



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Física Gleb Wataghin

JOÃO HENRIQUE CANDIDO DE MOURA

**A PERSPECTIVA DE UMA CIÊNCIA SEM ERROS NA CONSTITUIÇÃO DA
FÍSICA COMO DISCIPLINA ESCOLAR: UM ESTUDO NO CONTEXTO DO IFSP**

**THE PERSPECTIVE OF A SCIENCE WITHOUT ERRORS IN THE CONSTITUTION
OF PHYSICS AS A SCHOOL SUBJECT: A STUDY IN THE CONTEXT OF THE
IFSP**

CAMPINAS

2021

JOÃO HENRIQUE CANDIDO DE MOURA

A PERSPECTIVA DE UMA CIÊNCIA SEM ERROS NA CONSTITUIÇÃO DA FÍSICA
COMO DISCIPLINA ESCOLAR: UM ESTUDO NO CONTEXTO DO IFSP

*Tese apresentada ao Instituto de Física
Gleb Wataghin da Universidade Estadual
de Campinas, como parte dos requisitos
exigidos para a obtenção do título de
Doutor em Ensino de Ciências e
Matemática, na área de Ensino de
Ciências e Matemática.*

ORIENTADORA:

PROFA. DRA. MARIA INÊS DE FREITAS DOS SANTOS PETRUCCI ROSA

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO
ALUNO JOÃO HENRIQUE CANDIDO DE MOURA, ORIENTADA PELA PROFA. DRA. MARIA
INÊS DE FREITAS PETRUCCI DOS SANTOS ROSA

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Lucimeire de Oliveira Silva da Rocha - CRB 8/9174

M865p Moura, João Henrique Cândido de, 1987-
A perspectiva de uma ciência sem erros na constituição da física como disciplina escolar : um estudo no contexto do IFSP / João Henrique Cândido de Moura. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Maria Inês de Freitas Petrucci dos Santos Rosa.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo. 2. Disciplina escolar. 3. Licenciatura - Física. 4. Conhecimento escolar. 5. Física (Ensino médio). I. Petrucci-Rosa, Maria Inês, 1962-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: The perspective of a science without errors in the constitution of Physics as a school subject : a study in the context of IFSP

Palavras-chave em inglês:

Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo

School discipline

Degree in Physics

School knowledge

Physics (High school)

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Doutor em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Maria Inês de Freitas Petrucci dos Santos Rosa [Orientador]

Ivã Gurgel

Cristiano Rodrigues de Mattos

Maria José Pereira Monteiro de Almeida

Elisabeth Barolli

Data de defesa: 31-05-2021

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-0110-3226>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/1545026943779839>

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa Dra Maria Inês de Freitas Petrucci dos Santos Rosa
Presidenta da comissão examinadora

Prof Dr. Ivã Gurgel
Membro titular externo

Prof. Dr. Cristiano Rodrigues de Mattos
Membro titular externo

Profa Dra Maria José Pereira Monteiro de Almeida
Membro titular interno

Profa Dra Elisabeth Barolli
Membro titular interno

A Ata da Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no
SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da
Unidade

DEDICATÓRIA

A Francisco Rivas Neto (in memoriam), Pai Rivas, cujo legado jamais circunscrever-se-á a um espaço como este. A mesóclise é em homenagem a ele, que no transcurso do ano de 2002 para 2003, quando eu fazia a travessia do primeiro para o segundo ano do ensino médio, me disse que deveria estudar muito “português” e me ilustrou a complexidade da nossa língua com as possibilidades de colocação pronominal.

Ao término do ano de 2007, sentado na varanda de sua casa, não muito distante daquela imensa massa aquosa que nos é testemunha diária da influência gravitacional lunar sobre nosso planeta, ele me disse: “Meu filho, não podemos nos fechar para nenhuma dimensão do conhecimento”.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais nada, agradeço por estar vivo e a essência que permite tal feito, sejam combinações aleatórias de entes microscópicos que engendram um metabolismo único, seja a existência de um poder divino. Assim sigo imbuído da ideia de que a melhor forma de pedir, ou rezar, é agradecer, pois sem nenhum de vocês eu teria chegado até aqui. Já peço as devidas escusas por não conseguir incluir todos que gostaria.

Ao IFSP, ao que ele representa para o ideário e luta pela educação pública, laica, inclusiva, agradeço a oportunidade do afastamento concedido para a realização de boa parte desta pesquisa.

À Professora Maria Inês Petrucci Rosa, que acolheu o então jovem de 20 anos que desejava fazer uma IC, aceitou orientá-lo no mestrado quando o Brasil vivia o seu momento mais áureo e dobrou a aposta ao me receber no doutorado no entrar dos meus 30 anos. São inúmeros agradecimentos que cabem aqui, mas minha sincera gratidão por acreditar naquele inquieto professor que tanto se fantasiava e por todas as orientações que transcendem em muito o âmbito acadêmico.

Aos professores da banca examinadora, que gentilmente se propuseram a leitura desta tese. Meus agradecimentos por todas contribuições e aprendizados

Aos meus pais, Márcia e Eugênio, que me concederam a benção da vida e que nunca mediram esforços para prover o que estivesse ao alcance deles para que eu trilhasse os caminhos que me trouxeram até aqui. Agradeço por terem me trazido à vida e por todo cuidado, amor e carinho que sempre dispensaram a mim e meus irmãos.

À minha Mãe de Santo, Mãe Maria Elise Rivas, Mestra Yamaracyê, por ter me aceitado como filho de santo, por não me deixar esmorecer, por me fazer voltar a correr atrás da vida, por despertar em mim aquilo que é mais sagrado, o encontro com minha essência...

À minha esposa, Mônica, companheira do ontem, hoje e sempre, que me ensinou e ensina diariamente a potência do amar. Sem você, este trabalho jamais existiria. As palavras não serão suficientes para expressar a gratidão por todo amor,

carinho, cuidado, preocupação e por não ter me deixado cair. Agradeço no hoje e sempre a compreensão e apoio incondicionais nos momentos de ausência.

À minha filha, Lavínia, encanto e ternura que ilumina a nossa vida. Papai também te agradece por tudo que você nos ensina e pela compreensão, à sua maneira, pela necessária ausência.

Aos meus irmãos consanguíneos, André e Rafael, companheiros de jornada, agradeço por todo o apoio, carinho e ajuda desde sempre, mas especialmente nesses últimos anos. Vocês foram fundamentais nessa caminhada.

Às minhas filhas do coração, Lizia e Luana, que me acolheram em suas vidas e me permitiram participar de suas caminhadas. Agradeço também a compreensão e apoio pelos momentos de ausência.

Às minhas irmãs e aos meus irmãos de Santo, que me permitirei representá-las e representá-los na figura do Sr Rodrigo Garcia Manoel, também conhecido como literato do axé, pelas conversas sobre os meandros acadêmicos que embarcamos e por ter tornado público em um livro que “Vivo no mundo como Deus quer...”. Salve Salve! E não posso deixar de saudar nosso Pai Oxóssi. Okê Arô Baba!

A todos os professores e técnicos administrativos do IFSP, que me permitirei representá-los pelