na mesma rede de ensino que eu atuo e eu não conhecia, que é uma pessoa fantástica, que agora estamos sempre conversando e combinando atividades para fazer juntos para eventos. (Iarley)

Um contato melhor eu tenho é com o Carlos Adriano, que é um professor lá de cidade x, que a gente está sempre conversando mais. Com os outros a gente nunca mais teve troca de experiência como aconteceu lá. (Iarley)

[...] como eu saí daqui do Rio e tinha o Cleiton Eduardo, que também é do Rio e eu já conhecia lá do mestrado, a gente acabou que ficou bastante junto. Assim quando tinha que sair para algum lugar, para simplificar as coisas e como a gente não estava tendo tempo para poder ter uma aproximação maior em termos de organização com outros colegas, a gente acabou que tinha que sair e ficava bastante junto. A interação acontecia, sobretudo, minha com ele. (Fernando)

No caso do professor Fernando, a parceria com Cleiton Eduardo já era anterior ao CERN, mas, a partir dele estreitou-se esse vínculo, pois os professores participaram de eventos conjuntamente, oferecendo minicursos. Além disso, realizaram palestras em parceria e são coautores em trabalhos publicados em anais de eventos e capítulos de livros:

Teve um congresso que aconteceu no ano X que o Cleiton Eduardo fez um trabalho com a minha colaboração e eu fiz um com a colaboração dele. Os trabalhos eram relacionados às atividades que a gente tinha elaborado (a partir do CERN) e que a gente conseguiu [...] publicar nos anais desse congresso. (Fernando)

Um dos objetivos da Escola de Física do CERN elencados por Garcia (2015) visa estabelecer relações profissionais entre os professores brasileiros, portugueses e africanos. Pelos discursos dos professores participantes de nossa pesquisa concluímos que o formato no qual está estruturado esse curso de formação não favorece que tais relações sejam estabelecidas.

Verificamos ainda que alguns professores formam duplas de trabalho com colegas participantes que sejam do seu mesmo estado brasileiro de origem. Isso ocorreu com dois dos professores participantes dessa pesquisa. Na análise realizada nas seções 2.2 e 2.3 que avaliaram o currículo Lattes de mais de uma centena de professores que participaram das diversas edições da Escola de Física do CERN este aspecto também foi

constatado. Observamos que outros professores formaram duplas de trabalho com colegas, realizando visitas virtuais ao experimento ATLAS, oferecendo conjuntamente minicursos em eventos e palestras, bem como publicando, em parceria, trabalhos em congressos.

6.2 A Discussão sobre os Principais Objetivos da Escola de Física do CERN

Entre os objetivos da Escola de Física do CERN apresentados na seção 2 por Garcia (2015) dois deles versam sobre transformar o professor participante em um divulgador e incentivador da ciência e, em particular, do CERN. Esse objetivo é tão evidente que um dos requisitos para o professor se candidatar à formação supracitada envolve apresentar sugestões de atividades de divulgação envolvendo o CERN. Outro objetivo visa aprofundar os conhecimentos dos professores em física moderna e contemporânea (FMC), em especial em física de partículas e aspectos correlatos ao CERN. Esses objetivos estão muito presentes nos discursos dos professores, como por exemplo:

Eu acho que eles queriam abrir as portas para que a gente conheça o trabalho deles e que a gente seja um divulgador do que é fazer ciência. Do que se faz lá e ter esta ideia. Também nos estimular a trabalhar e estudar isso. (Rafaela)

Por essa razão, julgamos ser pertinente avaliarmos tanto questões ligadas à divulgação científica quanto à FMC. Apresentamos inicialmente alguns aspectos teóricos relacionados à divulgação científica, mas também à alfabetização científica, traçando intersecções entre elas. Interpretamos os motivos pelos quais os professores julgam ser pertinente realizá-la, bem como as razões explícitas e implícitas que levam o CERN a insistir nessa questão.

Na subseção 6.2.2 realizamos uma discussão acerca das justificativas e limitações da inserção da FMC no Ensino Médio apresentando aspectos teóricos sobrepostos aos discursos dos professores participantes desta pesquisa.

6.2.1 Divulgação Científica

A divulgação científica está relacionada em tornar acessível um conhecimento científico e tecnológico superespecializado, bem como compartilhar e popularizar com um público mais amplo seus princípios e métodos e os problemas sociais, ambientais e econômicos correlatos e inerentes a essa atividade humana (ALBAGLI, 1996; SILVA, 2006; GERMANO e KULESZA, 2007). Para Germano e Kulesza (2007), a divulgação científica estaria majoritariamente ligada a comunicações informais, ao passo que a alfabetização

científica mais relacionada ao ensino formal. A divulgação científica sugere um processo de adaptação (e, porque não, de transposição) de termos especializados para uma linguagem mais popular, visando a se fazer compreensível para a população em geral. Para Paula e Silva (2015) esse processo de adequação também tem implicações no âmbito escolar, principalmente por despertar o interesse dos alunos pela ciência.

A necessidade da divulgação científica se acentuou com o avanço científico dos últimos séculos, uma vez que os signos empregados na ciência estão cada vez mais distantes do senso comum, dificultando a comunicação entre esses dois extremos (GERMANO e KULESZA, 2007). Os divulgadores da ciência deixaram de ser “tradutores” da linguagem científica para se tornarem também responsáveis por esclarecerem os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade (ALBAGLI, 1996).

Para Albagli (1996) os objetivos da divulgação científica envolvem aspectos da cidadania, ampliando a consciência social acerca da atividade científica, permitindo um desenvolvimento de uma visão crítica acerca de aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais relacionados à atividade científica e apresentando a importância dela para a sociedade. A divulgação científica tem implicações educacionais e culturais, uma vez que ao apresentar resultados de pesquisas científicas pode cativar os envolvidos à curiosidade científica. Além disso, contribui para desmistificar aspectos da opinião pública em relação à ciência. A autora destaca ainda a ampliação no conhecimento por parte da população no que diz respeito a posicionamentos mais críticos relacionados às políticas públicas e escolhas tecnológicas, instrumentalizando os envolvidos a tomarem decisões mais coerentes.

Albagli (1996) e Díaz (1999) destacam ainda que por detrás da divulgação científica podem se manifestar motivações de caráter corporativo e conservador no que diz respeito a obter maior legitimidade dos atos dos científicos, visando ampliar o apoio, o financiamento e o prestígio para os envolvidos com essa atividade. Para Albagli (1996, p.397) o romantismo da divulgação científica tem perdido espaço para essas questões, uma vez que:

As iniciativas de divulgação científica parecem, no entanto, estar hoje menos associadas a um sentido "estético" antes prevalecente, qual seja a revelação aos não iniciados da beleza e do mistério do mundo natural, para tornarem-se mais associadas a valores e motivações políticas e econômicas. Existem, entretanto, diferentes interpretações sobre as razões que levaram recentemente à expansão dessas iniciativas. (ALBAGLI, 1996, p.397).

Germano e Kulesza (2007) debatem a diferença entre divulgação e popularização da ciência. Para os autores, popularizar a ciência é mais amplo do que

divulgá-la. A popularização assume um caráter cultural, implicando em uma comunicação reflexiva a partir da participação popular e do diálogo com os movimentos sociais de forma que a ciência fica ao:

[...] serviço e às causas das majorias e minorias oprimidas numa ação cultural que, referenciada na dimensão reflexiva da comunicação e no diálogo entre diferentes, oriente suas ações respeitando a vida cotidiana e o universo simbólico do outro. (GERMANO e KULESZA, 2007, p. 20).

Silva (2006) compartilha da mesma opinião, uma vez que o ato de divulgar alimenta um imaginário que supõe extremos opostos entre o divulgador e o ouvinte. O primeiro é o produtor (ou representante) do conhecimento científico; o segundo um sujeito passivo e interessado nessa atualização cultural, que acaba por legitimar a autoridade do divulgador. Para o autor, a divulgação científica reflete:

[...] um modo de produção de conhecimento restringido e, conseqüentemente da constituição de um efeito-leitor específico relacionado à institucionalização, profissionalização e legitimação da ciência moderna, e que opõe produtores e usuários/consumidores e, cria a figura do divulgador, que viria, imaginariamente, restabelecer a cisão, e minimizar a tensão instaurada ao longo da história no tecido social da modernidade. (SILVA, 2006, p. 58).

Esta questão emerge do discurso do professor Fernando, quando afirma que:

[...] divulgar é uma coisa que requer uma linguagem muito mais restrita, muito mais contida. Outra coisa seria discutir essas questões todas na sala de aula, que esse é o objetivo principal no meu entender. Mas às vezes não parecia. Parecia que era só divulgar que o CERN existe, divulgar as pesquisas feitas no CERN. [...] Eu penso que não é divulgar. Pelo que eu pude compreender, não é só divulgar as pesquisas e o CERN. É realmente levar esses temas para a sala de aula e o professor se apropriar daqueles temas e começar a tratar deles. (Fernando)

Interpretamos que o professor Fernando considera a divulgação científica como uma atividade narrativa, na qual o divulgador descreveria as atividades realizadas no CERN. Não compete problematizar tais pesquisas com aspectos ligados à sociedade, à tecnologia e o meio-ambiente, por exemplo. Quando produzimos uma paráfrase dos adjetivos *restrito* e *contido*, podemos pensar em *amplo* e *aberto*. O professor Fernando faz um contraponto de discutir essas questões em sala de aula e que ao nosso ver se aproximam mais de uma alfabetização científica. Para o professor, essa situação permite abordar o CERN por diferentes aspectos e de forma mais detalhada e profunda.

A alfabetização científica possui muitas definições (algumas controversas), mas basicamente estão relacionadas à cidadania, desenvolvendo níveis de entendimento mínimos que o indivíduo deve construir acerca da ciência e da tecnologia para intervir criticamente na sociedade atual (SABBATINI, 2004; TEIXEIRA, 2013). A escola deve disponibilizar ambientes e atividades que permitam que o aluno desenvolva compreensões de ciência e tecnologia e perceba suas inter-relações com a sociedade, formando um cidadão reflexivo. A alfabetização científica se insere nesse contexto e contribui para que o

aluno desenvolva essas habilidades de forma que ele transcenda os conceitos científicos, atuando de forma social, tecnológica e cultural (OLIVEIRA et al, 2015).

Sabbatini (2004, p.2) apresenta o conceito de alfabetização científica como sugerido pela *American Association for the Advancement of Science*, no qual inclui:

[...] as habilidades para familiarizar-se com o mundo natural e reconhecer sua diversidade e sua unidade; de entender os conceitos fundamentais e os princípios científicos; de perceber a inter-relação entre a matemática, a ciência e a tecnologia; de assumir que estas são empresas humanas, o que também implica ter limitações; de adquirir a capacidade de pensar segundo o exigido pelo rigor científico e de utilizar o conhecimento científico com propósitos individuais e sociais.

Sasseron e Carvalho (2011) realizaram uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema. A partir dela, sugerem que a alfabetização científica deva estar alinhada com:

[...] um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. (SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 61).

Além disso, os mesmos autores propuseram *três eixos estruturantes* a fim de orientarem propostas pedagógicas que visem à alfabetização científica. O primeiro eixo está relacionado à *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais* que visam a permitir que os alunos construam conhecimentos científicos que possam aplicá-los em situações do seu cotidiano. O segundo eixo está relacionado à *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circulam sua prática*. Esse eixo está relacionado não apenas com o que a ciência produz, mas como o faz, bem como da tomada crítica de decisões acerca de situações envolvendo a ciência. O terceiro eixo busca o *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*. O aluno deve construir conhecimentos que permitam relacionar e entrelaçar essas esferas, sendo consciente que a solução de um problema em uma dessas áreas pode desencadear prejuízos às outras.

Nos parece que, pela complexidade dos objetivos da alfabetização científica, faz-se necessária a realização de discussões mais profundas sobre ciência, tecnologia e sociedade, as quais têm mais chance de serem atingidas se desenvolvidas ao longo da vida e em ambientes formais de ensino. Concordamos com Lorenzetti e Delizoicov (2001) no sentido de que a escola não tem capacidade de fornecer todo o conhecimento científico que se espera que os indivíduos construam. Por conta disso, a escola deve se aliar a espaços não formais, bem como “propiciar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que necessitam para a sua vida diária” (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p.7).

Concluimos que a Escola de Física do CERN, apesar de objetivar tanto a divulgação quanto a alfabetização científicas, prioriza a primeira em detrimento da segunda, como podemos constatar no enunciado do professor Fernando:

[...] esse é o objetivo (de realizar divulgação científica) colocado por vezes para os professores no meu entender, o que não deveria ser, né?

Entendemos que essas duas dimensões não são excludentes ou antagônicas, mas complementares, como sugere Silva et al (2009, p.1):

A divulgação científica é um dos caminhos para incentivar e promover o interesse da população em geral para a ciência e a tecnologia. Além disso, a divulgação científica também pode auxiliar no processo de alfabetização científica da população.

Neste sentido, a divulgação científica pode despertar o interesse da população em geral e dos alunos pelas questões científicas, podendo atraí-los para carreiras nessa área. Nos parece que este é um dos vieses pelo qual o CERN concebe a divulgação científica proposta no curso de formação que oferece: granjear cientistas para o futuro.

Somado a essa questão, não nos parece que os responsáveis pela Escola de Física do CERN tracem diretrizes de como os professores, ao retornarem ao Brasil, devam abordar a dimensão da divulgação científica, tampouco a dimensão da alfabetização científica, atendendo, por exemplo, aos eixos estruturantes sugeridos por Sasseron e Carvalho (2011). Isso reforça a nossa premissa inicial de que a Escola de Física do CERN carece de uma orientação pedagógica adequada, refletindo uma racionalidade técnica (CONTRERAS, 2012).

A partir das reflexões e considerações acima, é possível afirmar que a divulgação científica ocorre majoritariamente em espaços não formais de ensino, buscando simplificar conceitos e atividades de cunho científico tanto para o público em geral, mas também para o público escolar, levando a ciência para todos (PAULA e SILVA, 2015). Neste sentido, nos parece que a divulgação científica estaria mais próxima da ciência popular apontada por Fleck (2010), enquanto que a alfabetização científica, por se mostrar mais profunda, nos parece estar associada à concepção fleckiana de ciência dos livros didáticos.

Acho que para fazer divulgação é só dar palestras. Fazer divulgação do CERN, da escola de física, de física de partículas, vai dar uma palestra na escola. (Fernando)

Interpretamos que o professor Fernando tem uma visão simplória da divulgação científica e, ao nosso ver, critica esse objetivo. O professor não identifica as dimensões educacionais e culturais da divulgação científica, bem como sua função de melhorar a compreensão da população em aspectos ligados à ciência. Ele entende que a divulgação científica, por se resumir a palestras e conseqüentemente envolver um pouco tempo de

interação, acaba trazendo impactos sutis aos envolvidos, uma vez que os conceitos envolvidos são abordados de forma superficial. Para o professor Fernando as atividades dos participantes da Escola de Física do CERN deveriam estar mais próximas da alfabetização científica:

Mas acho que o objetivo principal não é esse. O objetivo principal é justamente inserir a física de partículas e as outras físicas modernas associadas ao CERN, outros tópicos de física moderna relativos a pesquisas feitas no CERN. É inserir esses tópicos na sala de aula efetivamente e o professor chegar e se colocar motivado para poder levar materiais e até produzir materiais que possam fazer com que aqueles tópicos sejam tratados com os alunos do Ensino Médio na sala de aula. (Fernando)

O enunciado do professor Fernando contém elementos da alfabetização científica, mas apenas vinculados ao primeiro eixo proposto por Sasseron e Carvalho (2011), ou seja, referente à *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*. Contudo, nas seções seguintes mostraremos que o professor Fernando percebe o ensino de forma mais ampla e complexa. Ademais, o professor Fernando manifesta o protagonismo docente ao destacar que o docente deve produzir seus próprios materiais para usar em sala de aula. Isso revela a preocupação do professor com o contexto, ou seja, sugere a adequação de atividades a partir do perfil dos seus alunos. Ele destaca ainda o papel motivador que a participação na Escola de Física do CERN pode despertar nos professores. O fato do docente ser uma “testemunha ocular” das atividades do CERN, faz com que aborde com mais entusiasmo, propriedade e de forma problematizadora os conteúdos relacionados a essa temática. Por fim, vislumbra a possibilidade de ampliar aspectos ligados à FMC, não ficando restrito apenas à física de partículas.

Se considerarmos a formação discursiva da divulgação científica, podemos propor uma posição-sujeito associada à difusão da importância da ciência para a sociedade, tornando-a acessível para a população. Os recortes discursivos da professora Rafaela contemplam essa posição-sujeito:

Agora eu acho que tem este propósito de divulgar a ciência mais acessível para todos. (Rafaela)

Surgiu lá (a internet) [...] Por uma necessidade deles de se comunicarem lá dentro mesmo de uma maneira mais eficaz e mais rápida. - Então isso é claro que é importante e é fundamental. [...] Eu acho bacana eles abrirem o CERN e mostrar o que eles fazem. Evidenciar a importância das pesquisas que eles fazem lá e não ficam só nesta questão de conhecer a origem do universo, mas que lá se desenvolve muito mais coisa do que a gente imagina e para a sociedade. (Rafaela)

Como conhecemos hoje o *world wide web (www)* foi concebido no CERN visando facilitar a comunicação entre os pesquisadores vinculados ao centro. Muitos

equipamentos para o combate ao câncer também surgiram de pesquisas da organização e na visão da professora, essa é uma forma de legitimar os investimentos realizados em ciência, uma vez que trazem implicações diretas na sociedade. As pesquisas relacionadas à física de partículas influenciam outras áreas do conhecimento, resultando em benefícios à sociedade e justificam a “utilidade” e a “aplicabilidade” das pesquisas lá realizadas para o público em geral. Ela vê o CERN como um centro transparente e que divulga suas pesquisas, isso reforça uma posição-sujeito ligada à legitimação da ciência produzida frente à sociedade:

[...] mostrar o que se faz lá para não ficar como uma coisa inacessível à sociedade. [...] Eu acho que é uma coisa muito importante e que ninguém conhece, que é a física médica [...] desenvolver essa tecnologia que vai chegar a você no tratamento de uma doença. (Rafaela)

Em contrapartida, o professor larley apresenta um discurso inscrito em outra posição-sujeito a qual reflete a divulgação científica como meio para desmistificar a ciência (ALBAGLI, 1996). Quando o LHC estava para ser posto em funcionamento em 2008, muitas teorias conspiratórias e esdrúxulas foram divulgadas pela mídia, como a possibilidade de uma criação de miniburacos-negro, a produção de matéria estranha, monopolos magnéticos e outras. O próprio CERN¹⁰ e outros artigos (VIDAL e MANZANO, 2011) esclareceram essas questões, mas o sensacionalismo e apelação da mídia atingem dimensões muito maiores, como relatado pelo professor larley:

Essas histórias sensacionalistas que acabam criando, esses mitos que de fato não acontecem, mas que causa estranhamento na população. (larley)

Ficou bem claro que as notícias que são feitas do lado de fora são muito sensacionalistas e que é bom quando o professor consegue colocar isso em sala de aula para que as pessoas não tenham medo com o que é feito lá. Então por esse lado ficou bem claro a missão da escola de física. (larley)

Para o professor larley as atividades de divulgação científica, uma das missões da Escola de Física do CERN, devem esclarecer esses aspectos pitorescos acerca das pesquisas realizadas, tranquilizando e fazendo com que a população desenvolva uma visão

¹⁰ Um resumo dos esclarecimentos dessas questões dadas pelo grupo de avaliação de segurança do LHC vinculado ao CERN está disponível em <http://press.cern/backgrounders/safety-lhc> .

mais fidedigna das atividades encabeçadas pela organização. Ao ser perguntado sobre qual seria a origem dessas concepções, o professor larley é enfático ao afirmar que elas estão associadas aos meios de comunicação:

Da mídia né? Não sei, em sala de aula duvido que seja. É por outros meios de informação, então devem ser os filmes. Tem o filme lá Anjos e Demônios, não tem? (larley)

Interpretamos que atribuir à mídia a razão pela qual os alunos apresentam esses aspectos remete ao interdiscurso. Trata-se de palavras que já perderam as aspas, mas que encontram sentido no discurso do professor larley (BAKHTIN, 2006). Outra posição-sujeito assumida pela professora Rafaela está ligada ao despertar o interesse pela ciência (ALBAGLI, 1996; PAULA e SILVA, 2015):

E também é incentivar o jovem, essa garotada [...] Então eu acho que (o objetivo do CERN) é incentivar esses jovens a pensar que eles podem ser cientistas e fazer pesquisa. (Rafaela)

O professor Paulo César tem uma posição-sujeito que se aproxima da professora Rafaela e está associada ao desejo de entusiasmar alunos para a ciência, mas, mais especificamente a angariar futuros cientistas para o CERN:

[...] é necessário estimularmos os jovens de 15 e 16 anos hoje, para daqui a 10 anos eles, quando tiverem na idade de iniciar um doutorado, possam ir para o CERN e usar esse acelerador. (Paulo César)

O enunciado pelo professor Paulo César está em acordo com o discurso do diretor geral do CERN, reproduzido por ele:

[...] tanto é que o diretor do CERN em uma das palestras, ele falou exatamente o seguinte: Um dos objetivos dessa reunião é porque em 2035 pretende-se inaugurar outro acelerador de partículas, muito maior do que o LHC. O LHC tem 27 km, o FCC (Colisor Circular para o Futuro) terá 100 km, entende? Palavras do diretor do CERN, o mais complicado não vai ser conseguir os bilhões de euros para construir, o mais complicado não é montar. O mais complicado vai ser ter mentes jovens preparadas em 2035 para pensar nos dados provenientes desse acelerador de partículas. A preocupação é essa, porque hoje poucos jovens se interessam por ciência. [...] O que o CERN quer? A fatia do bolo deles, aquelas pessoas que tenham interesse em física de partículas. (Paulo César)

E deixando sempre claro isso: venha, participe, interaja, estimule o seu aluno a querer física de partículas porque o que a gente quer é que os mais jovens queiram a física de partículas. (Paulo César)

O professor Paulo César parece estar convencido de que é necessário realizar divulgação científica com a finalidade de recrutar futuros cientistas. De fato, o interesse nas carreiras científicas é diminuto e faltam interessados. Acreditamos que atitudes como a do professor Paulo César são necessárias em sala de aula a fim de preencher essa lacuna.

Em contrapartida, podemos interpretar que o discurso do diretor do CERN apresenta uma concepção ingênua da divulgação científica, refletindo uma postura

apaixonada da ciência. Para Germano e Kulesza (2007, p. 17) discursos como esse refletem uma falsa crença que parte do pressuposto que:

[...] a ciência é desenvolvida para o benefício de toda a humanidade e que certamente solucionará todos os nossos problemas, reforça a desarticulação entre ciência, sociedade e poder, apresentando os processos como despojados de todo conflito.

Como já destacado, na análise de discurso o não-dito também deve ser levado a efeito (ORLANDI, 2015). Neste aspecto, nos parece sensato crer que o discurso do diretor geral do CERN reproduzido pelo professor Paulo César usa de certa sedução e, que de fato busca a legitimação das pesquisas realizadas pela organização. Estima-se que a construção do LHC custou cerca de 15 bilhões de reais. A viabilização da construção do FCC certamente irá encontrar resistência por parte da população principalmente pelos altos investimentos financeiros injetados. O diretor do CERN enuncia que a maior dificuldade para o FCC não está em obter os recursos financeiros para sua construção, mas sim em ter pesquisadores no futuro que interpretem os dados coletados.

Contudo, interpretamos que o objetivo velado do diretor do CERN envolve também questões políticas, econômicas e principalmente o convencimento da população da necessidade de um novo acelerador de partículas. Em ações de divulgação científica os professores acabam se transformando em representantes do CERN que contribuem para justificar e convencer a população dos investimentos lá realizados. Essas ações dos professores podem ser lidas como a ciência popular de Fleck (2010). Segundo o autor existe uma dependência entre os especialistas do círculo esotérico e as camadas mais externas do círculo exotérico. Ao divulgarem as atividades realizadas pelos especialistas para o público em geral, as especificidades deste estilo de pensamento alcançam maior dimensão, sendo ampliadas e legitimadas pela opinião pública (que confia nos especialistas), que passam a apoiar, por exemplo, investimentos em pesquisas futuras.

Pelo apresentado nessa seção, fica explícito o interesse que o CERN tem em transformar os professores em divulgadores da ciência, bem como o exercício de convencimento que a Escola de Física realizada para que os professores, no retorno ao Brasil, realizem ações de divulgação da organização. A partir dos discursos dos professores, verificamos que muitos deles são convencidos a realizarem tais atividades, manifestando justificativas distintas das quais a maioria se encontra presente em estudos teóricos sobre o assunto. Na seção 7.1 analisamos as atividades desenvolvidas pelos professores relacionadas à divulgação científica.

6.2.2 A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio

O ensino da Física majoritariamente vem ocorrendo a partir de aulas expositivas e resolução de exercícios, em geral puramente algébricos e sem significado. Isto sugere que a visão epistemológica da maioria dos professores seja empírico-indutivista, uma vez que o profissional ensina segundo a sua concepção de conhecimento, não dando voz aos alunos, tampouco procura entender as concepções deles, considerando-os uma tábula rasa (GOMES e BELLINI, 2009). Desta forma, a física acaba sendo apresentada como uma ciência segmentada, compartimentada, atemporal, pronta e imutável e não como um processo de construção social, fato que culmina em uma prática pedagógica pobre centrada na repetição do professor e a memorização dos estudantes, num processo que inviabiliza a construção do conhecimento de forma significativa (OLIVEIRA, 2009). Além disso, a física abordada na educação básica corresponde aos conhecimentos produzidos entre os séculos XVII e XIX (denominada Física Clássica). A Física Moderna e Contemporânea (FMC), que incluem temas como a teoria da relatividade, mecânica quântica e física de partículas, é pouco discutida.

Em contrapartida o estudante vive em um cotidiano tecnológico, cercado de dispositivos eletrônicos como *tablets* e *smartphones*. Experimenta uma era na qual a informação está disponível e é de fácil acesso, seja por meio da internet, aplicativos de dispositivos móveis ou documentários televisivos instigantes sobre pesquisas científicas. O aluno acaba sendo informado dos avanços da ciência de ponta, questões em aberto e pesquisas atuais por esses meios. Todavia, este conhecimento não é abordado na escola, bem como as teorias que explicam o funcionamento dos aparelhos que fazem parte do seu cotidiano tecnológico são negligenciadas. Isso evidencia um grande descompasso entre o interesse dos alunos, o que seria significativo para eles aprenderem, e aquilo que o professor deseja (ou é coagido) a ensinar.

García et al (2007) assinalam que um dos problemas da educação é que seus profissionais ignoram o fato da juventude atual estar mergulhada em um processo de socialização diferente de décadas atrás e que existe um desajuste entre as demandas da cultura escolar atual e as concepções e interesses dos jovens. A cultura apresentada nas escolas permaneceu quase estagnada nas últimas décadas, não acompanhando a evolução cultural que a sociedade experimentou no mesmo período. Com isso, acaba aumentando a *brecha* entre a cultura acadêmica e a cultura dos jovens. Ainda segundo esses autores, esta brecha sempre existiu, entretanto, no passado haviam mecanismos de coerção social que mantinham esse descompasso dentro de certo patamar que o deixava

invisível. Este distanciamento entre a cultura social e a cultura acadêmica colabora para o desinteresse, a insatisfação, a apatia e a indiferença dos alunos. Assim, uma das maneiras de reduzir esta brecha seria o professor ancorar-se aos interesses do aluno, utilizando-o como aliado à prática pedagógica reflexiva e contextualizada, abordando em sala de aula e/ou em ambientes não formais questões científicas atuais, que estão próximas da realidade do adolescente e do seu cotidiano tecnológico.

Uma das maneiras de atender essas demandas atuais é por meio da abordagem de tópicos de FMC no Ensino Médio. Esta temática já é uma área consolidada na pesquisa em ensino de física no Brasil. Nas últimas décadas uma discussão recorrente tem sido a reestruturação do currículo da física no nível básico, preconizando a inserção da FMC nesse nível de ensino (TERRAZZAN, 1994; PINTO e ZANETIC, 1999; OSTERMANN e MOREIRA, 2000; PEREIRA e OSTERMANN, 2009). Apesar das diretrizes indicadas pelos pesquisadores em prol da inserção da FMC na educação básica ainda se observa uma pequena parcela de professores que abordam tais conteúdos em sala de aula (MONTEIRO et al, 2009). Muitos estudos nas últimas décadas têm apresentado as principais justificativas e dificuldades da abordagem da FMC no Ensino Médio.

Um dos objetivos da Escola de Física do CERN é atualizar os professores nos conceitos relacionados à FMC, em particular à física de partículas e questões em aberto nessa área (GARCIA, 2015). A partir disso buscamos, em um primeiro momento, mapear se os professores participantes da nossa pesquisa abordavam aspectos da FMC na educação básica. Daqueles que as faziam, visamos entender por que razões as realizam e as dificuldades encontradas, bem como as limitações e obstáculos que levavam os outros professores a não trabalharem esses conceitos. Essas informações foram levantadas majoritariamente baseada nos discursos dos professores antes de participarem da Escola de Física do CERN. A partir das entrevistas realizadas após a participação no curso de formação, avaliamos as mudanças relacionadas à abordagem da FMC na educação básica e os agentes que ainda dificultam tal inserção.

6.2.2.1 Justificativas para a inserção da FMC no Ensino Médio

Em um trabalho publicado há mais de vinte anos, Carvalho e Vannuchi (1996, p.7) alertam para o desequilíbrio entre o universo tecnológico que circula o nosso dia-a-dia e o ensino de física em sala de aula:

Vivemos hoje um mundo altamente tecnológico- fibra ótica, código de barras, microcomputadores, etc. – e o ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm –

ainda não chegou ao século XX. Estamos no quinquênio do século XX, mas em termos de ensino estamos muito longe de seu início.

Este sentimento se faz vivo atualmente e toma corpo nos discursos dos professores Paulo César e Larley:

Porque a gente não pode ficar apenas no mundo da clássica. O menino está com o celular na mão usando o Waze e não entende que o GPS só é possível por conta da física moderna. Nem passa na cabeça dele isso. Eu nem me refiro aos aspectos matemáticos mais rigorosos, mas ele entender que a física moderna também faz parte da vida dele. Que a vida dele não é apenas o mundo clássico. (Paulo César-pré)

[...] eu acho inadmissível estarmos no século XXI e continuarmos trabalhando física antiga e nós sabemos que isso não chama muito a atenção. (larley-pré)

Como manifesta o professor larley, os jovens têm interesse pelos avanços tecnológicos e científicos das últimas décadas e, o ensino de ciências, em particular a física, não tem acompanhado esse desenvolvimento, se distanciando das “necessidades dos alunos no que diz respeito ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais” (OLIVEIRA et al, 2007).

O professor larley entende que a compreensão dos princípios físicos presentes no cotidiano tecnológico dos alunos e nos dispositivos que eles trazem consigo podem despertar o interesse e a curiosidade deles pela ciência (SILVA et al, 2013). Além disso, compreender o funcionamento de um dispositivo eletrônico pode fazer com que o indivíduo avalie melhor seus riscos e perigos de utilização, mas também os benefícios associados com os avanços científicos. Em contrapartida, Monteiro (2010) interpreta que a discussão da FMC por conta das aplicações tecnológicas é uma visão reducionista e utilitarista relacionada a uma razão instrumental, na qual os alunos acabam por terem que aprender FMC para entenderem os equipamentos que consomem e assim atenderem as demandas do capital. Todos esses aspectos já apontados por pesquisas passadas são palavras que já perderam as aspas, fazem parte do interdiscurso (BAKTHIN, 2006 e ORLANDI, 2015) e que reverberam nos discursos dos professores larley e Fernando:

[...] é essa física moderna que contribui bastante para coisas que a gente tem na nossa vida atualmente e ela não é discutida com os alunos, de modo que muitos questionamentos que os alunos podem ter, por exemplo, sobre o funcionamento do GPS e coisas do tipo, e alguns equipamentos, por exemplo, o tratamento de pessoas com câncer. Estes questionamentos não são levados para a sala de aula, e a gente acaba não contribuindo com uma dimensão muito importante na formação dos alunos que é discutir a física associada aos aparatos tecnológicos atuais. (Fernando)

Os alunos querem saber como funciona o Touch-Screen da tela do celular e eles precisam estar motivados, e a inserção de física moderna é uma forma de motiva-los. Eles estão em contato com várias tecnologias, a cada segundo a mídia toca em assuntos, seja do acidente

de Fukushima ou outras tecnologias que inventaram, a sonda que foi para Plutão. Os alunos trazem estas questões e se eu não abordar este assunto eu estou fugindo e não cumprindo com o meu papel de professor, dizendo: -Nós não vamos abordar isso porque nós temos que estudar física clássica. Eu não gosto disso. Muitas vezes minhas aulas são interrompidas e direcionadas para outros assuntos e eu acho que isso faz parte, acho isso legal. A gente tem esse papel de comentar essas coisas novas. (larley-pré)

O professor larley ainda manifesta ter atitudes reflexivas, pois mesmo tendo um planejamento prévio das aulas, demonstra flexibilidade, adequando suas aulas de forma a incorporar as dúvidas e curiosidades dos alunos, bem como elementos de FMC. O discurso do professor larley também traz indícios que ele crê ser a mídia a responsável por apresentar esses aspectos modernos para os alunos, bem como que a abordagem de temas atuais em sala de aula tem um caráter motivacional. Contudo o professor não manifesta qual a sua intencionalidade com a motivação dos alunos. Dessa forma, interpretamos que o professor larley julga que o seu *papel* é abordar temas atuais da Física, mas silencia se os relaciona com questões sociais, ambientais, políticas ou econômicas. Esses aspectos trazidos pelo professor larley estão presentes em pesquisas da área e em documentos educacionais oficiais recentes:

É comum, nas aulas de física, os alunos trazerem discussões sobre assuntos que leram ou ouviram em revistas, jornais e telejornais e que, por serem mais atuais e/ou estarem presentes no seu no dia a dia, despertam neles um interesse em conhecer e entender que princípios físicos explicam dado fenômeno. (OLIVEIRA et al, 2007, p.447-448).

Ou ainda:

Os estudantes ouvem falar de temas como buracos-negro e big-bang na televisão, ou em filmes de ficção científica, mas jamais em aulas de física. (OSTERMANN, MOREIRA, 2000, p. 39, tradução nossa).

Os enunciados dos professores vão ao encontro desses aspectos:

Eles já ouviram falar sobre as partículas e teve uma aluna que até comentou: “Professor, se eu não me engano, vi na televisão falarem sobre pentaquark, tem alguma relação?” (Clemer-pré)

[...] a mídia também levanta essas questões (sobre aspectos da FMC). (Fernando)

O aluno quer saber esta física moderna, esta física atual, porque é o que ele ouve na TV, no discovery channel, na Internet ou lê numa reportagem sobre o CERN. Ele fala: “ah professora, você viu que descobriram lá no CERN que uma partícula viaja mais que a velocidade da luz”. (Rafaela-pré)

O dito nos discursos dos professores mostra que responsabilizar a mídia por apresentar aspectos científicos atuais para os alunos reflete aspectos do interdiscurso, ou seja, os professores reproduzem essas ideias presentes em pesquisas e documentos oficiais. Com isso, se faz presente nos discursos dos professores que uma justificativa para

a inserção da FMC em sala de aula é que ela atende os interesses dos alunos em assuntos que eles têm conhecimento fora do ambiente escolar.

Outra questão sobre a FMC se relaciona com a necessidade de atualização curricular do Ensino Médio. Apesar de documentos oficiais antigos como os parâmetros curriculares nacionais (PCNs) (BRASIL, 2002) e outros possivelmente a serem implantados [como a base nacional comum curricular- BNCC (BRASIL, 2016)] já preconizarem a presença de tópicos de FMC no Ensino Médio, observa-se que essas recomendações não são verificadas na prática, pois a grande maioria dos professores não aborda elementos de FMC em sala de aula (MONTEIRO et al, 2009). Silva et al (2013) alertam ainda que a necessidade de atualização curricular já era sinalizada por trabalhos em ensino de física desde a década de 70 e mesmo assim:

[...] muitos dos trabalhos acadêmicos ainda persistem em elencar essa como uma das motivações para a inserção de FMC no Ensino Médio, mesmo havendo documentos de proposições curriculares que já englobam estes conteúdos [...]. (SILVA et al, 2013, p.76).

Na visão dos autores não faz mais sentido os pesquisadores usarem a atualização curricular como argumento para a inserção da FMC no Ensino Médio uma vez que os documentos oficiais já as preconizam. Nós discordamos dessa visão, uma vez que os currículos e as práticas pedagógicas, ao nosso ver, devem estar em constante inovação, incorporando constantemente novos aspectos da ciência. Além disso, sabemos que existe um grande distanciamento do que (e como) o professor aborda em sala de aula e o que documentos oficiais sugerem e recomendam. Essa questão está presente no enunciado do professor Clemer que afirma não contemplar alguns aspectos da física em suas aulas:

[...] às vezes eles fazem perguntas que nós nunca vamos estudar e eu respondo que o nosso curso está defasado, então nós não vamos estudar isso. (Clemer-pré)

Acreditamos que para os professores efetivamente discutirem a FMC no Ensino Médio, faz-se necessário a inclusão de metodologias e conteúdos em programas de formação inicial e continuada de professores. Nos parece claro que FMC será amplamente discutida em sala de aula no momento em que o professor tiver uma formação adequada. Neste aspecto, nos aproximamos da visão de Oliveira et al (2007, p.448):

Não basta introduzir novos assuntos que proporcionem análise e estudos de problemas mais atuais se não houver uma preparação adequada dos alunos das licenciaturas para esta mudança e se o profissional em exercício não tiver a oportunidade de se atualizar.

Entendemos que a Escola de Física do CERN tem contribuído no sentido de uma atualização curricular, uma vez que permite uma formação para professores em serviço (e prioritariamente de escolas públicas) em temas da FMC, em particular, da física de partículas. Ademais, traz para o debate questões atuais e pesquisadas em aberto justamente em uma área que é muito popularizada pelos diversos meios de comunicação. Contudo, a

número de professores atendidos é pequeno quando comparado ao de docentes atuando em sala de aula e, por essa razão, outras ações semelhantes deveriam ser incentivadas.

A inclusão da FMC nos currículos da educação básica também é uma forma de assegurar que aqueles estudantes que não optarem por carreiras científicas, ou que não ingressem no ensino superior tenham contato com a ciência atual, fazendo com que esses aspectos também façam parte da bagagem cultural de uma maior quantidade de pessoas (ALVETTI, 1999). Aliando a isso, Shabajee e Postlethwaite (2000) e Torre (1998) e Zanetic (2005) consideram que o conhecimento é uma produção cultural e que a abordagem da FMC amplia a relevância do estudo da física na educação básica.

A FMC elucida aspectos que a física clássica não tinha condições de explicar, deixando claro para o aluno que a ciência está em constante (re)formulação, mas também explora aspectos totalmente novos. Alvitra-se que a discussão da FMC forneça uma nova forma de interpretação da natureza, diferente da apresentada pela Física Clássica. Esta nova física pode ser mais atrativa ao aluno por ainda não ter sido explorada (SIQUEIRA, 2006). A ideia de ciência em construção e os limites dos modelos científicos estão presentes nas concepções de ensino do professor larley:

Não fico esperando terminar toda a física clássica para daí dizer que agora vamos entrar no período de física moderna. E daí você dá só aquelas coisas separadas, sabe? Eu não consigo. Eu gosto de quebrar aquelas partes e mostrar "até aqui tem certa validade, daqui para frente é outro modelo, então, um modelo melhorado que se encaixa melhor com a realidade". [...] Eu prefiro passar a visão mais da ciência que ainda está em construção, de como são feitos estes modelos para explicar os fenômenos físicos do que passar todos os conteúdos (larley)

A FMC representa uma mudança de paradigma na Física e esse debate acerca do desenvolvimento das ciências é necessário no Ensino Médio, uma vez que a discussão de elementos históricos e epistemológicos da ciência, bem como da natureza da ciência contribui para o processo de aprendizagem dos estudantes (OLIVEIRA, 2009). A discussão de temas atuais da física permite que os alunos construam uma visão mais adequada da ciência e do fazer científico, percebendo que a ciência está em constante construção (GIL PÉREZ et al, 2001).

Nessa seção destacamos os principais motivos elencados na literatura que sustentam a inserção da FMC na educação básica. Verificamos que muitos dos professores entrevistados têm consciência dessa necessidade. Na próxima seção discutimos os obstáculos que dificultam tal implementação.

6.2.2.2 Limitações para a inserção da FMC no Ensino Médio

Apesar das diversas justificativas para a inserção da FMC no Ensino Médio apresentadas na seção anterior, poucos eram dos professores entrevistados em nossa pesquisa que abordavam tópicos atuais da física em suas aulas antes da ida ao CERN. Constatamos que alguns obstáculos a essa inserção são externos, outros internos ao professor e se aproximam muito dos já identificados em pesquisas anteriores.

Rosa e Rosa (2005) em sua pesquisa buscaram mapear os critérios dos professores ao elegerem os conteúdos a serem estudados em sala de aula. Os professores entrevistados manifestaram que os conteúdos são muito extensos em comparação ao diminuto número de períodos semanais que os professores têm em sala de aula, fazendo com que eles selecionem os conteúdos que pretendem abordar. Segundo os autores, os conteúdos a serem trabalhados em cada série são praticamente impostos pelo projeto político pedagógico (PPP) da escola, o que engessa os professores, cabendo a eles adaptarem os programas (na sua maioria amplos e pouco definidos) à carga horária da disciplina. O professor Marcos Antônio, que trabalha tanto na rede pública estadual quanto particular de ensino, afirmou em entrevista antes da sua participação na Escola de Física do CERN que na rede particular, apenas 10% do Ensino Médio está dedicado à FMC, principalmente pelo currículo inflexível da escola:

Eu trabalho na rede conveniada do Positivo, não sei se você conhece, e no último bimestre do terceiro ano, o Positivo aborda este assunto (FMC). (Marcos Antônio-pré)

No Brasil, tem-se popularizado nos últimos anos empresas vinculadas ao ramo da educação que ofertam, entre outros produtos, “sistemas de ensino” às escolas. Nesses pacotes, oferecem livros didáticos de todas as componentes curriculares, assessoria pedagógica e de gestão, simulados do ENEM, provas periódicas, etc. Em geral, os livros didáticos possuem aulas sequenciais numeradas, nas quais o professor deve abordar um determinado assunto proposto no livro em um número específico de encontros, diminuindo a autonomia do professor e engessando o currículo. O professor que trabalha em uma escola que opta por esse tipo de “pacote”, fica limitado ao tempo e à organização externa dos conteúdos, tendo que seguir as diretrizes propostas pelo sistema de ensino contratado. O professor não tem muita liberdade de reorganizar a ordem de abordagem dos temas, tampouco desenvolver atividades que não estejam previstas no material didático. Além disso, esse tipo de material não é customizado, não se adequando à escola, tampouco atende às especificidades de cada situação. Por essas razões, o professor Marcos Antônio só tem a possibilidade de abordar a FMC no último trimestre do 3º ano do Ensino Médio.

O professor Clemer, assim como o professor Marcos Antônio, também aponta a rigidez do currículo como um fator que dificulta o trabalho da FMC, como exemplifica:

Na rede municipal o nosso currículo é dogmático e é o seguinte: você recebe seu planejamento e é esse. Você dá isso pronto e acabou. Já vem definido. Você pode até questionar, mas não vai mudar. (Clemer-pré)

O professor Iarley também leciona em um estabelecimento no qual o PPP é pouco flexível, contudo, buscou uma alternativa à inserção da FMC em suas aulas, uma vez que no PPP ela não está prevista:

Eu procuro sempre trabalhar (a FMC). Eu não diria que a gente tem um plano de ensino fechado. Ele tem os seus pacotes porque ele é um curso técnico. Quem criou aquele curso (eu não ajudei, quando cheguei já estava pronto) tinha direcionado algumas posições que eu deveria tomar. [...] Vou introduzindo conforme o assunto vai fluindo. A última matéria que tem lá é eletromagnetismo. (Iarley-pré)

Percebe-se nos discursos dos professores que a distribuição dos conteúdos foi pensada, ora por uma empresa privada do ramo educacional, ora por profissionais das secretarias de educação dos estados, querendo estendê-los para todas as escolas e alunos, não levando em consideração as especificidades de cada região e o contexto de cada escola, tampouco permitem a flexibilização dos conteúdos. Podemos interpretar que essas organizações dificultam que o professor execute ações pensadas por eles, remetendo ao conceito de proletarização do trabalho docente. Para Contreras (2002) a proletarização do professor acarreta tanto na perda de autonomia no trabalho, quanto pessoal, uma vez que suas ações docentes se resumem a aplicar disposições externas. Para Giroux (1997, p.158) a proletarização do professor os reduzem:

[...] ao status de técnicos especializados dentro da burocracia escolar, cuja função, então torna-se administrar e implementar programas curriculares, mais do que desenvolver ou apropriar-se criticamente de currículos que satisfaçam objetivos pedagógicos específicos.

O professor Iarley parece tentar romper com essa imposição curricular e busca alternativas para a discussão da FMC em suas aulas.

Contudo, se observa um movimento tímido de inclusão oficial de aspectos da FMC nos PPPs de algumas escolas e nos programas propostos pelas secretarias de educação dos estados, como trazido pela professora Rafaela:

Então este currículo da SEDUC, ele tem essa abordagem de física moderna no terceiro bimestre no primeiro ano. É muito legal, a gente fala de ciclo de vida das estrelas, a gente fala da teoria da relatividade [...] (Rafaela-pré)

Talvez esse pequeno movimento de inserção da FMC também ocorra pelo fato que a maioria dos livros incluídos no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) contemplar esses aspectos, como afirmado pelo professor Clemer:

Os livros didáticos até que abordam um pouco sim, é pouco, porém, eu acho que para mim seria até o suficiente, pois para quem não dá nada, pouco é muito. (Clemer-pré)

Um obstáculo à inserção da FMC no Ensino Médio é causado também pelo desequilíbrio entre a pequena carga horária semanal da componente curricular física e a extensa quantidade de conteúdos ligados à física clássica (MONTEIRO et al, 2009; OLIVEIRA et al, 2007). Essa questão foi apresentada por muitos professores:

Basicamente eu fico dando aula de física clássica quase o tempo todo. (Marcos Antônio-pré)

Tem que excluir alguma coisa né? Quando você só tem 150 minutos seco e o aluno chega sem saber fazer equação de 1º grau, então você tem que ensinar bem ensinado o possível e ensinar bem ensinado o possível exclui alguma coisa. Normalmente o que é excluído? A física moderna, hidrodinâmica, movimento circular, quase nunca dá tempo desses tópicos. (Paulo César-pré)

Na escola pública eu tenho duas aulas semanais (então) [...] é só a noção básica, porque é muito conteúdo para muito pouco tempo. (Marcos Antônio-pré)

[...] eu tenho uma filha, no Ensino Médio, que estuda em uma escola particular no terceiro ano e a escola não dá nada disso nem se comenta (FMC), não faz parte da grade. Porque não é muito abordado isso no ENEM e as escolas trabalham com currículo dessas provas externas. (Rafaela-pré)

O discurso de Marcos Antônio vai de encontro com os apontados no estudo de Oliveira et al (2007), ao passo que o discurso da professora Rafaela vai ao encontro dos autores. Esses autores constataram que os professores entrevistados em sua pesquisa indicavam ser mais fácil inserir a FMC no ensino público do que no privado. Para tanto, indicam como fatores que facilitam a inserção o descomprometimento dos alunos das escolas públicas com o vestibular e a flexibilidade (apesar de salientarem que a carga horária reduzida pode ser um fator complicador nesse processo). Em contrapartida, alertam que a inserção dos mesmos conceitos nas escolas privadas seria dificultada pelo fato do currículo rígido e dos alunos estarem muito preocupados com os conteúdos que possuem maior incidência nas questões de vestibulares. Como FMC não era solicitado nos exames, os alunos não se interessariam.

Vale destacar que as pesquisas foram desenvolvidas em regiões do Brasil diferentes, bem como que os professores Marcos Antônio e Rafaela não vivem no mesmo estado brasileiro o que pode explicar essas realidades distintas. Ademais, com as políticas públicas dos últimos governos no que diz respeito à universalização do acesso ao ensino superior (o trabalho de Oliveira et al é de 2007) possivelmente os estudantes das escolas públicas estão mais atentos a ingressarem nas universidades. Somado a isso, as universidades têm incluído cada vez mais questões de FMC nos seus exames seletivos. A

título de exemplo, as duas maiores universidades instaladas em Porto Alegre destinam, em geral, entre 10% e 20% de suas provas de física dos exames vestibulares para questões envolvendo conceitos de FMC.

Esses fatores talvez expliquem as discrepâncias de alguns aspectos entre as pesquisas já publicadas e os discursos dos nossos participantes da pesquisa. Para agravar a situação, nos últimos anos o ENEM, concebido inicialmente para avaliar a qualidade do ensino público a nível médio, se tornou um processo de seleção ao ensino superior. As questões do ENEM que outrora eram articuladas com várias áreas do conhecimento, envolvendo um pensamento complexo e interdisciplinar, tem retrocedido de forma a abordar questões mais específicas, e com conhecimento compartimentado. Isso reflete uma pressão que grandes universidades, por estarem sendo obrigadas a utilizarem o ENEM como sistema de seleção unificado, fazem para, no seu ponto de vista, “selecionarem” bons alunos. Isso é um desserviço, pois as questões do ENEM têm tido sérios problemas e poucas contemplam assuntos relacionados à FMC. Uma análise crítica sobre as provas do ENEM envolvendo física pode ser visto em (SILVEIRA et al, 2014; 2015).

Pacheco et al (1996) analisando as provas de universidades paulistas, as propostas curriculares de física do estado de São Paulo e as deliberações das pesquisas educacionais em física realizadas, por sua grande parte, por pesquisadores das mesmas universidades avaliadas, constataram que as provas de vestibular da década de noventa do século passado pouco se aproximavam das diretrizes oficiais e das pesquisas. Avaliando 404 questões, 50% delas se referem a conteúdos associados à Mecânica, o que pode explicar a extensão dos livros didáticos atuais de abordarem essa área da física ao longo de todo 1º ano do Ensino Médio e uma parcela significativa do 2º ano, deixando termologia, ondas, ótica, eletricidade, eletromagnetismo e física moderna e contemporânea para o restante do tempo. Esses aspectos também emergem nos enunciados dos professores:

A escola onde eu trabalho os conteúdos estão associados 100% (ao vestibular). Tanto que a escola oferece o curso e mais o cursinho. (Clemer)

[...] física moderna nem é tocado no assunto porque quando cai no vestibular de vinte questões é uma. Entendeu? O ENEM quando cita, cita de uma forma muito superficial. Então o que acaba sendo por normal é dar prioridade por aquilo que o aluno vai precisar no processo seletivo do vestibular e do ENEM. (Paulo César)

[...] tem sempre cobrança de aluno por causa de conteúdos que vão cair no ENEM. Então eles têm uma tabelinha dos conteúdos que mais caíram e aí eles perguntam né? Esse ano eles já vieram com aquela tabelinha. Tem muita coisa para estudar sobre isso, porque cai mais disso no ENEM. (Iarley)

Destacamos que o estudo citado tem mais de vinte anos e, como já comentado, tem sido cada vez mais recorrente a abordagem de temas envolvendo FMC em concursos vestibulares, bem como uma distribuição mais harmoniosa dos conteúdos estudados no Ensino Médio de forma que esse panorama está um pouco diferente. Contudo, interpretamos que o interdiscurso traz aspectos da memória coletiva, histórica e social no qual as provas de exames seletivos são majoritariamente centradas em mecânica clássica. Essas vozes tomam sentido nos enunciados dos professores.

Além disso, os três recortes discursivos trazidos acima são referentes a entrevistas realizadas após a participação no curso de formação continuada. Pelo dito dos professores, fatores externos a eles (como a exigência de se “treinar” os alunos do Ensino Médio para os exames seletivos de ingresso à universidade) podem dificultar a inserção da FMC em sala de aula, mesmo depois da vivência no CERN.

Monteiro et al (2009) e Oliveira et al (2007) destacam que alguns professores entrevistados em suas pesquisas delegam à falta de atualização e capacitação e por não terem tido contato com alguns desses tópicos de FMC durante a graduação como a razão principal pela qual não a ensinam na educação básica. Aqueles que cursaram disciplinas durante a licenciatura envolvendo FMC afirmam não a inserirem devido ao complexo formalismo matemático e que, retirando a matemática, não sobraria nada a ser abordado. Monteiro et al (2009, p. 571) salientam que essa visão do professor é restrita e que:

[...] inviabiliza também a possibilidade de a FMC contribuir para uma educação científica crítica e emancipatória, como também de ser abordada em articulação com a cultura [...]

Estes aspectos também são endossados pelos professores Fernando e Larley:

Até porque a gente sabe que os cursos de graduação em física nunca têm como abordar tudo. Assim, não estou falando de curso A ou B, estou falando de forma geral. Não têm como abordar toda a física, em particular o curso de licenciatura que tem uma carga de matérias de educação e de ensino de física, acaba deixando ainda mais, comparado ao bacharelado, alguns tópicos de física de fora, o que é normal. (Fernando)

É uma coisa que a gente não aprende muito na faculdade (falando do CERN). [...], nós não tivemos nada de física de partículas. (Larley-pré)

Física de partículas eu não tive porque eu fiz licenciatura. Quem tinha uma disciplina dessas era quem era do bacharelado [...] Teve algumas falas durante a graduação, mas dá pra dizer que é nada. E aí que acaba afetando, se você não sabe você não vai falar sobre aquilo. Eu não vou saber falar no que eu não sei. (Larley)

Ao serem perguntados se tinham o hábito de abordar FMC em suas aulas, os professores firmam que não:

Então eu não tenho de anos anteriores experiência em ensinar a física moderna e contemporânea. (Paulo César-pré)

Não, eu não tenho hábito. Espero que quando voltar, isso seja o marco da minha vida, para eu introduzir o ensino de física moderna como eu gostaria. Porque hoje meu ensino está defasado. Então após essa viagem, a minha volta vai marcar o início da introdução da física moderna no Ensino Médio e, eu vou desenvolver isso este ano e deixar tudo pronto. (Clemer-pré)

Quando questionado da razão pela qual não trabalha FMC, o professor Clemer é taxativo:

Isso, na faculdade (dizendo que não teve estes conteúdos na graduação). E eu vou dizer isso porque onde eu trabalho tem mais três professores de física e por que nós não ensinamos? Porque nós não sabemos! (Clemer-pré)

Além de fazer uma autocrítica à sua prática pedagógica, o professor Clemer também manifesta o sentimento de valorização por ter sido escolhido a participar da Escola de Física do CERN, e antes mesmo de viajar para Genebra já assumiu o compromisso de divulgar o centro de pesquisa. Ademais, já o discurso do professor traz sinais de entusiasmo e o reflexo positivo do curso, uma vez que o professor já projetava, para o próximo ano letivo, a abordagem da FMC.

Monteiro et al (2009) afirmam que muitos professores sugerem que precisariam ter contato com experiências de outros colegas para tomarem conhecimento de como abordar a FMC nas suas aulas, bem como a falta de material disponível para a abordagem de tais temas no Ensino Médio. Os professores entrevistados na nossa pesquisa não trouxeram esse aspecto como um fator limitador à inserção da FMC em sala de aula.

Na revisão de literatura realizada por Silva et al (2013), foi constatado uma grande diversidade de trabalhos que realizaram transposições didáticas adequando a FMC ao nível médio. Isso nos leva a crer que as pesquisas e materiais didáticos produzidos a partir de teses de doutorado, dissertações de mestrado e principalmente produtos educacionais vinculados a mestrados profissionais acabam não tendo uma divulgação ampla e não chegando aos professores das redes de educação básica.

A verdade é que existem muitos materiais de FMC disponíveis aos professores e, por falta de informação, eles acabam não tendo acesso. Isso também é responsabilidade dos programas de pós-graduação, dos docentes e discentes, que muitas vezes estão apenas preocupados em realizar suas pesquisas e acabam apresentando seus resultados apenas para seus pares em congressos específicos da área e em periódicos especializados.

Zeichner (1998) afirma que existe uma separação entre a realidade dos professores nas escolas e dos pesquisadores nas universidades, de forma que muitos professores não

procuram a pesquisa para instruir e melhorar suas práticas e muitos acadêmicos se envolvem com os professores apenas com o objetivo de gerar dados para seus trabalhos científicos. No nosso ponto de vista, pesquisas e produtos educacionais ligados a programas de pós-graduação na linha de ensino deveriam ter uma ampla divulgação também nas redes de ensino. Além disso, os livros didáticos atuais, na sua grande maioria, destinam capítulos para a abordagem da FMC ou a fazem ao longo da discussão da física clássica (DOMINGUINI, 2012) e poderiam ser um ponto de partida para o professor que se propõe a discutir tais assuntos com seus alunos.

A exemplo do verificado nas principais justificativas dos professores para inserção da FMC em sala de aula, constatamos que os obstáculos que dificultam tal abordagem em sala de aula pelos participantes dessa pesquisa são semelhantes aos apontados em estudos teóricos.

7. AS AÇÕES DOS PROFESSORES DEPOIS DA ESCOLA DE FÍSICA DO CERN

Na seção 6.1 discutimos como que os saberes científicos circulavam no coletivo de pensamento da física de partículas. Dos objetivos elencados por Garcia (2015), verificamos que aqueles que mais se fizeram presentes nos discursos dos professores participantes da nossa pesquisa estão relacionados à divulgação científica e à FMC, com isso, nosso objetivo no presente capítulo é discutir as ações desenvolvidas pelos professores após a participação na Escola de Física do CERN referentes a esses dois tópicos.

7.1 A Ciência Popular: Divulgação Científica

Após o retorno da Escola de Física do CERN os professores realizaram muitas atividades de divulgação científica envolvendo a organização.

Algumas atividades foram realizadas em universidades e escolas:

Na medida do possível eu tenho tentado propagar o que foi proposto, a gente tem ido atrás, de certa forma para cumprir o edital que era isso. Sem contar que é um prazer falar sobre o assunto. [...] a gente tem aceitado convites das faculdades próximas que pedem para a gente falar um pouco sobre o CERN. Na minha cidade a divulgação tem sido de minipalestras que a gente vem fazendo. (Marcos Antônio)

Eu propus também falar com os alunos. Uma conversa no IF com a escola inteira que foi também como um retorno da atividade, porque eu saí da aula e tive que dar um retorno do que eu fui fazer. Eu fiz essa conversa em mais uma escola estadual que aceitou que eu fosse lá e dedicou um tempo para que eu pudesse falar [...] eu fiz lá em minha cidade natal que também era uma coisa que eu tinha prometido [...] aí eu fui lá também fazer esta conversa com os alunos, uma conversa de 1h30min mais ou menos. Foi bem legal também. (Iarley)

[...] a gente também deu minicurso em um encontro da licenciatura em física da UFRJ [...] A gente chegou a dar uma palestra no programa de pós-graduação do mestrado profissional em ensino de física da UFRJ, no caso, voltado para os professores da UFRJ, para eles compreenderem o que é a escola de física do CERN e tal, e para professores que estão fazendo o mestrado. (Fernando)

Pelos discursos dos professores observamos que eles assumem o compromisso da divulgação científica e o fazem em diversos contextos: para alunos do Ensino Médio, alunos de graduação e colegas professores. Além disso, alguns salientam que estão honrando o compromisso firmado na candidatura à participação na Escola de Física do CERN, para a qual devem definir um plano de ações a ser executado depois do término do curso. Outros o fazem também por justificarem suas ausências nas escolas durante o período de formação. Nos parece que essas iniciativas também partem dos participantes,

no sentido de se oferecerem para divulgar as atividades do CERN e falarem de aspectos da física de partículas.

Avaliando os programas dos três últimos simpósios nacionais de ensino de física (SNEF), todos eles ofereceram minicursos envolvendo a temática da Escola de Física do CERN. Isso mostra que além de divulgarem em suas cidades, os professores participam mais de congressos e eventos, o que se confirma pelos dados quantitativos apresentados na seção 2.3. Interpretamos que a experiência no CERN marcou os professores e os fazem se engajarem em difundi-la. Além disso, o aumento no número de participantes da Escola de Física do CERN em eventos da área contribui para uma qualificação profissional e, conseqüentemente traz um benefício para o ensino como um todo.

O professor Fernando é um exemplo disso, pois tem publicações em anais de eventos e capítulos de livros relacionados às atividades oriundas da Escola de Física do CERN:

Tiveram aqueles capítulos do livro [...] Teve também resumos, que agora eu não sei quantos foram. (Fernando)

As divulgações dos professores não são restritas ao ambiente escolar e acadêmico, mas também ocorrem em atividades abertas à comunidade em geral:

[...] aqui na minha cidade eu fiz algumas minipalestras e agora vou fazer uma palestra maior. Esse evento que começa em novembro, são três dias de evento, vai convidar algumas pessoas para participar e eu quero novamente focar em física de partículas e do CERN. Acho que agora eu vou estar atingindo mais gente. Não só os alunos, mas a comunidade. (Marcos Antônio)

O recorte discursivo do professor Marcos Antônio revela que as atividades de divulgação envolvem também a população em geral. Esse tipo de popularização do estilo de pensamento da física de partículas é importante, pois reforça o vínculo de dependência entre os especialistas e a opinião pública. Com isso as atividades realizadas no CERN podem ser legitimadas, deixando a população ciente do que é realizado no centro e de que pesquisas futuras são necessárias e justificáveis.

Nessas atividades os professores abordam tanto aspectos concretos da viagem, quanto de física de partículas:

Tudo que eu fui fazer foi falar um pouco sobre física de partículas[...] eu fui mais dar uma geral do que a gente viu lá. (Iarley)

Eles têm curiosidade de saber como foi a viagem. Eles são curiosos. Eu até percebi mesmo, a moça que estava lá no evento que foi (na edição de) 2010 montou um monte de jogos, ela montou muita coisa. Então eu acho que hoje ela já se cansou de falar sobre a viagem em si, não fala mais da viagem. Já tem uma didática para outra coisa, hoje ela é focada em conteúdo específico de física de partículas. (Marcos Antônio)

Uma questão interessante é que o professor Marcos Antônio, em uma das atividades, participou de uma mesa redonda com outros integrantes da segunda edição da Escola de Física do CERN. Ele relatou que um dos participantes (não entrevistado nessa pesquisa) não se deteve a aspectos da viagem, mas sobre tópicos de física de partículas. Além disso, salienta que a professora desenvolveu jogos envolvendo o assunto para ser utilizado com seus alunos. Isso é um exemplo que a “marca” deixada pela Escola de Física do CERN é profunda. Interpretamos que logo após a participação na Escola de Física do CERN os professores, em sua maioria, discutem aspectos mais gerais e curiosidades da viagem. Com o passar do tempo, às vezes anos depois, eles vão refinando aqueles elementos que foram apresentados na formação, se apropriando de conceitos, realizando transposições didáticas e adequando materiais para serem propostos e desenvolvidos no ambiente escolar.

Nos eventos de divulgação científica se fazem presentes aspectos apresentados na mídia, como discutido anteriormente:

Sempre tem aquelas perguntas de antimatéria para relacionar com o filme (anjos e demônios) lá do Bronw, do livro, de buraco negro. Mas nada assim sobre o que se fazia lá, sobre a ciência que se fazia lá, sobre a física de verdade, mais esses mitos. (Iarley)

E de aspectos concretos da viagem e do CERN:

Perguntaram sobre as coisas lá [...] Perguntaram sobre coisas tecnológicas, se era verdade que as portas abriam com a leitura da retina, coisas assim. (Iarley)

Já o professor Marcos Antônio revela que as perguntas são variadas:

[...] sai pergunta de todo tipo: Como funciona o modelo padrão? Como foi feito? Como funciona antipartícula, antimatéria que a gente viu no filme? Se realmente existe ou se é só falácia? (Marcos Antônio)

O discurso do professor Marcos Antônio também remete à mídia, mas retrata aspectos da teoria e do modelo padrão, ausentes no enunciado do professor Iarley. Atribuímos essas diferenças às distintas abordagens, intencionalidades e direcionamentos que cada professor deve dar em suas atividades de divulgação.

A exemplo da colega que o professor Marcos Antônio encontrou em um evento, ele próprio manifesta o desejo de sistematizar conceitos envolvendo a física de partículas. O professor sugere o interesse em disponibilizar um período semanal no turno sem aulas para conversar com alunos interessados em aspectos relativos à ciência:

No ano que vem eu quero ver se consigo fazer uma coisa mais fixa com esses alunos. Fixar, por exemplo, o horário de estudo, um bate-papo de estudo. A ideia é um bate-papo sobre ciência. Tal dia é nosso dia de conversar sobre CERN ou sobre qualquer outra coisa de física moderna. (Marcos Antônio)

O professor Marcos Antônio revelou nas entrevistas que tem uma grande carga-horária semanal de trabalho. Mesmo assim, ele se dispõe para conversar com os alunos sobre aspectos da física fora de horário de sala de aula. Interpretamos que essa atitude tem relação com o fato do professor se sentir valorizado a partir da vivência no CERN, bem como busca retribuir o investimento em sua formação, socializando seus conhecimentos com os alunos.

A partir dos recortes discursivos apresentados podemos interpretar que os professores tornam concreto um dos objetivos da Escola de Física do CERN que é de realizar divulgação científica sobre as atividades envolvendo a organização e aspectos relacionados à física de partículas e pesquisas afins. Se verifica que essas ações ocorrem para diferentes públicos e em diversos contextos.

Pelo teor dos elementos apresentados nos enunciados dos professores, a abordagem ocorre no nível da ciência popular fleckiana. Essa dimensão social de pensamento é caracterizada pela estética, pela simplificação e faz uso de ilustrações. A ciência popular tem um caráter dogmático e apodítico, de forma que os conhecimentos são apresentados como certezas, dificilmente sendo contestados, mas sim, aceitos ou refutados, de acordo com quem os recebe (OLIVEIRA, 2012). Isso reforça a ideia de a divulgação científica estar situada no âmbito da ciência popular uma vez que é comum professores apresentarem fotos da viagem em suas palestras. As fotos não são apenas de dispositivos científicos e tecnológicos do CERN, mas também de pontos turísticos, e curiosidades (por exemplo, as ruas do CERN têm nomes de cientistas, existe uma placa colocada no gabinete do pesquisador que criou a internet). Essa simplicidade artificial auxilia na coerção do estilo de pensamento e sua extensão para regiões mais periféricas do círculo exotérico:

A contraposição com o mundo dos leigos dá unidade social ao coletivo de pensamento, que ganha estabilidade e coesão [...] Esse alinhamento transmite confiança aos iniciados e autoridade junto à opinião pública. (OLIVEIRA, 2012, p. 129).

A divulgação científica no âmbito da ciência popular permite uma ampliação das pesquisas realizadas pelos especialistas do círculo esotérico, mostrando sua relevância e pertinência, em outras palavras, legitima o coletivo. Com isso o CERN também atinge seu objetivo implícito que é justificar futuros investimentos no centro.

Verificamos que os discursos dos professores apresentam aspectos concretos da viagem, descrição das atividades realizadas no CERN e/ou conceitos da física de partículas abordados de forma superficial. Ao mesmo tempo, a única justificativa

apresentada por eles para realizarem tais atividades está relacionada ao cumprimento de uma prerrogativa do edital.

Os professores não enunciaram uma abordagem que articule ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e silenciaram quanto à importância das atividades realizadas como processo formativo e de enculturação científica ou para esclarecer aspectos talvez obscuros por parte da população acerca do CERN. Interpretamos que isso ocorre porque poucos meses após a participação da Escola de Física do CERN ainda é pouco tempo para o professor conseguir planificar tais articulações, talvez por ainda não ter se apropriado de diversos tópicos abordados no CERN. Os professores silenciam também em relação às possíveis diretrizes e intencionalidades educacionais que o curso de formação investigado no nosso estudo de caso poderia dar. Isso reforça que a Escola de Física do CERN se concentra nos saberes científicos, não proporcionando reflexões educacionais acerca da divulgação científica, por exemplo. Nesse sentido, cada professor executa ações ao seu modo. Muitas delas, sem amparo em pressupostos teóricos como os apresentados na seção 6.2.1.

7.2 A Ciência dos Livros Didáticos: A Física Moderna e Contemporânea

Na sessão anterior exploramos aspectos relacionados à divulgação científica, entendendo-a como uma manifestação da ciência popular proposta por Fleck (2010). Outro objetivo do curso de formação investigado nesse trabalho, presente na lista apresentada por Garcia (2015), e muito mencionado nos discursos dos professores envolve a inserção da FMC e a exploração de aspectos ligados ao CERN e à física de partículas no ambiente escolar regular. A divulgação científica muitas vezes depende de agentes externos à vontade do professor, como por exemplo, convites para participação em eventos, espaço em escolas, feiras, mostras de ciência, etc. Em contrapartida, a abordagem da FMC nos parece ser mais estruturada e sistemática, podendo ser inserida de forma definitiva no núcleo de conhecimento da componente curricular de física das escolas.

A abordagem da FMC no contexto escolar se aproxima da ciência dos livros didáticos fleckiana. Para Fleck, essa é a forma social de pensamento responsável pela iniciação na ciência e, que para tanto, emprega métodos pedagógicos específicos. Além disso, “qualquer introdução didática, portanto, é literalmente uma ‘condução-para-dentro’, uma suave coação” (FLECK, 2010, p.155), familiarizando o aluno ao estilo de pensamento desse coletivo. Podemos interpretar ainda que no discurso de Fleck se faz presente

relações de força ligadas às condições de produção, de forma que posições-sujeito diferentes emergem no contexto no qual a ciência dos livros didáticos é praticada:

Quando há, entre dois indivíduos, uma relação de subordinação mental pronunciada, como, por exemplo, entre professor e aluno, não se trata, na verdade, de uma relação individual, mas de uma relação entre elite e multidão: ou seja, há, no fundo, confiança de um lado, e dependência da opinião pública, 'do bom senso', do outro. (FLECK, 2010, p. 158).

A comissão organizadora da Escola de Física do CERN espera que os professores, após a participação nessa formação, insiram de forma substancial aspectos da FMC em suas aulas. Pelo discurso do professor Fernando, a Escola de Física do CERN está organizada para de fato propiciar isso:

Teve todo um ambiente, todo um clima criado para poder despertar o interesse e a motivação dos professores para levar aqueles temas para a sala de aula. Mas é uma experiência inicial. Porque eu estou falando isso? Porque aquilo por si só não vai fazer a gente levar nada para a sala de aula. Depende da gente, depende de como é que a gente sai de lá. (Fernando)

Interpretamos a parte final do enunciado do professor Fernando como se referindo à realização de uma transposição didática a partir daquilo que foi vivenciado na Escola de Física do CERN. Tal transposição foi realizada pelo professor Fernando, pois quando perguntado se trabalhou com física de partículas com seus alunos afirmou que sim, mas apenas depois da experiência no CERN. Além disso, interpretamos o discurso do professor como uma crítica à racionalidade técnica que perpassa o curso de formação. Também entendemos que cada professor é impactado de forma diferente nessa vivência, dependendo de suas experiências passadas, formações já realizadas, flexibilidade curricular nos locais que trabalha e oportunidades futuras, bem como que a experiência no CERN pode motivar os professores.

Constatamos que a grande maioria dos professores entrevistados se sente em condições de trabalhar aspectos da física de partículas a partir da vivência no CERN, com exceção do professor Iarley que mesmo após a participação na formação continuada, não se sente apto a tratar física de partículas na educação básica:

Eu vou te dizer que não muitos. Eu não consigo ainda [...] Tem tantos fatores que influenciam, tem tempo e tem conteúdos que a gente elege como mais ou menos importantes que vamos dar mais aprofundamento. [...] O que tento colocar mais são exemplos como algumas falas e algumas histórias que eu vou tentando ilustrar durante as aulas. Então eu consigo falar sobre lá. Eu confesso que até então eu não falei de quarks e algumas coisas. (Iarley)

O professor Iarley delega a fatores como a importância de conteúdos e de tempo (que pode ser tanto relacionado ao número de períodos por turma, quanto o tempo destinado para preparar suas aulas) como motivos pelos quais não trabalha conceitos envolvendo FMC de forma mais sistemática. Afirma que discute aspectos mais da

experiência no CERN, mas não da física praticada lá. A última frase nos faz interpretar que o professor ainda não conseguiu discutir conceitos e conteúdos envolvendo a física de partículas. Contudo, como o próprio professor larley mencionou durante a entrevista, ele apresenta para seus alunos a física como uma construção humana que busca construir modelos para explicar os fenômenos da natureza. Talvez sejam exemplos relacionados ao CERN e à natureza da ciência que o professor comente em sala de aula. O recorte discursivo do professor larley mostra que a abordagem de temas envolvendo a física de partículas e o CERN em sala de aula apresenta uma superficialidade semelhante àquela revelada por ele nas atividades envolvendo a divulgação científica.

Olha, eu não consigo aprofundar as coisas. Eu menciono tais fenômenos, eu apresento tais fenômenos, eu construo as avaliações diferentes onde eu não vou exigir que saiba exatamente o que está acontecendo, até porque a gente não sabe exatamente o que está acontecendo. Então eu não vou pedir uma resposta exata. Mas eu tenho receio às vezes de falar. Às vezes não, quase sempre, de falar sobre esses conteúdos. É porque eu não domino e então causa esse receio. (larley)

O recorte discursivo do professor larley reforça a ideia de que a discussão de alguns aspectos da FMC se restringe ao nível superficial e informativo, enquanto que os conteúdos tradicionais de física clássica têm um maior aprofundamento. Apesar de seu produto educacional vinculado ao mestrado profissional versar sobre a teoria da relatividade, o professor sente certa insegurança em abordar em sala de aula outros aspectos correlatos. O professor larley, como já apresentado em recortes discursivos anteriores não aborda a FMC em um único bloco, mas sim, ao longo das suas aulas e dependendo da temática.

Nesse sentido o professor quando trabalha, por exemplo, ondas, ele pode discutir no final desse tópico a dualidade onda-partícula. Ao lecionar óptica, pode emergir a ideia de fóton e o efeito fotoelétrico. Interpretamos que o professor larley trabalha de forma mais contundente a física clássica e alguns aspectos da FMC são abordados ao final de cada unidade e de forma superficial. O conteúdo efetivamente trabalhado e “cobrado” em provas é referente à física clássica. A FMC é abordada, mas a título de “curiosidade”.

O professor larley foi um dos participantes que mencionou não saber como realizar a transposição didática para a sala de aula daquilo que os pesquisadores abordavam na Escola de Física do CERN. Interpretamos que isso seja um obstáculo para que o professor discuta com seus alunos temáticas mais profundas e estruturadas da física de partículas. O professor reconhece que na Escola de Física do CERN teve o primeiro contato formal com física de partículas, mas que para ele não foi suficiente:

O que eu percebi é que o primeiro contato foi lá e a partir de lá eu consegui achar meios de pesquisar sobre esse assunto. Eles indicaram materiais para a gente ler, então eu consigo pesquisar e me aprofundar. Pelo menos foi um pontapé inicial, foi um início para que eu vá atrás dessas coisas. Eu fiz o mestrado e tal e não tive, de novo, física de partículas. (Iarley)

Apesar de assumir que a experiência no CERN lhe deu condições de avançar na área da física de partículas, essa situação ainda não foi colocada em prática. Além disso, é recorrente o professor Iarley transferir a responsabilidade de aprender esses conteúdos para a sua formação. Tanto na graduação, quanto no mestrado ele não estudou física de partículas e isso parece ser uma desculpa para não abordá-la. E ter que aprender sozinho é um fator limitador:

Porque começar do nada não dá certo. É muito difícil simplesmente sentar com um livro e começar a estudar. (Iarley-pré)

Semelhante aos discursos dos professores Fernando e Iarley, o professor Marcos Antônio também considera que a Escola de Física do CERN é uma porta de entrada para discutir aspectos da FMC, bem como ressalta novamente a necessidade de realizar transposições didáticas:

[...] o que é ensinado lá te dá uma noção básica de física de partículas. Você não sai de lá como o cara da física de partículas. Muito pelo contrário, é uma sementinha que eles plantam em você. Você consegue observar que tem muita coisa para você estudar, é um caminho muito longo, que dá para você meter a cara sem dó nos estudos do assunto. Para sala de aula, você precisa adequar isso, você quebra alguns paradigmas que a gente escutava muito na sala de aula. Você ouvia falar, por exemplo, como prótons sendo partículas elementares, conhecimento da composição do átomo, que na graduação alguns não tinham e acaba passando para os alunos isso. Quando a gente trabalha com os átomos são apenas elétrons, prótons e nêutrons, é delimitado nisso. Então você consegue ter uma visão maior de quanto é falha a educação, mas ao mesmo tempo, com uma semana de curso você não ia ficar mestre do assunto, mas você tem um começo, tem uma base para que possa estudar, o caminho está aí. Como o conteúdo é agradável, então isso te dá prazer e te dando prazer, você acaba seguindo. (Marcos Antônio)

O professor Marcos Antônio identifica lacunas na sua formação e aspectos que, segundo ele, foram ensinados de forma equivocada na graduação e que ele seguia a transmitir para seus alunos. A vivência no CERN fez com que o professor refletisse criticamente sobre sua formação, bem como ampliasse sua visão sobre a física, de forma a saber que tem muito o que aprender ainda. Talvez essa reflexão seja a responsável por desencadear no professor Marcos Antônio o desejo de buscar estudos de pós-graduação após a participação na Escola de Física do CERN. Talvez essas fragilidades na sua formação reveladas a partir da sua participação no curso tenham contribuído para essa decisão.

Em entrevista realizada um ano depois da participação, esse professor revelou que no primeiro ano as atividades realizadas por ele estavam mais centradas em aspectos

concretos da viagem, no formato de divulgação científica. Entretanto, afirma que, para o ano seguinte, incluiria aspectos da física de partículas em suas aulas regulares:

As ações tendem a acontecer mais no ano que vem de forma programada. Então eu acho que o próximo ano vai ser um ano em que minhas aulas vão estar programadas para falar desse assunto. Já tem um planejamento para o ano que vem no sentido de saber em que época vamos trabalhar cada assunto. Então esse ano foi mais de divulgação do programa e da minha viagem em si. No ano que vem já vou falar um pouco mais dos conteúdos específicos. (Marcos Antônio)

Esse enunciado reforça a ideia de que os professores passam a incluir em suas aulas conteúdos vinculados à física de partículas. O número elevado de aulas e a rotina semanal de trabalho podem dificultar que o professor trabalhe, já no retorno do CERN novas atividades ligadas à física de partículas. Por essa razão entendemos que nos primeiros anos os professores ainda executam ações relacionadas com aspectos concretos da viagem e uma abordagem superficial das pesquisas e de conceitos relacionadas à física de partículas. A inserção profunda e substancial de um novo assunto (como a física de partículas) em sala de aula necessita de tempo disponível para a preparação de aulas, realização de transposição didática e elaboração de atividades. Com isso, acreditamos que conforme a participação na Escola de Física do CERN vai se tornando temporalmente mais distante do professor, mais ele insere a temática lá abordada em sala de aula.

Outros professores têm discursos consonantes ao do professor Marcos Antônio, revelando que a experiência no CERN foi um agente motivador para tal abordagem:

Na minha prática docente, sempre que eu for falar de física moderna, quando for possível no ensino regular, eu vou falar sobre física de partículas. (Paulo César-pós)

O professor Fernando começou a discutir aspectos relacionados à física de partículas também depois da sua ida ao CERN:

[...] eu considero que a vivência lá no CERN abriu minha mente e me deixou mais à vontade para poder trazer para as aulas de física, temas de física moderna. Eu nem vou falar que me sinto apto 100%, mas eu considero que me sinto bem mais à vontade, bem mais tranquilo para poder pensar em fazer atividades de física moderna porque eu pude vivenciar, experimentar vamos colocar assim, em certa medida um ambiente de pesquisa de uma instituição cujo trabalho é focado em física moderna. (Fernando)

Me faz sentir à vontade não somente para poder abordar esses tópicos, mas também me encoraja a, se for necessário, trabalhar outros tópicos de física moderna. Até porque não são só esses dois tópicos, além deles tem outros tópicos de física moderna. Tem relatividade também envolvida ali e outras coisas. Me deixou bem mais à vontade, mais confiante e acessível a trabalhar física moderna no Ensino Médio. Antes da escola de física do CERN, eu me sentia um tanto que travado para trabalhar essas questões (e não trabalhava). Hoje me sinto mais confiante. (Fernando)

Os enunciados do professor Fernando remetem à iniciação que a Escola de Física do CERN desencadeou no professor para a abordagem da física de partículas. Assim

como o professor Fernando, outros professores mencionaram que a participação no curso fez com que fosse superada a insegurança em se discutir esses assuntos. Interpretamos que essa coragem está associada ao fato dos participantes se sentirem como “provas vivas” das pesquisas no CERN e terem participado de um curso de formação continuada no formato de imersão total. Outrossim, o professor considera que outros temas correlatos possam ser inseridos a partir dessa experiência, mostrando que a experiência inicial desencadeia abordagem de outros assuntos. O professor Fernando vislumbra a experiência no CERN como sendo também uma oportunidade de discutir com os alunos aspectos relacionados à natureza da ciência, revelando que a discussão da FMC não deve se estabelecer apenas no nível dos conteúdos e teorias, mas sim ser extrapolada para outros aspectos preconizados pelas pesquisas da área da educação em ciências:

Então assim, esse contexto e esse cenário de pesquisa em física moderna, embora seja em física de partículas, física de altas energias, mas é uma experiência que do ponto de vista de compreensão de fazer ciência, de natureza da ciência [...] (Fernando)

Os demais professores silenciaram em relação à discussão de questões mais amplas, o que nos faz interpretar que eles entendem que ensinar física de partículas está ligado à transmissão de conteúdos (após uma adequação ao nível) e não na relação desses com outras temáticas.

O professor Fernando ainda descreve uma atividade desenvolvida por ele e relacionada à vivência no CERN:

Eu trabalhei atividades de física de partículas, uma atividade que eu construí, elaborei. Uma atividade que traz essa discussão da construção do CERN. Uma atividade sobre a história da ciência. [...] fazendo uma ponte também com a sociedade. Nessa atividade a gente pode discutir um pouco de natureza da ciência, perguntando para os alunos a questão do trabalho dos cientistas, como que é, quais aspectos são importantes no trabalho dos cientistas. A questão da construção do conhecimento científico, como ele se dá. [...] tem uma discussão CTS, história da ciência, tem várias partes a atividade. (Fernando)

Interpretamos que o professor Fernando rompe com o aspecto da proletarização docente, se distanciando de uma padronização do conhecimento e valorizando o trabalho intelectual crítico (GIROUX, 1988). Além disso, avaliamos que o professor Fernando não toma a escola como um ambiente cuja abordagem seja apenas de conteúdos, mas que propicie vivências problematizadoras ligadas a aspectos da natureza da ciência e da sociedade. Isso também revela o fato do professor estar a par das diretrizes traçadas em pesquisas atuais, como o enfoque CTS e natureza da ciência. Possivelmente isso esteja associado ao fato dele estar em contato com a academia, uma vez que também leciona na educação superior, realiza estudos de doutorado e participa regularmente dos principais eventos científicos de pesquisa em educação em ciências (ENPEC, SNEF, EPEF).

O professor Paulo César elenca alguns tópicos de FMC que geralmente são incluídos nos livros didáticos, destacando que a física de partículas não é um deles:

[...] normalmente quando você pega os livros do Ensino Médio a quarta unidade do terceiro ano ele vai pegar o Princípio da Incerteza de Heisenberg, Dualidade Onda Partícula, Noções mecânica Quântica e acabou. Não entra no Modelo Padrão, não cita o Modelo Padrão. Como os livros do Ensino Médio nem citam e o professor dificilmente consegue finalizar. (Paulo César)

Como defendido por Campanario (2001), os livros didáticos são a principal fonte de informação para alunos e professores, bem como pautam as atividades a serem realizadas. São deles também que emergem os exercícios e tarefas de aula propostas pelos professores e realizadas pelos alunos. A partir disso, Monteiro (2010) afirma que estes aspectos influenciam as sequências didáticas adotadas pelo professor, reforçando mais uma vez o fato de agentes externos agirem sobre as ações docentes.

Contudo, esse discurso tem duas faces. Por um lado, o professor se apoia nos livros didáticos para definir atividades, estratégias e conteúdos que trabalhará em sala de aula e assume que os faz justamente por “seguir o livro didático”. Já, as editoras têm conhecimento que os professores seguem a estrutura do seu livro didático. Caso ocorram mudanças significativas nas abordagens e conteúdos propostos no livro didático é bem provável que o professor deixe de adotá-lo, sob pena de ter que reformular suas aulas, passando então a utilizar um outro livro ao qual se sinta mais familiarizado. Temendo reduzir o número de exemplares comercializados a partir de mudanças significativas nos livros didáticos, as editoras seguem com um eixo estruturante semelhante ao de décadas passadas. Com isso, o círculo vicioso se perpetua.

Quando dá para chegar na física moderna na quarta unidade, agora por conta do trabalho da Escola de Física do CERN, é que a gente vai dizer sobre o modelo padrão de física de partículas. Porque vai ter que ficar alguma coisa de fora e antes o que ficava de fora era a física de partículas, agora eu coloco física de partículas e coloco também no coração do aluno o desejo de ir ao CERN, que é importante. (Paulo César)

O discurso do professor Paulo César remete a uma obsessão em abordar todos os conteúdos da física clássica para depois se discutir a FMC, seguindo uma sequência temporal. Essa ideia da necessidade de se abordar primeiro a física clássica e depois a FMC remete ao esquecimento tipo 1 (ORLANDI, 2015). Como o sujeito em AD é um sujeito social e histórico seus enunciados carregam as palavras dos outros. Esses enunciados passados não têm uma origem única, mas constroem sentido nos discursos dos professores. Nas últimas décadas os conteúdos abordados na componente curricular da física têm sido preponderantemente relacionados à física clássica. Essa tradição se mantém e os professores seguem trabalhando exaustivamente a física clássica no, agora, Ensino Médio. A FMC foi o último tópico a ser incorporado ao currículo, então, seguindo

uma ordem cronológica, é normalmente inserida ao final do terceiro ano. Como não se cogita reavaliar conceitos da física clássica, praticamente não se tem tempo disponível para abordar a FMC. Essa linha temporal remete ao taylorismo/fordismo no seu viés educacional e é responsável, entre outras questões, pela fragmentação curricular em disciplinas isoladas com conteúdos programáticos rígidos.

A professora Rafaela também leciona em estabelecimentos nos quais a FMC está reservada para ser abordada em um bimestre e não contempla o tópico física de partículas, mas, por conta própria ela discute aspectos relacionados ao CERN:

Não. Especificamente não, mas como eu falo, eu tiro uma aula minha para falar do modelo padrão, dessas coisas. (Rafaela)

Podemos interpretar que esse movimento seja uma tentativa de romper com a proletarização docente. Entretanto, nos parece que a professora Rafaela apresenta, neste aspecto, uma maior autonomia docente do que o professor Paulo César. Interpretamos isso porque o discurso do professor Paulo César defende apenas uma mudança dos conteúdos. Retira-se dualidade onda-partícula (ou mecânica quântica) e insere-se no lugar física de partículas. Os critérios adotados pelo professor e a preocupação com o que ensinar, como ensinar e por que ensinar, revelam que ele considera que o importante é trabalhar conteúdos de física, independentemente de quais sejam.

Por ter dedicação exclusiva ao local em que trabalha, o professor Paulo César fundou uma espécie de “clube de física” no qual discute os conteúdos que não são regularmente abordados em sala de aula, justamente pela falta de tempo. Essa é uma atitude paliativa, e, por tratar-se de uma atividade extraclasse, não atende todos os alunos:

Na minha prática docente, sempre que eu for falar de física moderna, quando for possível no ensino regular, eu vou falar sobre física de partículas. [...] Eu trago todos os nerds para próximo, então sempre tem um grupinho de 10, 15 alunos que gostam muito de física e então eu tomo eles como monitores para que eu prepare eles a ajudarem os colegas e que ensino eles à parte que não dá para colocar no ensino regular, por falta de tempo. (Paulo César)

A FMC também pode permitir uma educação problematizadora, por meio de uma abordagem crítica de questões atuais envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTS). O estudo das teorias contemporâneas em sala de aula pode formar um aluno crítico, instrumentalizando-o a participar de discussões e debates envolvendo o uso da ciência e tecnologia na sociedade, mesmo depois de sua formação escolar tendo sido concluída (SILVA et al, 2013). Pode também evitar a crença em pseudociências e desenvolvendo um senso crítico e reflexivo sobre elas. Em resumo, torna o cidadão mais crítico, insere o jovem ao conhecimento do mundo que bate à sua porta, contribuindo para

sua alfabetização científica. Terrazan (1994) sugere que a inserção da FMC no Ensino Médio ajuda a formar um cidadão crítico e consciente para atuar no mundo contemporâneo. Que esteja a par das teorias vigentes que explicam a maioria dos dispositivos tecnológicos que rodeiam seu dia-a-dia e da lógica de funcionamento do mundo desenvolvido pelo homem atual. Essa necessidade de apropriação de conceitos e teorias recentes é o que permite que este indivíduo intervenha na realidade e no contexto que está imerso e, a partir disso, tenha subsídios para intervir e modificar a sociedade. Neste mesmo sentido é papel da escola aproximar do aluno a tecnologia e sua compreensão, de forma que este possa desempenhar sua função social e econômica condizente com a realidade (OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

Aspectos relacionados ao enfoque CTS e a compreensão de dispositivos tecnológicos como sugeridos por Terrazan (1994) podem ser identificados na fala do professor Fernando:

Essa abordagem é importante primeiro porque a física evolui. Na física a gente já tem uma série de ganhos para a sociedade - ganhos científicos e tecnológicos - que envolve uma física que não é a física clássica, claro que tem elementos da física clássica, mas que tem uma contribuição muito grande da física moderna. [...] Não é discutir a física pela física, é discutir a física com algum objetivo, com alguma pretensão. Essa pretensão é formar nos alunos uma cultura científica que possa de fato contribuir para a vida deles e, para contribuir para a vida deles a gente tem que pensar não somente no que ensinar, mas para que ensinar. Dessa forma, física moderna, se a gente olhar com calma, a gente vê em várias situações no nosso cotidiano, a presença dela em aparatos modernos, em aparatos que os alunos usam bastante. (Fernando)

O professor Fernando destaca um aspecto importante que é o fato da física não ter uma intencionalidade implícita, ou seja, não se justifica ensiná-la por si própria. Seu ensino não é autojustificável. O professor traz aspectos relevantes quanto às intencionalidades do ensino da física, principalmente no que tange à enculturação científica. Os professores conseguiram identificar temas relacionados ao enfoque CTS nos discursos dos pesquisadores durante a Escola de Física do CERN e trazem esses elementos para a sala de aula:

Mas eu volto a dizer, a questão do CERN é a questão de tentar buscar o desconhecido ou provar o desconhecido. Em meio termo disso eles acabam ajudando na parte tecnológica e como eles produzem os experimentos e acabam usando a tecnologia para outras coisas, por exemplo a medicina. Nós tivemos uma palestra de medicina sobre física médica lá e eles colocaram para gente a questão como se pode trabalhar material usado lá para a detecção de câncer, por exemplo, as máquinas podem ser adequadas para usar em benefícios da humanidade. (Marcos Antônio)

Eu acho que eles foram com os cursos para mostrar de uma forma geral o que eles fazem lá, que tipo de pesquisa em vários campos. Eu não sabia que lá se fazia pesquisa voltada para área médica. Então eu cheguei com essa informação para os meninos que tem, eu acho até que era um brasileiro da UFRJ que ele trabalha com uma pesquisa que eles desenvolveram aparelhos para tratamento de câncer, por radiação, em que eles conseguem atingir o tumor ponto-a-ponto. Eles falavam Pixel-a-Pixel e não danificar os tecidos em torno, que hoje é o

que acontece. Então isso é uma coisa interessante, porque é como se você tivesse fazendo uma pesquisa voltada de fato para a sociedade. (Rafaela)

O professor Clemer, em entrevista realizada antes de sua ida ao CERN, destacou um aspecto importante em relação às suas aulas:

Eu acho que minhas aulas estão defasadas em relação ao vestibular, que já estão fazendo questões de física moderna. (Clemer-pré)

O mesmo professor considera que suas aulas estão defasadas e que isso ocorre por uma demanda conteudista associada ao vestibular, afinal:

Eu não sei no Rio Grande do Sul, mas aqui em São Paulo quem manda é a USP. Se USP mandar você chorar você chora, se mandar você rir, você ri. Tantos que todos os cursinhos trabalham em função da USP. (Clemer-pré)

É muito comum as escolas organizarem seus conteúdos programáticos em função dos conteúdos dos vestibulares o que novamente remete a uma proletarização do professor. Para Rosa e Rosa (2005) associar o sucesso nas provas de vestibular à eficiência do processo de formação dos estudantes revela uma visão limitada. Segundo Pacheco et al (1996, p.65), os exames de seleção têm implícitas perspectivas econômicas, pois:

[...] na medida em que a sociedade coloca a Universidade como possibilidade de ascensão social, o ensino médio passa a ser encarado pelos alunos que até ele chegam como a sua preparação para cumprir essa meta. Daí decorre a estreita vinculação entre ensino e o vestibular, este condicionando aquele, por enquanto.

Por essa razão, o ensino de física tem se resumido a formar bons resolutores de questões de vestibular (ROSA e ROSA, 2005). A quantidade exagerada de questões de vestibulares contidas nos livros textos e nas extensas listas que os professores fornecem para seus alunos resolverem, corroboram isso. Além disso, uma grande parcela do período de tempo em sala de aula é destinada para os alunos resolverem as listas de exercícios (sobre a prerrogativa de que se a resolução fosse solicitada para os alunos fazerem em casa, eles não fariam) e outra parcela para o professor “gastar” corrigindo-as. Essas questões, em sua maioria *primam pela memorização e pelas soluções algébricas* (ROSA e ROSA, 2005 p.2) e que não contribuem para a construção de conhecimento. Kim e PAK (2002), por exemplo, verificaram que alunos coreanos mesmo após terem resolvido, em média, mil problemas tradicionais de aplicação de fórmulas matemáticas seguiam apresentando dificuldades em aspectos conceituais envolvendo os mesmos assuntos dos problemas resolvidos.

Um ensino que baliza sua abordagem segundo os conteúdos do vestibular, acaba fazendo um desserviço aos alunos dificultando a abordagem de temas transversais

e transdisciplinares, bem como a compreensão de como se constrói conhecimento científico.

Antes da participação no curso de formação, o professor Clemer admitiu não trabalhar FMC porque não dominava tal conteúdo, contudo, após a ida ao CERN, isso mudou:

Eu não tinha muita confiança em desenvolver em sala de aula. Mas com minha ida ao CERN eu acabei verificando que não estava muito fora do que eu já conhecia. (Clemer)

A ida ao CERN foi tão marcante para o professor que a sua temática do produto educacional vinculado ao mestrado profissional mudou. Em entrevista realizada antes da ida ao CERN, o professor afirmou que o produto a ser desenvolvido estaria vinculado à geociência. Após a experiência em Genebra, buscou abordar a física de partículas, mas também as tecnologias desenvolvidas a partir das pesquisas lá realizadas:

O projeto inicial que eu tinha apresentado era sobre geociência, então nós mudamos [...] Aí a gente desenvolveu esse projeto e apresentamos. Já desenvolvi em sala de aula e ficou bacana. Muito bacana mesmo! Ficou sendo sobre o modelo padrão do Ensino Médio [...]. (Clemer)

Para um professor que nunca havia trabalhado aspectos de FMC, ao retornar do CERN, eleger esse assunto como seu tema de mestrado, nos faz interpretar que a experiência foi marcante. Quando perguntado se a ida ao CERN tinha dado mais aptidão para ele, o professor Clemer destaca aspectos relacionados à autoestima:

Eu não diria aptidão, mas é coragem. [...] Porque antes eu queria abordar tópicos da física moderna e principalmente sobre o modelo padrão, mas eu não me sentia com confiança para explicar sobre aquele assunto. [...] A minha dúvida é se era isso que eu tinha que ensinar e no curso do CERN eu tive a certeza que o que eles disseram que nós deveríamos ensinar era justamente o que eu estava pensando, então eu pensei – “Ah, então eu tenho condições.” - então eu fui e ensinei. (Clemer)

Assim como o professor Fernando, o professor Clemer enuncia que a experiência no CERN lhe deu coragem para abordar assuntos relacionados à física de partículas. Como o professor não havia estudado tais conteúdos durante sua formação inicial, não sabia em que nível deveria discuti-los no Ensino Médio e a vivência no CERN esclareceu essa questão. Além disso o professor Clemer manifestou desejo em ampliar a abordagem da FMC em suas aulas:

Todo ano eu vou trabalhar (física de partículas) com os terceiros anos, somente com os terceiros anos, porque com o primeiro e segundo ano eu quero abordar outros assuntos relacionados à física moderna. (Clemer)

Eu pretendo a partir do ano que vem. Esse ano eu estava muito envolvido com o projeto do mestrado, então não deu muito tempo. Porque se eu for ensinar o efeito fotoelétrico, por exemplo, como eu gosto de fazer experiências e passar vídeos, como eu acabei de dizer, então eu teria que fazer pesquisas, então eu pretendo desenvolver essas pesquisas agora no final do ano para eu aplicar ano que vem. (Clemer)

Lunkes e Rocha Filho (2011) e Brock e Rocha Filho (2011) realizaram levantamentos com alunos do terceiro ano do Ensino Médio e constataram que é baixo o interesse deles pela carreira docente em Física. As principais razões que emergiram dos estudos foram a desvalorização profissional, a relação professor-aluno e a ênfase no formalismo matemático nas aulas em detrimento de uma discussão conceitual e contextualizada, bem como ausência de atividades experimentais. Stannard (1990) e Kalmus (1992) desenvolveram estudos semelhantes, porém com alunos ingressantes em universidades e verificaram que tópicos como teoria da relatividade, física quântica, física de partículas e astrofísica estão entre as principais influências na opção do curso que irão frequentar na graduação. Estes estudos revelam que o jovem busca cursos de graduação de ciências físicas pelo seu interesse e contato com temas atuais da ciência e não pela abordagem clássica de assuntos consagrados (como leis de Newton e termodinâmica).

Isso pode explicar a baixa procura por cursos de graduação em ciências exatas: a omissão de conceitos de FMC na educação básica. Ostermann e Moreira (2000a, p.391) alertam que é necessário motivar os jovens para a carreira científica, já que:

São eles os futuros professores e investigadores em física. A física moderna e contemporânea é a que mais pode influenciar para que os estudantes optem pela física como carreira profissional (tradução nossa).

Ao encontro do que sugerem Stannard (1990), Kalmus (1992) e Ostermann e Moreira (2000a) nos parece estar centrado um dos objetivos do CERN: estimular estudantes a seguirem as carreiras científicas (GARCIA, 2015). Pelos recortes discursivos dos professores, observamos que eles incorporaram esse compromisso e em suas aulas perpassam esses aspectos:

Acho que o meu objetivo é mostrar o que o CERN faz e estimular esses meninos- aqueles que pensaram em fazer, por exemplo, física, ou química, ou engenharia- que eles podem chegar lá para serem pesquisadores. Eu acho que o mais importante é mostrar que a gente pode fazer pesquisa sim, e pesquisa de ponta. (Rafaela)

[...] tentar despertar nos meninos o interesse, inicialmente falando da ciência e acho que eles vão estar buscando isso de alguma maneira no futuro e aí vem os novos cientistas né? (Marcos Antônio)

Podemos afirmar que a experiência em um centro em excelência em física de partículas sensibiliza os professores de forma a introduzirem esses conteúdos às suas práticas. Contudo, alguns aspectos externos à vontade dos professores podem dificultar uma ampliação do tema:

Se não fosse a carga horária tão alta que a gente tem - a minha carga horária é muito alta na escola- daria para a gente fazer muito mais coisas. Mas eu tenho me esforçado para tentar

entender um pouco mais sobre o assunto (FMC) para que eu possa transmitir o que há de melhor para meus alunos. As informações mais atualizadas que eu consiga para os meus alunos. (Marcos Antônio)

Acabo não tendo tanto tempo para abordar física moderna. Mas é uma coisa que eu estou tentando consertar. (Iarley)

Eu gostaria de fazer mais, mas a questão do doutorado acaba restringindo, mas faz parte. Atualmente eu gostaria de fazer mais, em particular pela física moderna. Fazer um trabalho mais forte em física moderna. Fazer mais nesse sentido, em relação a levar a física moderna para o Ensino Médio. É um incômodo continuo. Vou trabalhar para poder não ficar tão incomodado como eu estou atualmente. (Fernando)

Na análise realizada nessa seção concluímos que a experiência no CERN desencadeia atitudes nos professores no sentido de inserirem aspectos relacionados à FMC, em particular à física de partículas, em suas aulas. Alguns professores salientam que a vivência no CERN os motivou e encorajou para realizarem tal inserção. Verificamos que alguns professores realizam discussões superficiais relacionadas à temática, principalmente por ainda precisarem de tempo para prepararem materiais envolvendo esses assuntos. Aspectos ligados ao enfoque CTS e à natureza da ciência são abordados por alguns professores participantes da nossa pesquisa, enquanto outros seguem realizando discussões apenas pautadas nos conteúdos e nas teorias. Independentemente da forma de abordagem, os professores manifestaram realizarem divulgações do CERN e das pesquisas lá realizadas, bem como narram suas vivências em Genebra acreditando ser uma forma de sensibilizar e motivar os alunos a seguirem pelas carreiras científicas.

Por fim, concluímos que a inserção da FMC no Ensino Médio não depende apenas pelas boas intenções dos professores, mas de fatores externos, como a carga horária semanal da componente curricular, os currículos rígidos e a tendência de algumas escolas direcionarem sua abordagem para os conteúdos programáticos dos exames de seleção à educação superior.

8. HARMONIA DAS ILUSÕES

Nosso estudo está alicerçado em considerar professores e pesquisadores envolvidos na Escola de Física do CERN como um mesmo coletivo de pensamento. Como mostrado ao longo do texto, os saberes envolvidos neste curso de formação orbitam em torno de conhecimentos científicos e não dos pedagógicos, sendo o estilo de pensamento majoritário o da física de partículas. Sustentamos que os pesquisadores do CERN configuram o círculo esotérico ao passo que os professores se situam no círculo exotérico. Os pesquisadores produzem a ciência dos periódicos e os professores, no exercício docente, a ciência dos livros didáticos. Contudo, ambos recorrem à ciência dos manuais em determinadas circunstâncias. Por tratar-se de um mesmo coletivo de pensamento, as circulações de ideias são do tipo intracoletiva.

Como apresentado em todo o texto, os dois principais objetivos da Escola de Física do CERN versam acerca da divulgação científica e da inserção da FMC *a posteriori* por parte dos professores participantes da formação. Neste sentido, observamos que ambos objetivos são atendidos pelos professores, que, de formas e níveis distintos, as põem em prática.

No nosso ponto de vista, a Escola de Física do CERN contribui para que os professores compreendam melhor as ideias, modelos, métodos, conceitos e técnicas do círculo esotérico (formado pelos pesquisadores). Com isso, o olhar direcionado associado ao ver formativo dos professores em relação à física de partículas se refina. O círculo esotérico exerce forças coercitivas sobre os professores e esses, posteriormente retribuem dando credibilidade via opinião pública para os especialistas.

Essa transformação, por ocorrer no âmbito intracoletivo, fortalece o estilo de pensamento da física de partículas, uma vez que os professores melhoram sua compreensão sobre os elementos envolvidos. As visões de mundo dos cientistas e professores em relação à física de partículas se estreitam, reforçando e mantendo o estilo de pensamento.

A estrutura geral do coletivo de pensamento faz com que o tráfego de pensamento intracoletivo - pelo fato sociológico em si, sem consideração pelo conteúdo e pela legitimação lógica- leva ao fortalecimento das formações de pensamento (Denkgebilde): a confiança nos iniciados, a dependência por parte destes da opinião pública, a solidariedade intelectual dos pares, que estão a serviço de uma mesma ideia, são forças sociais alinhadas que criam uma atmosfera comum específica, proporcionando às formações de pensamento solidariedade e adequação ao estilo numa medida cada vez maior. (FLECK, 2010, p. 158).

A Escola de Física do CERN contribui para o estabelecimento de uma harmonia das ilusões, que corresponde à extensão e ampliação do estilo de pensamento, uma vez que ele passa a ser melhor compreendido pelos professores. A circulação intracoletiva de ideias no âmbito da Escola de Física do CERN ocorre de forma clássica, na qual a abordagem do curso está de acordo com o estilo de pensamento vigente, os fatos se enquadram com exatidão a ele. Questões da física de partículas que outrora não eram bem compreendidas pelos professores, agora passam a ser. As pesquisas realizadas e as questões em aberto em física de partículas também estão em consonância com o estilo de pensamento, de forma que os professores as incorporam e contribuem para a sua extensão seja via divulgação científica, seja pela discussão desses conceitos em sala de aula. Os professores compreendem as ideias, práticas e modelos do círculo esotérico, concordando com eles e, por conta disso, propagam essas ideias na volta ao Brasil, reforçando e firmando o estilo de pensamento dos especialistas perante a população.

A partir das entrevistas realizadas, verificamos que os professores realizam muito mais atividades nas quais trazem curiosidades do CERN, das pesquisas lá realizadas do que aprofundam aspectos conceituais da física de partículas a partir de questões problematizadoras. Entendemos que falas no formato de divulgação científica (mesmo que realizadas para seus alunos, em sala de aula), estão no âmbito da ciência popular, a qual o pensamento é apresentado como verdade, dominado pela plasticidade de forma que “não se exigem mais provas coercitivas para o pensamento, pois a palavra já se tornou carne” (FLECK, 2010, p.171). A ciência popular permite uma maior simplicidade na abordagem dos elementos do estilo de pensamento e, talvez, essa seja uma das razões pelas quais os professores realizam mais atividades nesse nível de pensamento social. Além disso, divulgações do CERN no âmbito da ciência popular podem ser restritas a momentos pontuais, seja em um período de aula, seja em um evento científico. Uma abordagem problematizadora da física de partículas e outros aspectos da FMC de forma a contextualizá-la com questões do trabalho científico e do enfoque CTS, por exemplo encontra-se no âmbito da ciência dos livros didáticos. Essa abordagem exige uma maior dedicação do professor, seja no planejamento de atividades, seja na realização de transposições didáticas. Além disso, fatores externos à vontade do docente, como PPPs rígidos e poucos encontros semanais com os alunos, podem dificultar tal abordagem. Mesmo assim, verificamos que muitos professores discutem tais temáticas com seus alunos.

Contudo, não encontramos uma unidade tanto na forma de abordagem em sala de aula, quanto na estruturação de atividades de divulgação científica. O fato da Escola de Física do CERN estar estruturada em saberes científicos e não pedagógicos, faz com que ela não apresente orientações, ou abra espaços para a discussão de estratégias de como aspectos ligados ao CERN e à física de partículas podem e devem ser abordados tanto em eventos de divulgação científica, quanto no ensino regular. Dessa maneira, aqueles professores que realizam atividades as fazem conforme suas crenças e possibilidades, como trazido pelo professor Fernando:

[...] embora as aulas tenham sido muito boas, as visitas, os vários experimentos -eles realmente são fantásticos-, mas são coisas que contribuem no sentido de ser um start para que cada professor depois volte para a sua realidade e leve aquelas temáticas para discussão com os alunos. (Fernando)

A maioria dos professores destaca que os conhecimentos construídos no CERN são um ponto de partida para que passem a inserirem FMC em suas aulas, ou busquem novos cursos de formação continuada e estudos de pós-graduação. Com isso, nos perguntamos: o que faz os professores retornarem de Genebra dispostos a falarem do CERN e discutirem aspectos ligados à física de partículas? Por que a experiência não é pontual?

A resposta para essas perguntas emerge dos discursos dos professores participantes de nossa pesquisa e consideramos que há uma soma de fatores que desencadeiam essas atitudes.

O professor Clemer, antes da sua ida ao CERN apresenta uma analogia que talvez reflita o sentimento dos professores nessa vivência:

Da mesma forma que uma criança gostaria de ir a Disney e ver o Mickey, o que as pessoas formadas em física querem? Conhecer um centro de pesquisa tão grande quanto o CERN. (Clemer-pré)

O CERN, o maior laboratório de pesquisas do mundo possivelmente está no imaginário de muitos professores. Como são as pesquisas? O que eles fazem lá? Provavelmente, a oportunidade concreta de visitar um centro que outrora só tinham conhecimento por meios indiretos seja algo marcante na vida do professor. Os professores destacaram vários desses aspectos ligados ao CERN:

[...] tinham pessoas com Prêmio Nobel e almoçando do nosso lado [...]. (Iarley)

Achei bacana demais frequentar o mesmo ambiente que Peter Higgs frequentou, que nós ficamos no salão principal do CERN. A gente tem como nossa história, falar que todos nós sentamos exatamente na mesma cadeira que Peter Higgs se sentou em 2012 quando foi anunciado o Bóson de Higgs oficialmente para o mundo. Então isso é história né cara, eu

posso contar para os meus filhos, dizer que eu fui e tenho registrado que estive no CERN [...] (Marcos Antônio)

[...] Eu sentei lá na cadeira do Higgs. [...] agora, a vivência de ver, descer aquela caverna, ver aquele monstro daquele acelerador, aquilo ali é grandioso [...] Então é óbvio que foi ímpar isso para mim. Não vou esquecer aquilo nunca. As instalações, não só dali, mas você sentir, por exemplo, no refeitório, que todo mundo que está ali estuda e faz pesquisa [...] Eu desci, entendeu? Botei o capacetezinho lá, vi o túnel. É ímpar. (Rafaela)

Além de aspectos ligados à vivência durante a imersão no CERN, os professores revelam também experiências culturais:

Acho que tem todo um contexto, um cenário, uma conjunção de fatores por ser lá no CERN, que faz com que essa motivação, essa instigação dos professores seja algo muito valioso e forte [...] teve essa vivência com outro país: outros idiomas, outra cultura, outro modo de vida e de limpeza, de organização das coisas, de tranquilidade. (Fernando)

Ali do ponto de vista do CERN, de estrutura, a impressão que eu tive é de um laboratório muito organizado. As coisas funcionam muito bem, tinha uma eficiência muito grande, existe um cuidado muito grande. Cada um fazendo o seu trabalho. (Fernando)

E você ver gente de todas as nacionalidades! Isso foi fantástico, ver aquelas bandeiras todas lá e ver que essa integração entre diversas pessoas ultrapassa como eu te falei, a questão religiosa, racial,... Que o interesse ali é o interesse científico. [...] várias situações ali e que ultrapassam essas questões políticas, sociais, raciais. (Rafaela)

Bondía (2002, p. 21) utiliza um trocadilho de palavras interessante quando diz que “a experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca”. Acreditamos que a experiência no CERN *tocou* os professores. Para muitos, tratou-se da primeira viagem internacional. Além disso, como revelado nos discursos dos professores, eles tiveram a oportunidade de conversarem com John Ellis e outros cientistas internacionais, conhecerem prêmios Nobel, sentaram-se na mesma cadeira de Peter Higgs. Eles visitaram o principal experimento científico atual, o LHC, interagiram com professores de outros continentes. Ouviam diversos idiomas nos refeitórios, deliciaram-se com chocolates suíços. Acordavam diariamente e tinham o Mont Blanc como paisagem de fundo. Todas essas experiências tocaram, passaram e aconteceram nos professores. Essas marcas fazem a professora Rafaela definir a vivência como *ímpar*, o professor Marcos Antônio sente-se *privilegiado*. O professor Clemer, esteve na Disneylândia dos físicos. Essas marcas são enunciadas pelo professor Fernando como motivação:

[...] depois de sair de lá eu me senti motivado e com a missão de corresponder às expectativas colocadas nesse curso, nesse período, que é produzir material da física moderna, em particular física de partículas para o Ensino Médio e discutir essa temática e outras no Ensino Médio. É um negócio que é muito importante porque aumentou (inaudível). (Fernando)

Interpretamos que essas marcas fazem com que os professores, ao retornarem ao Brasil, divulguem o CERN e insiram aspectos de física de partículas em suas aulas.

O professor Fernando destaca também que suas ações são uma forma de retribuir o investimento público realizado:

Foi um investimento da sociedade que foi feito naquele período que eu estive lá. (Fernando)

Além disso, no caso do professor Clemer, a vivência no CERN fez com que ele mudasse sua temática de produto educacional vinculado ao mestrado profissional em ensino de física. Para o professor Marcos Antônio, ser tocado também significou buscar novas possibilidades profissionais:

Pretendo fazer outros cursos, talvez participar de alguns eventos que eu nunca participei relacionado com a física. Tentar, quem sabe, um outro concurso para um nível mais alto, que eu trabalho com Ensino Médio, mas quem sabe eu vou para o ensino superior, penso também. É lógico que para sair da minha zona de conforto, mas eu quero isso para mim. O mestrado é uma ambição que eu tenho então espero que eu conclua, eu acho que ainda dá tempo. (Marcos Antônio)

E retomar planos antigos:

Tu sabes que a gente tem vontade de sempre crescer, de fazer doutorado e a gente quer realmente, acho que é uma questão pessoal mesmo. É questão de você aprender um pouco mais e descobrir novas coisas. A ida ao CERN me ajudou na questão de despertar o que de certa forma adormece em você. Você sai da graduação, aí você quer crescer e você diz - Vou dar um pouco de aula aqui e depois eu vou... - aí você vai ficando, ficando, ficando e quando você vê da aquela estagnada e não anda mais. Então minha ida ao CERN acabou me ajudando a pensar novamente nos meus planos que eu tinha antigamente, no meu plano de crescimento. No qual isso me ajudou bastante. E a questão da pós-graduação, em si do mestrado, aquilo se torna objetivo em si [...] (Marcos Antônio)

No capítulo 2 apresentamos os objetivos da Escola de Física do CERN elencados por Garcia (2015). A partir das interpretações dos discursos dos participantes da nossa pesquisa avaliamos que os objetivos relacionados à divulgação científica e à atualização de conteúdos envolvendo física de partículas e afins são atendidos pelos professores. Outros objetivos como os professores conceberem a ida ao CERN como uma porta de entrada na física de partículas, motivando-se a aprofundarem os estudos nessa área e passarem essa motivação aos seus alunos também são contemplados. Em contrapartida, nos parece que as metas da Escola de Física do CERN que visam estabelecer relações entre professores brasileiros, portugueses e africanos e a interação deles com cientistas no ambiente escolar não são efetivadas. Como revelado no texto, alguns professores formam duplas de trabalho com outros colegas, enquanto outros realizam visitas virtuais ao CERN e, que neste caso, conta com a parceria de um cientista

da organização. Contudo, essas ações ocorrem por parte de um pequeno número de participantes do CERN.

Como já enunciado, a Escola de Física do CERN traça objetivos que não possuem intencionalidades pedagógicas. O próprio objetivo envolvendo a física de partículas diz respeito à atualização de conteúdos para os professores, mas não a discussão de como eles poderiam ser inseridos na realidade escolar.

Com isso, reforçamos que a Escola de Física do CERN está pautada em conhecimentos científicos que remetem a uma racionalidade técnica, justificando o fato dos professores não mudarem significativamente suas práticas docentes. Os professores participantes da Escola de Física do CERN continuam ministrando suas aulas como antes da ida à Genebra, contudo, incorporam a elas elementos envolvendo o CERN e a física de partículas, ou seja, o conhecimento se soma à prática, como salienta a professora Rafaela:

Eu diria para você que ir ao CERN me trouxe conteúdo de física, não há dúvida nenhuma. Aprendi muita coisa que eu não sabia e continuei sem saber várias coisas [...] Tive muita informação de física [...] a parte teórica é claro que acrescentou. Mas a minha forma de dar aula, a minha prática de aula eu já tinha uma didática, modéstia à parte muito boa [...]
(Rafaela)

Ao serem questionados sobre as mudanças na prática docente, os professores comentam:

[...] eu acredito que não no jeito de eu ministrar as aulas, mas sim na confiança de eu ensinar tópicos relacionado à física moderna. (Clemer)

[...] o meu jeito de dar aula, a minha prática de dar aula, ela foi mudada muito pela proposta pedagógica que eu tenho na minha escola e não por eu ter ido ao CERN. (Rafaela)

A professora Rafaela leciona em uma escola da rede estadual que desenvolve uma parceria público-privada com um instituto com fins educacionais. A professora é uma entusiasta do projeto desenvolvido na escola e, nas duas entrevistas realizadas, dissertou detalhes das atividades desenvolvidas e dos resultados alcançados. A professora Rafaela descreveu com empolgação e orgulho a maneira pela qual as componentes curriculares são articuladas, os projetos desenvolvidos pelos alunos, a maioria deles alicerçados em princípios que promovem o protagonismo juvenil e o educar pela pesquisa.

[...] foi quando realmente começou a ter uma mudança, uma mudança nas aulas, uma mudança na minha mente no sentido de eu realmente ficar continuamente inquieto com minhas aulas, nunca achar que são boas e tal. Comecei a querer produzir outros materiais, querer incluir temas que possam contribuir de forma diferente para os alunos dentro daqueles conteúdos programáticos lá da física. Neste momento foi decisivo para o meu despertar. Vamos colocar assim, despertar em sua plenitude para o ensino de física. Porque antes eu estava aumentando a compreensão sobre as coisas e tal, mas enfim, as salas de aulas continuavam, em linhas gerais, as mesmas. Mas está claro foi a partir deste momento, dessa mudança que eu tive que realizar para realmente dentro do PIBID contribuir para formação dos licenciados e também para contribuir para formação dos alunos do Ensino Médio é claro.

Foi a partir deste momento que eu acho que teve mudanças nas perspectivas, no engajamento e realmente fazer com que a sala de aula seja transformada a partir de materiais didáticos, experimento e por aí vai. (Fernando)

O discurso do professor Fernando também indica que não foi a participação na Escola de Física do CERN a responsável pela mudança na sua prática docente, mas a sua vinculação como supervisor ao PIBID. Ao revelar que *estava aumentando a compreensão sobre as coisas*, interpretamos que o professor Fernando se referia a experiências em formações continuadas, contudo, elas não foram suficientes para a mudança na sua prática. Os discursos dos professores Rafaela e Fernando têm uma característica comum: a mudança na prática docente se deu a partir do envolvimento deles em projetos nos quais eles são protagonistas. Nas duas situações os professores assumem posturas ativas, tendo que refletir constantemente sobre suas práticas e, por essa razão, acabam transformando-a.

Roth e Tobin (2004), Drayton e Falk (2006) e Olin e Ingerman (2016), Grotzer (s.d.) destacam que formações docentes na forma de palestras e oficinas nas quais os professores possuem uma postura passiva têm menos chance de promover mudanças nessas práticas. As posturas ativas desses dois professores justamente justificam a mudança nas suas práticas. Além disso, Gade (2015b), Goff e Veresov (2015) e Olin e Ingerman (2016) concluem que os professores também incorporam maiores mudanças à prática quando a formação tem implicações diretas ao seu ofício, que são o caso dos referidos professores.

Em contrapartida, a Escola de Física do CERN está justamente estruturada na forma de palestras, nas quais os professores são tomados como aprendizes passivos, alinhado, portanto, a uma racionalidade técnica. Esses aspectos podem explicar porque os professores, ao participarem da Escola de Física do CERN, não mudam suas práticas docentes.

Pelos discursos dos professores, em diversas ocasiões, as palestras eram descontextualizadas da realidade escolar, exigindo uma transposição didática por conta deles, os quais muitas vezes não tinham autonomia e habilidade para as realizarem. Para Lambach e Marques (2009) as formações desvinculadas da prática docente desencadeiam um efeito rebote, reforçando a manutenção do estilo de pensamento vigente. O fato da Escola de Física do CERN estar estruturada apenas em saberes científicos restritos basicamente à física de partículas e no âmbito da ciência dos periódicos contribui ainda mais para essa dificuldade de mudança docente, uma vez que segundo Hemsley-Brown e

Sharp (2003) jargões acadêmicos e termos específicos devem ser evitados em formações docentes.

Outrossim, a teoria fleckiana se mostra pertinente para interpretar a dificuldade de mudança na prática docente por parte dos professores. Na Escola de Física do CERN se estabelece um único coletivo de pensamento no qual os pesquisadores pertencem ao círculo esotérico e estão à frente das atividades. Os professores figuram no círculo exotérico, tendo uma atitude passiva como receptores de elementos oriundos das ciências dos periódicos e dos manuais. Por se tratar de um mesmo coletivo de pensamento, a circulação de ideias é da ordem intracoletiva, o que acaba por reforçar e fortalecer o estilo de pensamento (FLECK, 2010). Com isso, os professores passam a compreender melhor os elementos da física de partículas, incorporando esses conteúdos à sua prática, sem, no entanto, modificá-la. Para Fleck (2010), a transformação de um estilo de pensamento ocorre via circulação intercoletiva de ideias, dimensão que não é estabelecida no curso de formação em questão:

[...] a simples comunicação de um saber não é, de maneira alguma, comparável ao deslocamento de um corpo rígido no espaço euclidiano: nunca acontece sem transformação, mas sempre com a modificação de acordo com determinado estilo; no caso intracoletivo, com o fortalecimento; no caso intercoletivo, com uma mudança fundamental. (FLECK, 2010, p. 163)

Essa interpretação de Fleck nos faz pensar que uma formação docente deve tanto fortalecer alguns estilos de pensamento, quanto causar mudanças fundamentais em outros. O fortalecimento do estilo de pensamento está associado à fase clássica da harmonia das ilusões, na qual as novas ideias são adaptadas e transformadas de forma a não se estabelecerem controvérsias e divergências. As mudanças fundamentais no estilo de pensamento estariam ligadas à fase de complicações, nas quais conflitos de ideias emergem. Para que as fases clássica e de complicações se desenvolvam, é necessário que a interação professor-cientista favoreça o estabelecimento tanto da circulação intra, quanto intercoletiva de ideias. Contudo, para que isso ocorra, alguns outros coletivos de pensamento devem estar presentes nessa interação. Quais seriam eles? O recorte discursivo do professor Paulo César nos dá indicativos:

[...] eu senti que faltou é uma assessoria ou equipe forte de pesquisa na área das ciências humanas, em educação propriamente dita. [...] Um embasamento que justifique porque é feito desta forma. Eu percebo que eles fazem de muita boa vontade, mas não existe uma reflexão, porque no momento em que você está refletindo sobre suas ações pedagógicas é nesse momento que você valida o que está funcionando e repensa aquilo que não está funcionando e o porquê não está funcionando. É necessário um embasamento dentro da ciência da educação que vá validar as ações ou refletir para as mudanças.

As análises realizadas até aqui evidenciam que a interação entre professores e cientistas de um laboratório que realiza pesquisa em física de alto nível não foi suficiente

para desencadear modificações substanciais na prática docente dos professores envolvidos. Com isso, a partir dos discursos dos professores participantes da nossa pesquisa, da revisão de literatura realizada no capítulo 4 e alicerçados na teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck propomos um modelo teórico para que a interação professor-cientista promova mudanças na prática docente. Esse modelo é apresentado no capítulo seguinte.

9. UM MODELO PARA A INTERAÇÃO PROFESSOR-CIENTISTA A PARTIR DA TEORIA FLECKIANA

A partir do estudo de caso realizado neste trabalho propomos um modelo para a interação professor-cientista estruturado à luz da teoria fleckiana da sociogênese do conhecimento e que privilegie a mudança na prática docente.

A primeira consideração a ser feita sobre nosso modelo de interação professor-cientista é que ele prevê o envolvimento de três coletivos de pensamento. O primeiro seria o coletivo dos cientistas em alguma área de fronteira das ciências da natureza. Até aqui, os pesquisadores das ciências da natureza eram representados pelos cientistas do CERN. Porém, como propomos um modelo genérico, passaremos a denominar os cientistas de qualquer área de ponta das ciências da natureza simplesmente por *cientistas*. Integram ainda o nosso modelo, pesquisadores em educação em ciências que, serão denominados de *pesquisadores em educação* ou simplesmente *pesquisadores* daqui para frente. Um terceiro coletivo seria formado pelos professores da educação básica e, nomeados no nosso modelo por *professores*.

Utilizamos as diferentes terminologias (professor, cientista e pesquisador) apenas para facilitar a identificação dos coletivos de pensamento. Temos clareza que cientistas e pesquisadores também podem ser professores, bem como que muitos professores também são pesquisadores em suas práticas docentes e realizam investigações importantes e relevantes em sala de aula e fora dela. Isso reforça o aspecto já sinalizado por Fleck (2010) de que professores, cientistas e pesquisadores podem pertencer a mais de um coletivo de pensamento.

A partir das nossas interpretações da teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck, das diretrizes elencadas na revisão de literatura acerca das interações professor-cientista em diferentes situações realizada no capítulo 4 e do corpus construído a partir da análise e das interpretações dos discursos dos professores participantes da pesquisa, propomos um modelo de interação professor-cientista-pesquisador que propicie fortalecimentos e mudanças consistentes nos estilos de pensamento dos envolvidos. Relacionamos os três coletivos de pensamento (professores, pesquisadores e cientistas) com os saberes definidos por Tardif (TARDIF, 2002; TARDIF e LESSARD, 2011), bem como suas interações via circulações intra e intercoletivas de ideias.

Na sequência do capítulo discutimos as principais características que devem ser levadas a efeito na interação entre professores, cientistas e pesquisadores. Nas seções 9.2, 9.3 e 9.4 apresentamos individualmente cada um dos três coletivos de pensamento supracitados, discutindo as circulações intracoletivas de ideias instauradas. Posteriormente, na seção 9.5, sobreposmos esses coletivos de pensamento, a fim de representar as circulações intercoletivas de ideias estabelecidas. Temos ciência de que uma vez que os três coletivos de pensamento sejam acionados, as circulações intra e intercoletivas de ideias emergem de formas concomitante, dinâmica e interligada. Optamos pela divisão em seções apenas para facilitar a apresentação e a discussão do modelo proposto.

9.1 Características a serem valorizadas na interação professor-cientista-pesquisador

No capítulo de revisão de literatura acerca das interações professor-cientista, realizamos duas subdivisões. A primeira envolvia trabalhos que abordavam a interação entre professores e pesquisadores em educação e a segunda, investigações referentes à interação entre cientistas e professores. Avaliamos que algumas conclusões de pesquisas dessas duas vertentes de interação eram semelhantes, bem como limitações identificadas em alguns trabalhos eram explicadas ou previstas por outros. Não consideramos essas duas modalidades de interação como excludentes entre si, mas sim que possam se complementarem a fim de potencializar mudanças nos envolvidos. Dos trabalhos avaliados na revisão de literatura, apenas Dresner e Starvel (2004) citam a participação de pesquisadores universitários em educação em um projeto de interação professor-cientista, contudo, não detalham suas ações e atividades.

A partir da revisão de literatura supracitada destacamos aspectos que devem ser levados em consideração a fim de permitirem mudanças nos estilos de pensamento dos envolvidos.

Primeiramente, sugerimos a necessidade da tríade formada por cientistas, professores e pesquisadores em educação em nosso modelo. Essa defesa se apoia na concordância com Rahm et al (2003) e Varelas et al (2005) no que tange ao fato da ciência escolar ser uma prática científica distinta da prática dos cientistas, estando alicerçada em teorias, pressupostos, princípios e objetivos diferentes. Neste sentido, acreditamos que os

professores e pesquisadores em educação se aliem à primeira e os cientistas sejam os representantes da segunda.

Drayton e Falk (2006) e Peker e Dolan (2012) destacam a relevância e a pertinência de que sejam definidos e esclarecidos os papéis de cada grupo para que a interação seja exitosa. Dresner e Starvel (2004), Gade (2015a), Goff e Veresov (2015) deliberam que o principal papel dos pesquisadores e cientistas é contribuir com teorias mais atuais (sejam elas pedagógicas ou científicas), enquanto que os professores cooperam avaliando a viabilidade de implantação das propostas dos pesquisadores e dos cientistas no contexto real de sala de aula. Além disso, os professores conhecem a realidade escolar, seus problemas e suas virtudes, fatores que muitas vezes estão distantes do dia-a-dia dos pesquisadores e dos cientistas (DRESNER e STARVEL, 2004; GOFF e VERESOV, 2015; WRIGHT, 2015). Por mais que pesquisadores em educação e cientistas estejam vinculados a universidades e lecionem disciplinas em cursos de graduação e pós-graduação, eles vivenciam a realidade da educação superior e não da básica.

A partir disso, alinhamos os principais aspectos com os quais cada grupo contribui no nosso modelo de interação professor-cientista-pesquisador com os saberes propostos por Tardif (TARDIF, 2002; TARDIF e LESSARD, 2011). Os cientistas participam com os saberes disciplinares que incluem diferentes áreas do conhecimento humano e que são produzidos pelas comunidades científicas. Os pesquisadores em educação inserem os saberes da formação profissional que estão relacionados aos conhecimentos pedagógicos e educacionais respaldados cientificamente. Dos professores, provêm os saberes experienciais, relacionados à atividade docente e construídos a partir das vivências em ambientes escolares. Acreditamos que tanto os professores quanto os pesquisadores em educação possam ainda contribuir com os saberes curriculares, ou seja, aqueles que são levados à sala de aula e sistematizados na forma de conteúdos programáticos. Esses três grupos interagem a partir de um problema comum a ser resolvido. A figura 9 representa os saberes elencados e os respectivos grupos que majoritariamente os remetem no nosso modelo de interação professor-cientista-pesquisador.

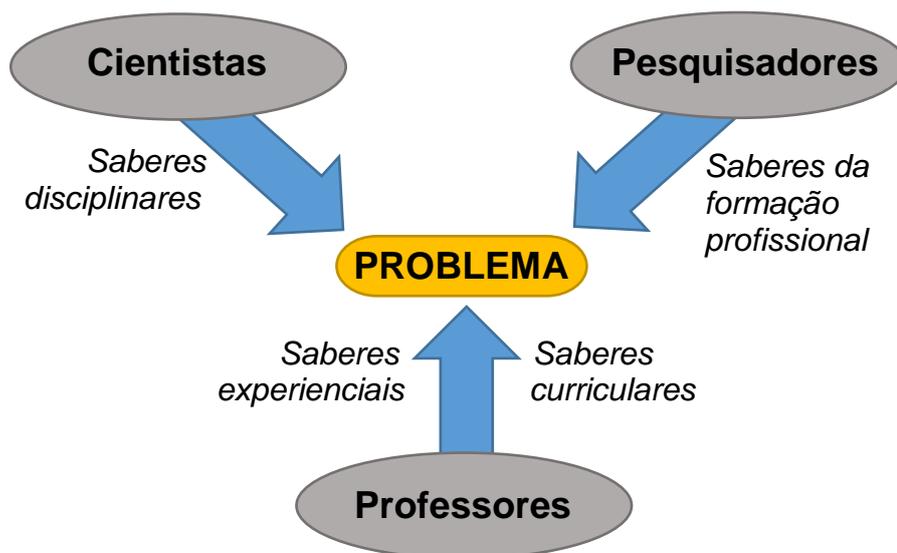


Figura 9: Diferentes saberes associados aos coletivos de pensamento.

Destacamos que esses são apenas os principais elementos que cada grupo deve apresentar na interação e que emergem das suas formações específicas e das atividades que desempenham. Contudo, outras contribuições de diversas ordens devem estar presentes, como por exemplo descrições de experiências passadas com outros coletivos de pensamento. Ademais, esse delineamento poderia suscitar a uma racionalidade técnica na qual os pesquisadores e cientistas apresentam os aspectos teóricos e os professores contribuem com a prática. Entretanto, essa visão não corresponde a nossa proposta, uma vez que, amparados por Tardif (2012, p.17), consideramos a prerrogativa de que os saberes docentes são utilizados “em função do seu trabalho e das situações, condicionamentos e recursos ligados a esse trabalho”, sendo indissociáveis da prática do professor. Essa questão também ecoa nos trabalhos de Drayton e Falk (2006), Peker e Dolan (2012), Olin e Ingerman (2016) os quais destacam que a interação professor-cientista se torna significativa para os professores quando contextualizadas com a prática docente de forma que eles possam visualizar uma implicação direta na sala de aula. Além disso, a partir de um problema comum, acreditamos que essa triangulação permite a emersão de uma articulação significativa entre teoria e prática.

Valorizamos ainda a importância de que a interação entre esses três grupos seja horizontal e não ocupem posições hierárquicas diferentes. Tampouco que os professores sejam apenas tomados como “receptores” do conhecimento, remetendo a uma educação bancária freiriana. Somado a isso, salientamos que alguns dos objetivos a serem atingidos na interação sejam comuns a todos, propiciando ações colaborativas e cooperativas (GADE, 2015a; GROTZER, s.d.).

Por fim, Grotzer (s.d.), Drayton e Falk (2006), Olin e Ingerman (2016), preconizam que quando professores adotam posturas passivas durante processos formativos, as mudanças nas suas práticas dificilmente ocorrem. Em contrapartida, quando as atividades são propostas na forma de investigação, as mudanças são mais efetivas e significativas (ROTH e TOBIN, 2004; OLIN e INGERMAN, 2016). Neste sentido, nosso modelo prioriza esse tipo de proposta do que aquela.

Nas próximas seções discutimos cada um dos três coletivos de pensamento envolvidos em nosso modelo, ou seja:

- 1) cientistas (e.g. pesquisadores em física de partículas do CERN);
- 2) pesquisadores em educação em ciências;
- 3) professores da educação básica;

bem como as interações entre eles.

9.2 O coletivo de pensamento dos cientistas

Nosso modelo de interação professor-cientista-pesquisador ocorre no âmbito de um coletivo de pensamento associado a uma ciência avançada, como a física de partículas, ligada, por exemplo a um centro de pesquisa em excelência (e.g. CERN). Como o estilo de pensamento está na ordem da ciência avançada, os saberes envolvidos são científicos, denominados por Tardif (2002) de saberes disciplinares. Com isso, temos um círculo esotérico formado pelos cientistas e um círculo exotérico constituído pelos professores e pelos pesquisadores em educação em ciências. As circulações de ideias estabelecidas entre esses círculos são da ordem intracoletiva, versando por exemplo, acerca de conceitos da física de partículas. Um modelo desse coletivo é apresentado na figura 10. Da mesma forma que ilustrado na figura 8, o núcleo mais escuro representa o círculo esotérico (formado pelos cientistas) e as regiões mais claras o círculo exotérico, constituído, neste caso, por professores e pesquisadores em educação em ciências. As linhas com setas duplas ilustram as circulações intracoletivas de ideias.

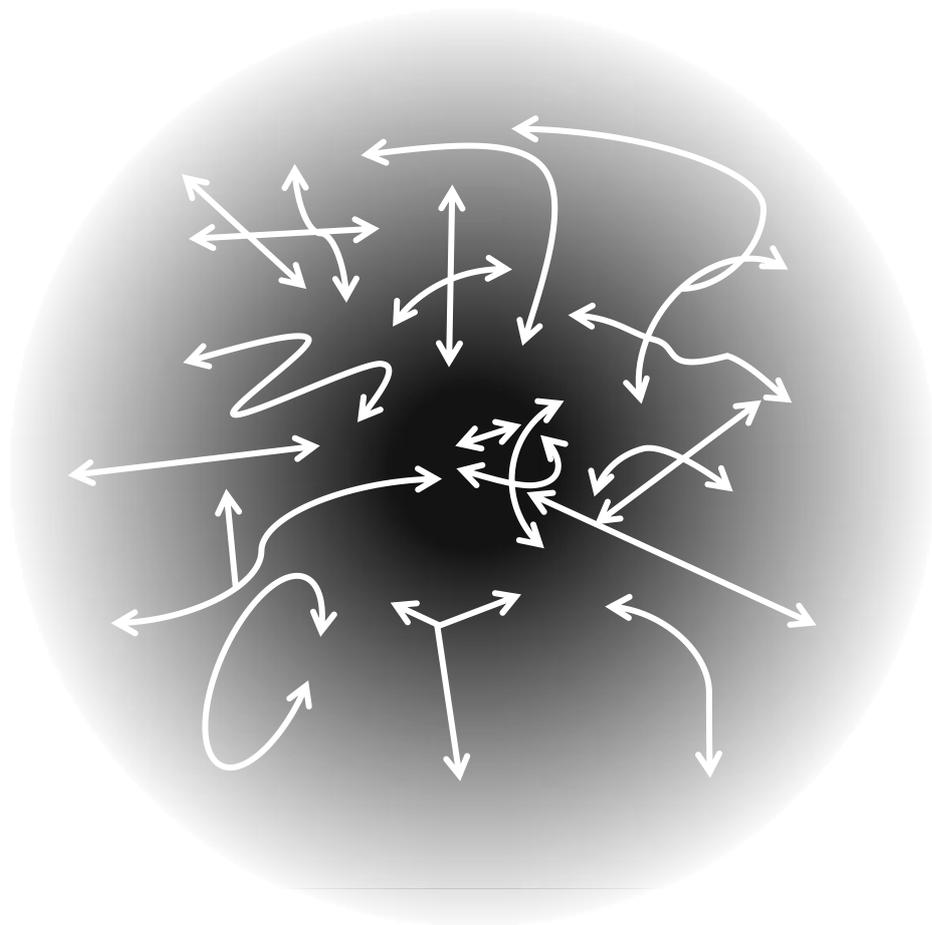


Figura 10: Coletivo de pensamento dos cientistas e as circulações intracoletivas de ideias.

As circulações intracoletivas de ideias no coletivo da ciência de ponta envolve saberes científicos correlatos e fortalecem esse estilo de pensamento. Com isso, estabelece-se a fase clássica da harmonia das ilusões, pois os professores (e, porque não, os pesquisadores em educação em ciências) passam a compreender melhor os conceitos, teorias, metodologias e técnicas do estilo de pensamento da ciência de ponta. De forma semelhante ao que constatamos nos capítulos anteriores acerca do ocorrido na Escola de Física do CERN, os professores possivelmente incorporam esses conteúdos à sua prática docente, embora não a modifiquem.

9.3 O coletivo de pensamento dos pesquisadores em educação em ciências

Nosso modelo de interação professor-cientista-pesquisador pressupõe a formação de um segundo coletivo de pensamento, relacionado aos saberes da formação profissional. O círculo esotérico para este caso seria formado pelos pesquisadores em educação em ciências, ao passo que o círculo exotérico seria constituído pelos professores da educação básica e pelos cientistas. Quanto aos cientistas acreditamos que a grande

maioria estaria mais na periferia do círculo exotérico, enquanto os professores, em regiões mais internas. Na maioria das situações os cientistas são bacharéis, desenvolveram estudos de pós-graduação em ciências da natureza, estão vinculados a universidades e nelas desenvolvem suas pesquisas. Contudo, algumas horas semanais da jornada de trabalho são destinadas a lecionarem disciplinas em cursos de graduação e pós-graduação, de forma que apesar de não terem formação pedagógica, desenvolvem atividades docentes. Entretanto, muitos outros cientistas estão ligados a centros de pesquisa desvinculados das instituições de ensino superior, dedicando-se exclusivamente às suas investigações, sem envolverem-se com atividades de ensino.

O estilo de pensamento desse coletivo está alicerçado em saberes da formação profissional (TARDIF, 2002) e poderiam envolver, por exemplo, teorias de aprendizagem, metodologias de ensino, teorias críticas do currículo, aspectos acerca do enfoque CTS e da natureza da ciência, bem como estudos recentes sobre a divulgação e a alfabetização científicas. Os professores da educação básica, apesar de não terem conhecimentos aprofundados sobre a ciência da educação, compartilham alguns conhecimentos comuns aos pesquisadores, e, por essa razão, a circulação de ideias entre eles é no âmbito intracoletivo. Tendo como referência os saberes da formação profissional os cientistas interagem com pesquisadores e professores, a partir de um problema, via circulação intercoletiva de ideias. Isso ocorre porque os conhecimentos dos cientistas (saberes científicos) não são comuns ao do par pesquisadores-professores (saberes educacionais).

Um modelo desse coletivo está mostrado na figura 11. O núcleo mais escuro representa o círculo esotérico (formado pelos pesquisadores em educação em ciências) e as regiões mais claras, o círculo exotérico (formado pelos professores e pelos cientistas). As linhas com setas duplas ilustram as circulações intracoletivas de ideias. As circulações intercoletivas de ideias não estão representadas, pois serão discutidas com mais detalhes na seção 9.5.

Como os pesquisadores em educação estão mais a par dos trabalhos recentes nessa área do que os professores, entendemos que a circulação de ideias entre eles faça com que emergja a harmonia das ilusões, fortalecendo tanto o estilo de pensamento dos professores, quanto dos pesquisadores. Além disso, a circulação intercoletiva de ideias entre pesquisadores e professores com cientistas pode contribuir na interação desses com professores em cursos de formação continuada envolvendo saberes científicos, como sugerido por Tanner (2000) ao avaliar os benefícios para os cientistas na interação com professores. É válido ressaltar que a transformação no estilo de pensamento ocorre quando

existe um problema que um dos coletivos de pensamento (pesquisadores, cientistas ou professores) não consegue resolver, recorrendo à interação com outros coletivos por meio das circulações intra e intercoletiva de ideias.

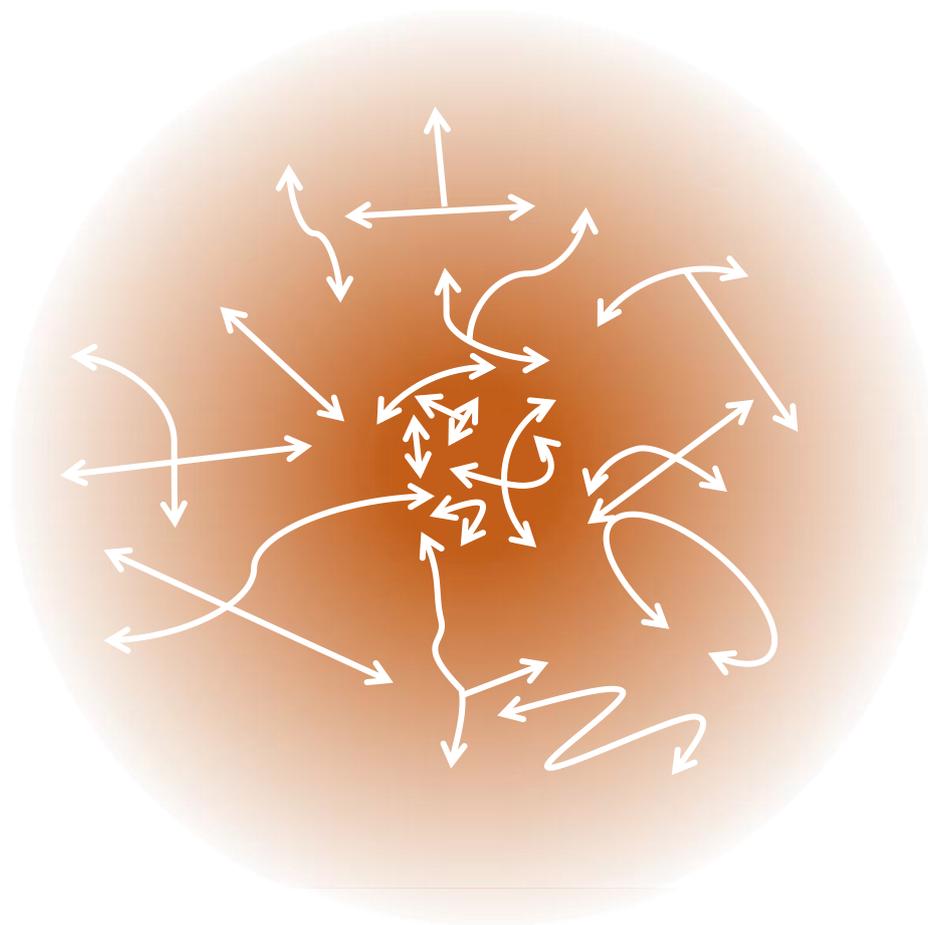


Figura 11: Coletivo de pensamento dos pesquisadores em educação em ciências e as circulações intracoletivas de ideias.

Como descrito por Fleck (2010) indivíduos podem fazer parte de mais de um coletivo de pensamento. Este é o caso dos cientistas que também são professores nas universidades. Além do coletivo de pensamento dos cientistas, eles pertencem ao coletivo de pensamento dos professores da educação superior. Como professores da educação superior eles poderiam ter interesse nos saberes educacionais e interagiriam com os pesquisadores da educação em ciências não via circulação intercoletiva de ideias, mas sim por meio da circulação intracoletiva de ideias, uma vez que os saberes seriam comuns e vinculados a conhecimentos educacionais (e não científicos). Com isso eles se beneficiariam de aspectos envolvendo saberes pedagógicos, contribuindo para que desenvolvam habilidades e didáticas a serem levadas para suas salas de aula na educação superior.

Esse exemplo revela que analisando grupos de indivíduos pertencentes a mais de um coletivo de pensamento, relativiza-se as circulações intra e intercoletivas de ideias.

9.4 Coletivo de pensamento dos professores da educação básica

Nosso modelo de interação professor-cientista-pesquisador pressupõe ainda a formação de um terceiro coletivo de pensamento ligado aos saberes experienciais (TARDIF, 2002). O círculo esotérico para este caso seria formado pelos professores e o círculo exotérico pelos pesquisadores em educação em ciências e pelos cientistas. Quanto aos pesquisadores em educação em ciências acreditamos que a grande maioria estaria em regiões mais centrais do círculo exotérico. Isso se deve ao fato de que a grande maioria dos pesquisadores, apesar de ter interesse em aspectos educacionais, não conhece a realidade da educação básica, uma vez que “é bastante raro ver os teóricos e pesquisadores das ciências da educação atuarem diretamente no meio escolar, em contato com os professores” (TARDIF, 2002, p. 37). Os cientistas ocupariam posições mais periféricas do círculo exotérico, pois suas preocupações primárias estão relacionadas às investigações que realizam.

O estilo de pensamento desse coletivo está alicerçado em saberes experienciais e envolvem a realidade escolar, os problemas, limitações e virtudes da educação básica. Os professores podem elencar as principais dificuldades manifestadas pelos seus alunos, bem como explorarem ainda aspectos ligados aos saberes curriculares, como por exemplo, a distribuição do número de períodos (horas-aula) para cada componente curricular e os conteúdos geralmente trabalhados em cada série.

As circulações de ideias entre professores e pesquisadores são da ordem intracoletiva, pois apesar de nem sempre conhecerem com detalhes a realidade da educação básica os pesquisadores compartilham saberes educacionais comuns aos professores. Além disso, professores e pesquisadores estabelecem, por meio de um problema, circulações intercoletivas de ideias com os cientistas, tendo como referência os saberes experienciais. Um modelo desse coletivo é ilustrado na figura 12. O núcleo mais escuro representa o círculo esotérico (formado pelos professores) e as regiões mais claras, o círculo exotérico (formado pelos pesquisadores e pelos cientistas). As linhas com setas duplas simbolizam as circulações intracoletivas de ideias. As circulações intercoletivas de ideias não estão representadas, pois serão discutidas com mais detalhes na próxima seção.

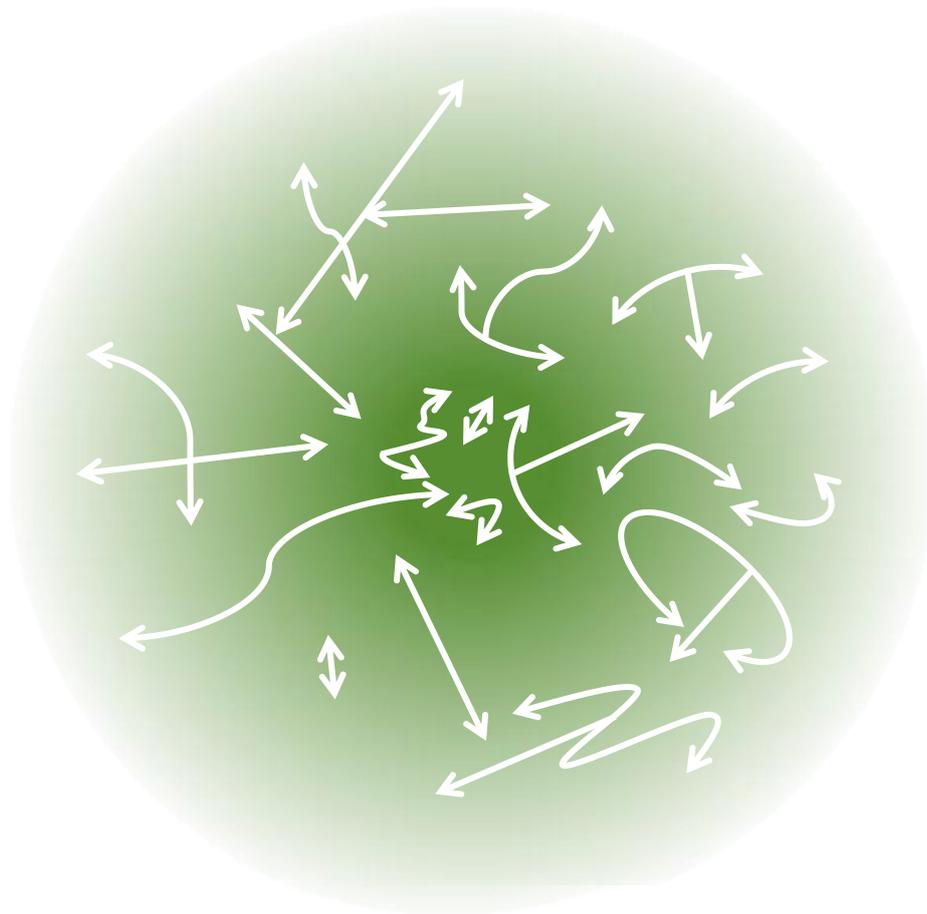


Figura 12: Coletivo de pensamento dos professores da educação básica e as circulações intracoletivas de ideias.

Acreditamos que o fortalecimento do estilo de pensamento via circulações de ideias possa contribuir para que os professores reflitam sobre suas concepções e que os pesquisadores e cientistas compreendam melhor os aspectos ligados à realidade da educação básica. É válido destacar que o fortalecimento do estilo de pensamento é estabelecido desde que exista um consenso entre os coletivos de pensamento. Além disso, Fleck (2010) preconiza que a transformação de um estilo de pensamento pode ocorrer por meio da circulação intracoletiva de ideias, embora saliente que esse processo é muito mais difícil de ser estabelecido do que por meio da circulação intercoletiva de ideias. A interação entre professores e pesquisadores pode ser um exemplo da transformação do estilo de pensamento dos pesquisadores via circulação intracoletiva de ideias. Isso ocorreria por meio de um problema em que os pesquisadores não conseguiriam resolver e só adquiririam consciência e meios para a reflexão dele quando tivessem contato com os saberes experienciais dos professores. O mesmo poderia ocorrer, contudo por meio da circulação intercoletiva de ideias, a partir da interação do par professor-pesquisador com os cientistas.

9.5 Promovendo as circulações intercoletivas de ideias

Os três coletivos de pensamento acionados permitem tanto a circulação intracoletiva de ideias, quanto a circulação intercoletiva de ideias. Segundo Fleck (2010), a primeira, em geral, fortalece o estilo de pensamento podendo, em algumas situações mais específicas, favorecer a mudança do estilo de pensamento. A segunda desencadeia mudanças substanciais nos estilos de pensamento. O fortalecimento do estilo de pensamento ocorre quando há consenso em relação a um determinado assunto, ao passo que a transformação no estilo de pensamento se desenvolve a partir de um problema. Por se tratar de estilos de pensamento distintos que envolvem saberes disciplinares, profissionais e experienciais acreditamos que eles impactam de forma diferente nos indivíduos dos três grupos envolvidos no nosso modelo de interação. Fleck afirma que mudanças no estilo de pensamento via circulação intercoletiva de ideias exige, necessariamente, a interação entre diferentes coletivos de pensamento.

Para tanto, nosso modelo de interação professor-cientista-pesquisador pressupõe que os três coletivos de pensamento se sobreponham, como mostrado na figura 13.

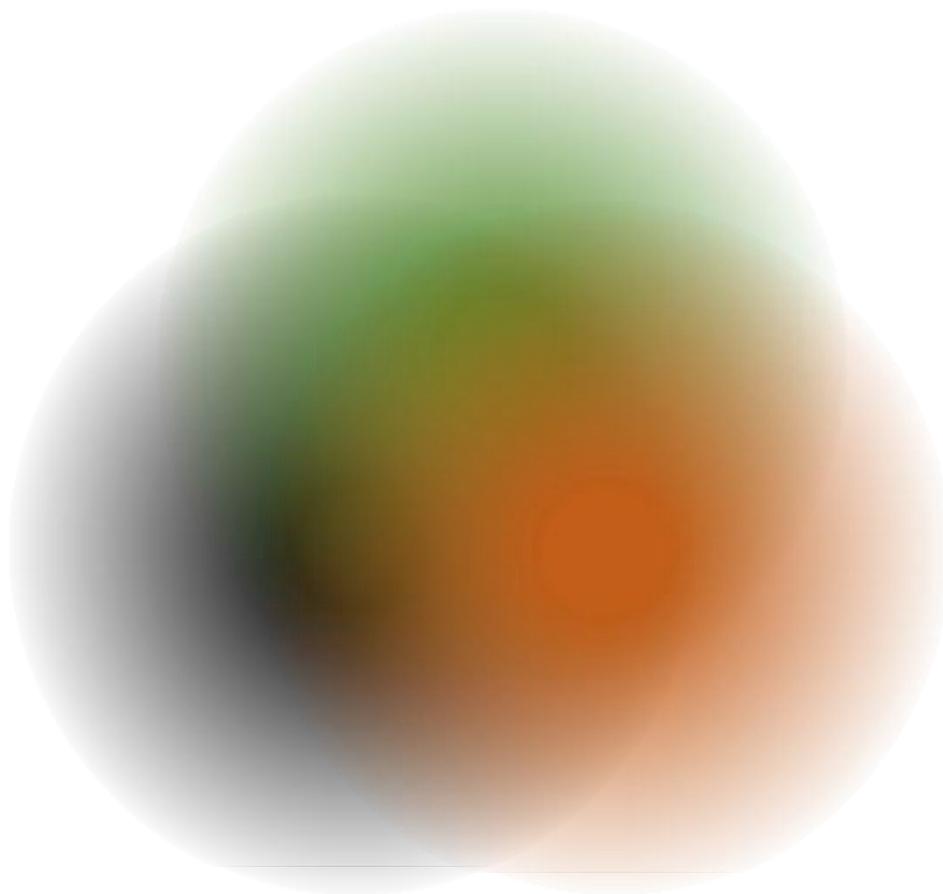


Figura 13: Os três coletivos de pensamento

Essa sobreposição ocorre a partir de um problema de forma que, além das circulações intracoletivas de ideias já discutidas, são estabelecidas as circulações intercoletivas de ideias entre os diferentes coletivos de pensamento. Na figura 14 as linhas contínuas com setas duplas ilustram as circulações intracoletivas de ideias no interior dos seus respectivos coletivos de pensamento. Já as linhas tracejadas com setas duplas simbolizam as circulações intercoletivas de ideias instauradas, mediante um problema, entre os três coletivos de pensamento distintos.



Figura 14: Circulações intra e inter coletivas de ideias.

Contudo, para realmente se configurarem três coletivos de pensamento, os três grupos devem ser colocados em posições hierárquicas iguais, independente das respectivas profissões. Nesse sentido, é necessário que os cientistas tenham oportunidade de explicitarem aspectos relacionados aos saberes disciplinares e os pesquisadores em

educação em ciências apresentarem questões acerca dos saberes profissionais. Todavia, é muito importante que se estabeleçam espaços para que os professores manifestem situações envolvendo os saberes experienciais e, principalmente, que esses três saberes se interconectem por meio de um problema.

A partir disso, acreditamos que o estabelecimento das circulações intercoletivas de ideias façam com que emerjam fases de complicações nos respectivos estilos de pensamento, pois, como já citado anteriormente, para Fleck (2010) é o tráfego intercoletivo que desencadeia mudanças nos estilos de pensamento. Essas fases de complicações nos estilos de pensamento dos professores devem contribuir para que mudanças nas suas práticas docentes ocorram.

Os cientistas trazem aspectos relacionados à ciência de ponta, os professores contribuem avaliando a pertinência e relevância da discussão desses tópicos em sala de aula, enquanto os pesquisadores em educação indicam estratégias para a transposição didática desses temas. Entendemos que os saberes apresentados pelos cientistas são confrontados com as questões levantadas pelos professores e pesquisadores em educação. O mesmo ocorre com os saberes elencados pelos professores e pelos pesquisadores em educação. Esses “confrontos” representam a circulação intercoletiva de ideias e fazem com que cada coletivo reflita sobre aspectos do seu estilo de pensamento também a partir de elementos dos estilos de pensamento subjacentes. Estas reflexões e percepções de elementos novos (dos outros estilos de pensamento) sobrepostos aos seus próprios saberes causam mudanças e transformações nos estilos de pensamento, caracterizando a fase de complicação fleckiana. Do nosso ponto de vista o estabelecimento da fase de complicação propicia uma mudança mais profunda na prática docente dos professores que não envolve apenas a inserção de conteúdos dos saberes disciplinares em sala de aula. Entendemos que os professores também refinam os saberes da formação profissional, articulando-os com os saberes disciplinares. A partir disso, o professor reflete acerca dos saberes curriculares e experienciais o que conduz a uma mudança mais significativa em sua prática docente.

Da mesma forma, mudanças nas práticas profissionais dos cientistas e dos pesquisadores em educação devem emergir das interações via circulação intercoletiva de ideias.

Apesar do nosso modelo ser uma proposta genérica para a interação professor-cientista-pesquisador, exemplificaremos nossas proposições com situações e ações que poderiam ser implementadas no estudo de caso investigado neste trabalho: a Escola de

Física do CERN. As atividades hipotéticas descritas a seguir visam colocar em pé de igualdade os três coletivos de pensamento de forma que sejam privilegiadas tanto as circulações intra, quanto inter coletivas de ideias.

Uma atividade que julgamos interessante e que não permitiria o estabelecimento de posições hierárquicas diferentes seria uma roda de conversa entre os três coletivos de conhecimento. O objetivo dessa ação seria a socialização de informações principalmente relativas em *como* cada grupo trabalha e deveria ser realizada a partir de um problema que articule os diferentes estilos de pensamento.

Os cientistas exporiam aspectos de como são conduzidas investigações nas ciências de ponta e os pesquisadores em educação das conduzidas por eles. Deveriam ser apresentados aspectos relativos aos financiamentos das pesquisas e de como as temáticas das pesquisas são definidas. Pensamos ser pertinente a discussão de como as pesquisas são realizadas, ou seja, coleta de dados, pesquisadores envolvidos, hipóteses levantadas e como os tópicos a serem investigados são definidos.

Por conta dos professores ficaria a responsabilidade de narrar suas atividades diárias. Aspectos relacionados aos alunos, coordenação e direção pedagógicas. Sistemas avaliativos, práticas docentes e a relação professor-aluno-família.

Acreditamos que nessa roda de conversa os pesquisadores em educação explorariam aspectos da Natureza da Ciência a partir dos discursos dos cientistas, o que pode contribuir para que os professores entendam melhor como que o trabalho científico é desenvolvido, bem como que os cientistas reflitam sobre suas ações. Cremos que as falas dos professores possam contribuir para que os pesquisadores percebam o quanto, muitas vezes, suas pesquisas estão distantes da realidade escolar e que os cientistas compreendam a realidade da educação básica e valorizem a importância da participação deles em formações continuadas como essa.

Imaginamos ainda que explicações dos pesquisadores em educação podem ampliar as visões dos professores e cientistas sobre investigações educacionais, uma vez que, em geral, cientistas realizam análises quantitativas e pesquisadores em educação, qualitativas. Os primeiros, muitas vezes, menosprezam o tipo de análise realizada pelos segundos, interpretando-a como subjetiva. A roda de conversa sugerida pode contribuir para que os cientistas passassem a ter uma leitura mais fidedigna da pesquisa qualitativa.

As visitas técnicas foram muito destacadas pelos professores participantes de nossa pesquisa, no entanto, interpretamos que elas são mais ilustrativas e vivenciais e que

pouco impactam na prática docente do professor. Neste sentido, acreditamos que uma forma de tornar a experiência ainda mais significativa para o professor seria a partir da contextualização de aspectos técnicos e científicos dos dispositivos e equipamentos com a realidade da sala de aula, como sugerido por Drayton e Falk (2006), Peker e Dolan (2012) e Olin e Ingerman (2016). Os pesquisadores em educação poderiam sugerir propostas didáticas para que tal atividade fosse realizada e os professores adequem-na à realidade escolar. Um exemplo disso seria relacionar o eletromagnetismo do LHC com questões envolvendo o ambiente escolar. Aspectos ligados à mudança da trajetória e colimação do feixe poderiam ser explorados, bem como a discussão de como os prótons são acelerados e desviados no acelerador. Esse tipo de proposta permitiria abordar aspectos do LHC não apenas vinculados à física de partículas, mas também a outros conteúdos da física tratados no Ensino Médio, atividade já sugerida e realizada por Cid e Manzano. Outrossim, acreditamos que a relação entre aspectos técnicos do LHC com a física da educação básica também contribui para que o professor compreenda com maior facilidade o funcionamento do LHC e possa comentá-lo com mais propriedade nas atividades realizadas por ele na volta da Escola de Física do CERN.

Uma ação que julgamos importante seria a manipulação de dados reais do LHC pelos professores. Esse tipo de atividade ocorre em outro evento promovido pelo CERN, denominado *Materclass*. Diversos artigos já investigaram tal evento e/ou a manipulação de dados reais do LHC e basicamente se trata do uso de um software que permite a identificação de partículas a partir das suas trajetórias e de outros parâmetros relevantes (LONG, 2011; BARR e BODDY, 2012; BARNETT et al, 2012; KOURKOUMELIS e VOURAKIS, 2014; WATANABE et al, 2014). Nessa atividade os professores e pesquisadores em educação trabalhariam em conjunto com os cientistas. Os cientistas contribuiriam com os aspectos teóricos da física de partículas, de forma a trazer elementos envolvendo leis de decaimentos e de conservação que permitissem o mapeamento das partículas mapeadas nas colisões. A coleta de dados também é importante, pois é o levantamento estatístico que permite assumir a identificação, ou não, de partículas em uma determinada faixa de energia, contribuindo também para que os professores construíssem visões mais adequadas da natureza da ciência.

Acreditamos que essa atividade além de viabilizar que os professores compreendam como os cientistas trabalham, faz também com que se apropriem de conceitos específicos da física de partículas por um viés investigativo o que, segundo Roth e Tobin (2004) e Olin e Ingerman (2016) são abordagens que contribuem para a mudança

na prática docente. Ao final da atividade os três coletivos de pensamento poderiam debater formas de abordagens para que essa proposta fosse estendida para alunos da educação básica. Os cientistas contribuiriam com questões teóricas da física de partículas, os pesquisadores em educação com indicativos de estratégias de abordagem envolvendo, por exemplo, novas tecnologias e os professores com a adequação da atividade à realidade escolar, indicando sua viabilidade, relevância e intencionalidades.

Quando os professores brasileiros se candidatam para a participação na Escola de Física do CERN devem, entre outros requisitos, apresentar uma proposta detalhada de atividades a serem desenvolvidas quando do retorno ao Brasil. Nossa sugestão seria que essas atividades fossem socializadas com outros colegas e também com cientistas e pesquisadores em educação. Essa dinâmica seria desenvolvida em pequenos grupos de forma que os pesquisadores em educação forneceria subsídios teóricos para que tais estratégias fossem realizadas com sucesso. Os cientistas atenderiam questões específicas dos professores e que muitas vezes não são contempladas nas atividades mais gerais.

Uma alternativa interessante seria que os pequenos grupos formados por professores, pesquisadores em educação e cientistas construíssem, a partir das ideias originais das ações previstas e trazidas por aqueles, um plano de atividades do grupo. Os representantes dos três coletivos poderiam estruturar conjuntamente um plano de propostas a serem desenvolvidos pelos professores com seus alunos, mas que também envolvessem cientistas e os pesquisadores, de preferência com objetivos comuns a serem alcançados por todos, como preconizado por Gade (2015a) e Grotzer (s.d.). Por fim, as propostas organizadas coletivamente poderiam ser publicadas pela SBF em um número especial do seu periódico *A Física na Escola*.

Apresentamos algumas sugestões de atividades estruturadas segundo nosso modelo de interação professor-cientista-pesquisador e que poderiam ser desenvolvidas no âmbito da Escola de Física do CERN. Estamos seguros que estes são apenas alguns exemplos, de forma que outros tantos poderiam ser elencados.

Neste capítulo discutimos uma sugestão de modelo que privilegia a mudança na prática docente de professores a partir da interação com cientistas e pesquisadores em educação. Esse modelo, chamado de modelo de interação professor-cientista-pesquisador está alicerçado nas ideias fleckianas e, a seguir, sintetizamos suas principais diretrizes:

- a interação é prevista entre professores da educação básica, cientistas de uma área da pesquisa de ponta em ciências da natureza e pesquisadores em educação em ciências;

- Predominantemente, os pesquisadores e cientistas contribuem com teorias atuais (tanto educacionais quanto científicas), ao passo que os professores com aspectos dos saberes experienciais;

- as dinâmicas interacionais devem situar os três coletivos de pensamento no mesmo *status* no que diz respeito às suas profissões e aos seus saberes, bem como privilegiar atividades relacionadas à realidade escolar;

- as atividades propostas devem majoritariamente ser de cunho investigativo, bem como algumas delas terem objetivos comuns para os três grupos de profissionais.

Com isso, acreditamos que uma interação entre professores, cientistas e pesquisadores em educação que levem em consideração essas diretrizes e permitam a socialização dos diferentes saberes tardifianos por meio da circulação intercoletiva de ideias promova mudanças substanciais nos estilos de pensamento desses três coletivos a partir da instauração de fases de complicações fleckianas.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A Escola de Física do CERN tem contribuído significativamente para a formação de professores que dela participam. Pela análise realizada no capítulo 2, verificamos que após a participação nesse curso, os professores passam a realizar mais atividades de divulgação científica e a frequentar eventos científicos. Os professores também se vinculam a cursos *stricto sensu*, buscando uma maior qualificação profissional. Além disso, a partir dos discursos dos professores participantes dessa pesquisa, verificamos que temas ligados à FMC, em específico, à física de partículas, são incorporados às suas aulas. A vivência no CERN é marcante para os professores, motivando-os a realizarem as atividades acima citadas, todavia, a interação professor-cientista não favorece mudanças significativas nas práticas docentes dos envolvidos. Essas constatações emergiram da interpretação das relações estabelecidas entre cientistas e professores à luz da teoria fleckiana, o que nos remete ao primeiro problema de pesquisa:

Como a teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck pode contribuir para a compreensão da interação professor-cientista?

As categorias fleckianas como coletivo de pensamento e estilo de pensamento se mostram pertinentes para delinear os saberes envolvidos em um curso de formação continuada. A partir das intencionalidades e direcionamentos dados na formação, podemos interpretar a quais círculos (exo ou eso) os envolvidos estão inscritos, bem como de quais formas eles interagem entre si, via circulação intra e/ou intercoletiva de ideias. Os efeitos das circulações de ideias podem apenas reforçar o estilo de pensamento vigente e/ou transformá-lo, desencadeando mudanças significativas na prática docente. Além disso, as quatro formas sociais de pensamento fleckianas também se mostram versáteis para compreender as formações discursivas nas quais os envolvidos estão inscritos, permitindo delinear seus objetivos, especificidades e intencionalidades.

A partir do estudo de caso realizado e das considerações acima, defendemos a validade da teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck para a compreensão da interação professor-cientista.

A validação da teoria de Fleck para esse problema de pesquisa e a compreensão das razões pelas quais as práticas docentes não sofriam mudanças após a vivência no CERN permitiram responder nosso segundo problema de pesquisa:

A partir das categorias fleckianas, quais são os elementos necessários para a proposta de um modelo de interação professor-cientista que favoreça uma efetiva mudança na prática docente?

Alicerçados também nas diretrizes dadas por trabalhos recentes que investigaram a interação professor-cientista em diferentes contextos, tanto entre professores e cientistas, quanto entre professores e pesquisadores em educação, propomos um modelo de interação professor-cientista-pesquisador.

Este modelo privilegia tanto a circulação intracoletiva quanto a intercoletiva de ideias entre os coletivos de pensamento dos saberes disciplinares, da formação profissional e experienciais. Contudo, preconiza-se o predomínio da circulação intercoletiva em detrimento à intracoletiva de ideias, uma vez que a primeira permite a mudança no estilo de pensamento via fase de complicações fleckianas, ao passo que a segunda fortalece o estilo de pensamento vigente via fase clássica da harmonia das ilusões (FLECK, 2010). As mudanças no estilo de pensamento podem fazer com que os professores desenvolvam, por exemplo, posturas mais reflexivas e práticas mais investigativas, contextualizadas e menos transmissivas em sala de aula. Outrossim, a interação intracoletiva de ideias também se faz necessária, permitindo, por exemplo, que os professores ampliem seus conhecimentos referentes aos saberes disciplinares e da formação profissional.

O modelo de interação professor-cientista-professor proposto preconiza ainda que não sejam estabelecidas posições hierárquicas distintas entre os integrantes dos diferentes coletivos de pensamento, bem como que as atividades propostas não privilegiem palestras, mas sim ações investigativas prioritariamente abordando aspectos ligados diretamente à realidade escolar.

A partir dessas considerações e tendo presente a nossa tese:

A mudança na prática docente ocorre quando o professor interage ativamente com estilos de pensamento tanto relacionados a saberes científicos quanto pedagógicos.

acreditamos que nosso trabalho, além de sinalizar para essa fecunda e recente área de investigação, contribui para o planejamento de cursos de formação continuada por meio da interação entre professores, cientistas e pesquisadores, favorecendo a mudança na prática docente.

Como exemplo de estudos futuros sugerimos a investigação da interação entre cientistas estabelecida na Escola de Física do CERN, caracterizada pelo tráfego intraesotérico de conhecimento. Outra dimensão interessante seria entender ações

cooperativas e o desenvolvimento profissional das duplas de trabalho formadas a partir dessa vivência.

Acreditamos ser pertinente avaliar as implicações deste modelo em situações reais. Por essa razão, pretendemos buscar meios de implementá-lo em cursos de formação continuada e avaliar seus efeitos nos envolvidos. Entendemos que além da compreensão das mudanças nas práticas docentes, outras perspectivas de investigações seriam possíveis, como a avaliação das mudanças nas práticas profissionais dos cientistas e dos pesquisadores em educação participantes das atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, M.C.B. **O discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Unesp, 2006.

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

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para cidadania. **Ciência da informação**, v. 25, n. 3, p. 396-404, 1996.

ALSOP, S.; BEALE, S. Molasses or crowds: making sense of the Higgs boson with two popular analogies. **Physics Education**, v. 48, n.5, p. 670-676, 2013.

ALVETTI, M.; CUTOLO, L.R.A. Uma visão epistemológica da circulação de ideias presente na comunicação científica. **Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, 2005.

ALVETTI, M.A S. **Ensino de física moderna e contemporânea e a revista Ciência Hoje**. 1999, 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação) –Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ANDRÉ, M.E.D.A. Estudo de caso: seu potencial na educação. **Cadernos de pesquisa**, n. 49, p. 51-54, 1984.

BAGDONAS, A. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia**. 2015. 266 f. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação interunidades em ensino de ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BAKHTIN, M. M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1992. 421p.

_____. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo: Editora Hucitec, 2006. 196p.

BARNETT, R.M., JOHANSSON, K.E., KOURKOUMELIS, C., LONG, L., PEQUENAO, J., REIMERS, C., WATKINS, P. Learning with the ATLAS experiment at CERN. **Physics Education**, v. 47, n. 1, p. 28-37, 2012.

BARR, A.; BODDY, C. The ATLAS detector on a smartphone. **Physics Education**, v. 47, n. 3, p. 270-273, 2012.

BARROS, J.H.A. Conhecimento e Discurso: reflexões sobre articulações entre a epistemologia de Fleck e a Análise de Discurso em Educação Científica e Tecnológica e no Ensino de Ciências. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Campinas, 2013.

BARROS, J.P.P. Constituição de "sentidos" e "subjetividades": aproximações entre Vygostky e Bakhtin. **ECOS-Estudos Contemporâneos da Subjetividade**, v. 2, n. 1, p. 133-146, 2012.

BASSALO, J.M.F. O prêmio Nobel de Física de 2013. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 306-332, 2014.

BEZERRA, P. Polifonia. In: BRAIT, B. (Org.) **Bakhtin: conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2005, p. 191-200.

BOGDAN, R.C., BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. 335p.

BONDÍA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, n. 19, p. 20-28, 2002.

BRAIT, B. Alguns pilares da arquitetura bakhtiniana. In: BRAIT, B. (Org.) **Bakhtin: conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2005, p. 7-10.

BRANDÃO, H.H.N. **Introdução à análise do discurso**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2014. 117p.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002.

_____. **Base nacional comum curricular - 2ª versão revista**. Brasília: MEC, 2016. 651p.

BRICK, E.M.; MACHADO, A.R.; STUANI, G.M.; LOHN, L.G.; HOFFMANN, M.B.; FRAILE, O.O.; YAMAZAKI, R.M.O.; DELIZOICOV, D. Pesquisas sobre práticas docentes em Educação em Ciências: potencialidades do referencial fleckiano. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Águas de Lindóia, 2013.

BROCK, C.; ROCHA FILHO, J.B. Algumas origens da rejeição pela carreira profissional no magistério em física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.2: p. 356-372, 2011.

BROWN, J.S.; COLLINS, A.; DUGUID, P. Situated cognition and the culture of learning. **Educational researcher**, v. 18, n. 1, p. 32-42, 1989.

CAMPANARIO, J.M. ¿ Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, p. 351-364, 2001.

_____. Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**. V. 22, n.3, p. 365-378, 2004.

CAREGNATO, R.C.A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 15, n. 4, p. 679-84, 2006.

CARVALHO, A.M.P.; VANNUCHI, A. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p.3-19, 1996.

CATON, E.; BREWER, C.; BROWN, F. Building teacher-scientist partnerships: Teaching about energy through inquiry. *School Science and Mathematics*, v. 100, n. 1, p. 7-15, 2000.

CEREJA, W. Significação e tema. In: BRAIT, B. (Org.) **Bakhtin: conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2005, p. 201-220.

CHEVALLARD, Y. **La transposición** didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1995.

CID, X.; CID, R. Taking energy to the physics classroom from the Large Hadron Collider at CERN. **Physics Education**, v. 44, n. 1, p.78-83, 2009.

CONDÉ, M.L.L. Prefácio à edição brasileira. In: FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010, p. VIII-XVIII.

CONTRERAS, J. **A autonomia dos professores**. São Paulo: Cortez editora, 2012. P. 327.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento: tensões ou transições**. 1991, 213f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo

DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N.; CUTOLO, L. R. A.; DA ROS, M. A.; LIMA, A. M. C. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, p. 52-69, 2002.

DÍAZ, J. V. Divulgacion Científica y Democracia. **Alambique – didáctica de las Ciencias Experimentales**, v. 6, n. 21, p. 17-25, 1999.

DOMINGUINI, L. Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 2502, 2012.

DRAYTON, B.; FALK, J. Dimensions that shape teacher–scientist collaborations for teacher enhancement. **Science Education**, v. 90, n. 4, p. 734-761, 2006.

DRESNER, M.; STARVEL, E. Mutual benefits of teacher/scientist partnerships. **Academic Exchange Quarterly**, v. 8, n., 2004.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; SCOTT, P.; MORTIMER, E. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational researcher**, v. 23, n. 7, p. 5-12, 1994.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, v. 24, p. 213-225, 2004.

EIRAS, W.C.S. CERN: pesquisa, inovação e educação unindo povos. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015. p.267-281.

EL-HANI, C.N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da Ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C.C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para a aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

FARACO, C.A. **Linguagem & diálogo, as ideias linguísticas do círculo de Bakhtin**. São Paulo: Parábola, 2009.

FERNÁNDEZ, I. **Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación**. 2000. Tese (doutorado) - Departamento de Didática das Ciências Experimentais. Universidade de Valência, Valência.

FEYERABEND, P.K. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

FIORIN, J. L. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. Ática, 2006.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. 224p.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ªed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLÔR, C.C. A história da síntese de elementos transurânicos e extensão da tabela periódica numa perspectiva fleckiana. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 246-250, 2009.

FORATO, T.C.M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R.A. Historiografia e natureza da ciência em sala de aula. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.28, n.1: p. 27-59, abr. 2011.

FREIRE, P. **Autonomia do oprimido**. 40ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREITAS, M. T. A. Nos textos de Bakhtin e Vygotsky: um encontro possível. **Atas do colóquio internacional Dialogismo: 100 anos de Bakhtin**, São Paulo, 1995.

GADE, S. Teacher–researcher collaboration in a Grade Four mathematics classroom: restoring equality to students’ usage of the ‘=’ sign. **Educational action research**, v. 20, n. 4, p. 553-570, 2012.

_____. Teacher research as self-study and collaborative activity. **LEARNING Landscapes**, v. 8, n. 2, p. 173-187, 2015a.

_____. Unpacking teacher–researcher collaboration with three theoretical frameworks: a case of expansive learning activity? **Cultural studies of science education**, v. 10, n. 3, p. 603-619, 2015b.

GARCIA, D. B. **Por uma pedagogia da autonomia: Bakhtin, Paulo Freire e a formação de leitores autorais**. 2012, Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo.

GARCÍA, J.E.; GARCÍA, F.F.; MARTÍN, J.; PORLÁN, R. ¿Son incompatibles la escuela y las nuevas pautas culturales? **Investigación en la Escuela**, n. 63, p.17-28, 2007.

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

_____. Apresentação: Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015a. p. 13-17.

_____. Participantes das Escolas de Física do CERN. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015b. p. 529-542.

GATTI, B.A.; BARRETO, E.S.S. **Professores do Brasil: Impasses e desafios**. Brasília: UNESCO, 2009. 294p.

GERMANO, M.; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.

GIL PÉREZ, D.G.; MONTORO, I.F.; ALÍS, J.C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2. P.125-153, 2001.

GIROUX, H. **A escola crítica e a política cultural**. São Paulo: Cortez: autores associados, 1988. 104 p.

_____. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GOFF, W.; VERESOV, N. Examining teacher-researcher collaboration through the cultural interface. **Cultural Studies of Science Education**, v. 10, n. 3, p. 621-627, 2015.

GOMES, L.C.; BELLINI, L.M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.31, n.2: p. 2301-1 -2301-10, 2009.

GONÇALVES, F.P.; MARQUES, C.A.; DELIZOICOV, D. O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química: contribuições epistemológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 3, p. 1-16, 2007.

GROTZER, T. A. Teaching and Research: Not Such an Easy Marriage. Disponível em:< <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1329998.files/TeachResCollArtv2.doc> />. Acesso em: 14 de outubro de 2016.

HARRES, J.B.S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

HEIDRICH, D.N.; DELIZOICOV, D. Fleck e a construção do conhecimento sobre Diabetes Mellitus e insulina: contribuições para o ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, 2009.

HELAYËL-NETO, J.A. Supersimetria e interações fundamentais. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, p.45-47, 2005.

HEMSLEY-BROWN, J.; SHARP, C. The use of research to improve professional practice: A systematic review of the literature. **Oxford Review of Education**, v. 29, n. 4, p. 449-471, 2003.

ISLAS, S.; SGRO, M.; PESA, M. La comunicación entre científicos: un tema de interés para la formación de profesores de Física. **Memorias de las IV Jornadas de Investigación Educativa**, Córdoba, 2005.

JUSTI, R. Ensino sobre Ciências: da falta de consenso aos novos desafios a serem enfrentados. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, 2013.

KALMUS, P. I. Particle physics at A-level-the universities viewpoint. **Physics Education**. v.27, n.2, p.62-64, 1992.

KIM, E.; PAK, S. Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Journal of Physics*, v. 70, n. 7, p. 759-765, 2002.

KNEUBIL, F.B. Explorando o CERN na física do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 2501-1 - 2501-10, 2013.

KOURKOUMELIS, C.; VOURAKIS, S. HYPATIA: an online tool for ATLAS event visualization. **Physics Education**, v. 49, n.1, p. 21-32, 2014.

LAKIN, S.; WELLINGTON, J. Who will teach the “nature of science”? teachers view of science and their implications for science education. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 175-190, 1994.

LAMBACH, M.; MACHADO, A.R.; MARQUES, C.A. Formação permanente de professores de Ciências do Ensino Médio: mudanças na prática pedagógica pela problematização crítica. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Águas de Lindóia, 2013.

LAMBACH, M.; MARQUES, C.A. Ensino de Química na Educação de Jovens de Adultos: relação entre estilos de pensamento e formação docente. **Revista Investigações em ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 219-235, 2009.

LAMBACH, M.; MARQUES, C.A.; SILVA, A.F.G. Estilos de pensamento de professores de Química da EJA do Paraná em processo de formação permanente. **Atas do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química**, Salvador, 2012.

LAPA, J.M.; REBELO, Q.H.F. Escola CERN para professores de língua portuguesa 2010: uma reflexão sobre essa experiência a partir do relato de dois professores participantes. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015. p. 219-226.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 487-521, 2002.

LEDERMAN, N.G. Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

_____. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In: FLICK, L. B. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Dordrecht: Springer, 2006. p.301-317.

LEITE, F. Mikhail Mikhailovich Bakhtin: Breve biografia e alguns conceitos. **Revista Magistro**, v. 1, n. 1, 2011.

LEITE, R.C.M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, p97-108, 2001.

LONG, L. More 'hands-on' particle physics: Learning with ATLAS at CERN. **Physics Education**, v. 46, n. 3, p. 270-280, 2011.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, 2001.

LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLONGO, I.I.P. A recepção da epistemologia de Fleck pela pesquisa em educação EM CIÊNCIAS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 181-197, 2013.

LÖWY, I. Ludwik Fleck e a presente história das ciências. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 1, n. 1, p. 7-18, 1994.

LUNKES, M.J.; ROCHA FILHO, J.B. A baixa procura pela licenciatura em física, com base em depoimentos de estudantes do ensino médio público do oeste catarinense. **Ciência & Educação**, v.17, n.1, p 21-34, 2011.

MAIA, C.A. Realismo científico e construtivismo sócio-lingüístico em Bruno Latour e Ludwik Fleck. **Atas da VII Jornada Latino-americana de Estudos Sociais das Ciências e das tecnologias**, Rio de Janeiro, 2008.

_____. Uma chave da leitura de Fleck para a pesquisa. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v.18, n.4: p. 1174-1179, 2011.

MANZANO, R. C.; VIDAL, X. C. LHC en unos pocos números. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 4, n. 2, p. 449-454, 2010.

MANZINI, E.J. A entrevista na pesquisa social. **Didática**, v. 26, p. 149-158, 1991.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ªed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, H.H.T.S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004.

MARTINS, R.A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C.C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para a aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 17-30

MARTINS, A.F.P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.32, n.3: p. 703-737, 2015.

MAZZOLA, R.B., Análise do discurso: Um campo de reformulações. In **Análise do Discurso: objetos sujeitos e olhares**. MILANEZ, N. e SANTOS, J.J. (org.). Editora Claraluz, São Carlos, 2009

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EduSer: Revista de Educação**, v. 2, n. 2, p. 49-65, 2010.

MIOTELLO, V. Ideologia. In: BRAIT, B. (Org.) **Bakhtin: conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2005, p. 167-176

MONTEIRO, M. A. **Discursos de professores e de livros didáticos de física do nível médio em abordagens sobre o ensino da física moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais**. 2010, 440f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS, F. A Sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio. **Ciência & Educação**, v.15, n.3, p. 557-580, 2009.

MOREIRA, M.A. O modelo padrão da física de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V.31, n.1, p.1306-1 – 1306-11, 2009.

NAKATA, M. Indigenous knowledge and the cultural interface: Underlying issues at the intersection of knowledge and information systems. **IFLA journal**, v. 28, n. 5-6, p. 281-291, 2002.

_____. The cultural interface. **The Australian Journal of Indigenous Education**, v. 36, n. S1, p. 7-14, 2007.

NASCIMENTO, T.G. Contribuições da análise de discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 7, n.2, p. 1-17, dez 2005.

NEVES, J.L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NÓBREGA, F.K., MACKEDANZ, L.F. O LHC (Large Hadron Collider) e a nossa física de cada dia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.35, n. 1, 1301-1- 1301-11, 2013.

NORRIS, S. P. Learning to live with scientific expertise: Toward a theory of intellectual communalism for guiding science teaching. **Science Education**, v. 79, n. 2, p. 201-217, 1995.

OLIN, A.; INGERMAN, Å. Features of an Emerging Practice and Professional Development in a Science Teacher Team Collaboration with a Researcher Team. **Journal of Science Teacher Education**, v. 27, n. 6, p. 607-624, 2016.

OLIVEIRA, A. F. M. O aspecto social em Bakhtin e Vigotski. **Revista Sociodialeto**, v. 2, n. 1, 2012a.

OLIVEIRA, B. J. Os círculos de Fleck e a questão da popularização da ciência. In: CONDÉ, M. L. L. (Org.) **Ludwik Fleck: estilos de pensamento na ciência**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012, p. 121-144

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

OLIVEIRA, L. D. **A história da Física como elemento facilitador na aprendizagem da mecânica dos fluidos**. 2009, 199f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

_____. Análise de discurso da linha francesa: um olhar para letras de músicas. In: GUIMARÃES, G.T.D. (Org.) **Ressignificando os Labirintos da Pesquisa Qualitativa: exercícios práticos de análise de discurso**. Porto Alegre: EDIPICRS, 2015, p. 111-137.

OLIVEIRA, L. D.; ROCHA FILHO, J. B.; HARRES; J. B. S. A análise das concepções de ciência de professores selecionados para a escola de física do CERN. **Atas do XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Natal, 2016.

OLIVEIRA, S. G. S.; CARMO, H. M. S.; MACIEL, A. alfabetização científica e tratamento de água: uma proposta de ensino de ciências por investigação. **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, 2015.

ORLANDI, E. P. **Discurso e Leitura**. São Paulo: Cortez: autores associados, 2008. 119p.

_____. **Análise de discurso**. 12ª edição. Campinas, SP: Pontes Editores, 2015. 98p.

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. 05, n. 1, p. 23-48, 2000.

_____. Física contemporânea en la escuela secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 391-404, 2000a.

PACHECO, D.; MEGID NETO, J.; CURADO, M. C. C. Vestibular, pesquisa acadêmica e ensino de física no nível médio: existe integração? **Pro-posições**, v. 7, n. 1, p. 58-66, 1996.

PAULA, M. S.; SILVA, S. J. R. Projeto Museu na Escola: Espaço de Produção, Educação e Divulgação Científica em Roraima. **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, 2015.

PÊCHEUX, M. A análise automática do discurso. In: GADET, F.; HAK, T. (Orgs.). **Por uma análise automática do discurso: Uma introdução a obra de Michael Pêcheux**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1983, p. 61-105.

_____. Delimitações inversões, deslocamentos. **Cadernos de Estudos Linguísticos**, 19. Campinas: IEL - Unicamp, 1990.

_____. **Semântica e discurso. Uma crítica a afirmação do óbvio**. Campinas, SP: UNICAMP, 1997.

_____. **O discurso. Estrutura ou acontecimento**. Campinas: Pontes Editores, 2006.

_____. **Análise de discurso: textos escolhidos por Eni Puccinelli Orlandi**. Campinas: Pontes Editores, 2014. 315p.

PEKER, D.; DOLAN, E. Helping students make meaning of authentic investigations: findings from a student–teacher–scientist partnership. **Cultural studies of science education**, v. 7, n. 1, p. 223-244, 2012.

PELAEZ, N. J.; GONZALEZ, B. L. Sharing science: characteristics of effective scientist-teacher interactions. **Advances in Physiology Education**, v. 26, n. 3, p. 158-167, 2002.

PEREIRA, A.P.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 393 – 420, 2009.

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

PFUETZENREITER, M.R. A epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa no ensino na área de saúde. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2002.

_____. Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas. **Episteme**, v. 16, p. 111-135, 2003.

_____. A utilização do referencial fleckiano como eixo orientador para o ensino de ciências e tecnologia. **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Águas de Lindóia, 2007.

PIMENTA, J.J.M.; BELUSSI, L.F.B.; NATTI, E.R.T.; NATTI, P.L. O bóson de Higgs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V.35, n.2, p.2306-1- 2306-14, 2013.

PINTO, A.C.; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o Ensino Médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.1, p.7-34, 1999.

PLEITZ, V. Prêmio Nobel de Física 2004: Interação colorida no mundo dos quarks: Quanto mais próximos, mais livres. **Física na Escola**, v.5, n.2, p. 31-33, 2004.

_____. A física de partículas e o prêmio Nobel de física de 2008. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V.30, n.4, p.4301-1 – 4301-5, 2008.

PONTE, J.P. Estudos de caso em educação matemática. **Bolema**, v.25, p.105-132, 2006.

PONZIO, A. **A revolução bakhtiniana**. São Paulo: Contexto, 2008. 334p.

QUEIRÓS, W.P.; NARDI, R. Um panorama da epistemologia de Ludwik Fleck na pesquisa em ensino de Ciências. **Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008.

QUEIRÓS, W.P.; NARDI, R.; DELIZOICOV, D. A produção técnico-científica de James Prescott Joule: Uma leitura a partir da epistemologia de Ludwik Fleck. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 99-116, 2014.

- RAHM, J.; MILLER, H. C.; HARTLEY, L.; MOORE, J. C. The value of an emergent notion of authenticity: Examples from two student/teacher–scientist partnership programs. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 8, p. 737-756, 2003.
- RECHDAN, M. L. A. Dialogismo ou polifonia. **Revista Ciência Humanas**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2003.
- RINCOSKI, C.R.M. Genebra, uma cidade cosmopolita do primeiro mundo. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015. p.197-202.
- ROCHA, D.; DEUSDARÁ, B. Análise de conteúdo e análise do discurso: aproximações e afastamentos na (re) construção de uma trajetória. **Alea: Estudos Neolatinos**, v. 7, n. 2, p. 305-322, 2005.
- ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electronica de Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 1, 2005.
- ROSENDAHL, B. L.; RÖNNERMAN, K. Facilitating school improvement: the problematic relationship between researchers and practitioners. **Journal of In-service Education**, v. 32, n. 4, p. 497-509, 2006.
- ROTH, W.; TOBIN, K. Coteaching: From praxis to theory. **Teachers and teaching**, v. 10, n. 2, p. 161-179, 2004.
- SABBATINI, M. Alfabetização e cultura científica: conceitos convergentes. **Ciência e Comunicação**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2004.
- SANTARELLI, M.C.I.A. Divulgando a Física de Partículas para estudantes, professores e interessados pelo assunto. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015. p. 373-380.
- SANTOS, A.G.; FERNANDES, S.S. Estação CERN, conexão LIP: desembarcando no mundo das partículas elementares. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015. p.203-218.
- SANTOS, J. O. C. Uma discussão sobre a produção de sentidos na leitura: entre Bakhtin e Vygotsky. **Leitura: Teoria & Prática**, v. 32, n. 62, p. 75-86, 2014.

- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.
- SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; CRAWFORD, B. Making connections between the nature of science and scientific inquiry: A science research internship for preservice teachers. **Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science**, Akron, 2000.
- SHABAJEE, P.; POSTLETHWAITE, K. What happened to modern physics? **School Science Review**, v. 81, n. 297, p. 51-56, 2000.
- SILVA, C.O.; NATTI, P.L. Modelo de quarks e sistemas multiquarks. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p.175-187, 2007.
- SILVA, H.C. O que é divulgação científica? **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 53-59, 2006.
- SILVA, J.R.N.; ARENGHI, L.E.B.; LINO, A. Porque inserir física moderna e contemporânea no Ensino Médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 1, 2013.
- SILVA, L. F.; SOARES, J. B.; CORREIA, N. S.; SHINOMIY, G. K.; OLIVEIRA JÚNIOR, Z. T. Caminhão com Ciência: um projeto de divulgação científica pioneiro no sul da Bahia. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória, 2009.
- SILVA, M.A.S.M. Sobre a análise de discurso. **Revista de Psicologia da UNESP**, v. 4, n.1, 2005.
- SILVEIRA, F. L.; BARBOSA, M. C. B.; SILVA, R. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1101, 2015.
- SILVEIRA, F. L.; STILCK, J. F.; BARBOSA, M. C. B. Comunicações: Manifesto sobre a qualidade das questões de Física na Prova de Ciências da Natureza no Exame Nacional de Ensino Médio. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 31, n.2, p. 473-479, 2014.
- SILVEIRA, H.E. Prefácio: Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN. In: GARCIA, N.M.D. (Org.) **Nós, professores brasileiros de física do Ensino Médio, estivemos no CERN**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: Editora Livraria da Física, 2015. 5-7.

- SINDER, M. Vygotsky e Bakhtin-Psicologia e educação: um intertexto. **Educação & Sociedade**, v. 18, n. 60, p. 183-186, 1997.
- SIQUEIRA, M.R.P. **Do visível ao indivisível: uma proposta de física de partículas elementares para o ensino de física**. 2006. 166f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Física e Faculdade de Educação - USP, São Paulo.
- SLONGO, I. I. P. **A produção acadêmica em ensino de biologia: um estudo a partir de teses e dissertações**. 2004. 349 f. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SOUZA, C. W. Polifonia, Dialogismo e Gêneros: a presença de Bakhtin nas aulas de Língua materna. **Educação em foco**, v.3, n.2, p.1-9, 2011.
- STAKE, R. E. **A arte da investigação com estudos de caso**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.
- STANNARD, R. Modern physics for the young. **Physics Education**, v.25, n.3, p.133, 1990.
- STELLA, P.R. Palavra. In: BRAIT, B. (Org.) **Bakhtin: conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2005, p. 177-190.
- TANNER, K. D. Evaluation of scientist-teacher partnerships: benefits to scientist participants. **National Association for Research in Science Teaching Conference**, New Orleans, 2000.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002. 325p.
- TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Petrópolis: Vozes, 2011. 317p.
- TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.
- TERRAZZAN, E.A. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. 1994, 241f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TORRE, A. C. Reflexiones sobre la enseñanza de la física moderna. **Educacion en Ciências**, v. 2, n. 4, p. 70-71, 1998.
- TRINDADE, L.S.P. História da Ciência na construção do conceito de ciências. In: **História da Ciência e Ensino; propostas, tendências e construção de interfaces**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009, p. 91-96.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1987.

VARELAS, M.; HOUSE, R.; WENZEL, S. Beginning teachers immersed into science: Scientist and science teacher identities. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 492-516, 2005.

VENTURA, M.M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

VIANNA, D.M.; CARVALHO, A.M.P. Formação permanente: a necessidade da interação entre a ciência dos cientistas e a ciência da sala de aula. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 6, n. 1, p. 31-42, 2000.

_____. Do fazer ao ensinar ciência: a importância dos episódios de pesquisa na formação de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 111-131, 2001.

VIDAL, X.C.; CID, R. LHC: the emptiest space in the solar system. **Physics Education**, v. 46, n. 1, p.45-49, 2011.

VIDAL, X. C.; MANZANO, R. C. O LHC ajudando a entender conceitos de eletrostática no Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 11, n. 2, p. 16-21, 2010.

_____. Sitio web sobre el acelerador LHC: recurso para el aula de 'ciencias del mundo contemporáneo' lhc-closer.es. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 7, n.3, p. 731-742, 2010a.

_____. ¿Es la Tierra un lugar seguro para el LHC (CERN)? **Revista Española de Física**, v. 22, n. 4, p. 32-36, 2011.

WALSH, B. A noção de discurso na AD peuchetiana e na ACD de Fairclough e implicações nos diferentes modos de análise. **Raído**, v. 5, n. 9, 2011.

WATANABE, G.; GURGEL, I.; MUNHOZ, M.G. O que se pode aprender com o evento Masterclasses- CERN na perspectiva do ensino de física de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.36, n1, p.1503-1- 1503-10, 2014.

WESTERLUND, J. F.; SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; KOKE, J. R. Teachers learning about nature of science in authentic science contexts: Models of inquiry and reflection. **Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**, St. Louis, 2001.

WRIGHT, S. Relational agency from a teacher as researcher perspective. **Cultural Studies of Science Education**, v. 10, n. 3, p. 629-636, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. (orgs.) **Cartografia do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado de Letras, 1998, p. 207-236.

11. ANEXOS

Anexo 1: Roteiro das Entrevistas Semiestruturadas realizadas com professores antes da participação na Escola de Física do CERN

- 1) Confirmar tempo de magistério.
- 2) Trabalhas em quais séries do Ensino Médio?
- 3) Checar formação acadêmica (graduação, mestrado, etc.).
- 4) Quais foram tuas experiências durante a graduação (estágios, bolsas, etc.)?
- 5) Teve contato, durante a graduação, com iniciação científica?
- 6) Como tiveste conhecimento da Escola de Física do CERN?
- 7) Por que te inscreveu para a Escola de Física do CERN?
- 8) Tem hábito de participar de eventos/cursos de formação continuada, etc. Por quê?
- 9) Quais tuas expectativas com a Escola de Física do CERN?
- 10) Como esperas que seja a interação com os demais professores?
- 11) Como esperas que seja a interação com os pesquisadores?
- 12) Como está o ambiente em tua escola desde que foi anunciada tua participação na Escola de Física do CERN deste ano (envolvimento com alunos, colegas, comunidade, etc.)?
- 13) Para você, o que é Ciência?

- 14) Como um cientista trabalha?
- 15) Como se faz Ciência?
- 16) Qual a imagem que você tem de um cientista que trabalha no CERN?
- 17) Quais tuas expectativas em relação aos dispositivos tecnológicos que vais encontrar por lá?
- 18) Quais atividades pretendes desenvolver relacionadas à escola de Física do CERN?
- 19) Abordas a temas contemporâneos e Física de partículas em sala de aula? Se sim, como? Se não, por quê?

Anexo 2: Roteiro das Entrevistas Semiestruturadas realizadas com professores após a participação na Escola de Física do CERN

- 1) Como foi a experiência no CERN? (Deixar o professor falar livremente)
- 2) O que mais te marcou na Escola de Física do CERN?
- 3) O que achaste da programação oferecida pela Escola de Física do CERN?
- 4) Sobre o nível teórico (e adequação à realidade escolar) dos cursos e palestras, o que achaste?
- 5) Quais os pontos positivos e negativos da tua vivência em Genebra?
- 6) Sugestões para edições futuras? O que sentiste falta?
- 7) Como foi a interação com os demais professores?
- 8) Como foi a interação com os cientistas?
- 9) Sobre o nível teórico dos cursos e palestras, o que achaste?
- 10) Como um cientista trabalha?
- 11) Como se faz Ciência?
- 12) A imagem que você tinha de um cientista era aquela que encontraste no CERN?
- 13) E sobre os dispositivos?
- 14) Como foi o antes, durante e depois da ida ao CERN na tua escola (envolvimento com alunos, colegas, comunidade, etc.)?
- 15) Como são tuas aulas? O que mudou na volta?
- 16) O que mudou na tua prática pedagógica a ida ao CERN? Por quê?
- 17) Quais atividades desenvolves relacionadas à Escola de Física do CERN?
- 18) Quais atividades de divulgação do CERN fizeste ou pretendes fazer?
- 19) Se sentes apto para trabalhar física de partículas no Ensino Médio?
- 20) Explorar aspectos relacionados à física moderna e contemporânea.

21) Quais teus planos profissionais para o futuro? (Buscar influências do CERN nisso)

Anexo 3: E-mail convite

Prezado(a) colega,

Assim como você, sou professor de Ensino Médio e tive a oportunidade única e inesquecível de participar da Escola de Física do CERN. Atualmente, em minha pesquisa de doutorado, estou investigando os benefícios da interação entre os professores participantes da Escola e pesquisadores do CERN, bem como, as mudanças e impactos na prática docente desses professores.

Um dos propósitos da pesquisa é apontar diretrizes para a educação científica e para a formação de professores, evidenciando os benefícios que a Escola de Física do CERN tem trazido para a educação básica.

Seria muito importante para a minha pesquisa entrevistar professores que participarão da edição da Escola do CERN ANTES da viagem! Nesse sentido, lhe convidamos a contribuir para essa atividade. Imagino que estejam ansiosos e atarefados com os preparativos para a ida ao CERN, mas se pudessem encaixar nas próximas semanas um pequeno horário para participarem da pesquisa, ficaria muito agradecido!

É importante mencionar que as entrevistas serão tratadas confidencialmente, mantendo tua identidade em sigilo e respeitando os princípios éticos e morais da pesquisa.

Se você tem o interesse de contribuir com a investigação, disponibilizando-se a ser entrevistado, por favor, envie um e-mail para luciano.denardin@pucri.br para que possamos dar continuidade com o processo e para encaminharmos o termo de acordo livre e consentimento de participação na pesquisa. Temos certeza que tua contribuição será muito importante para nosso trabalho!

Muito obrigado pela sua atenção.

Cordialmente

prof. Luciano Denardin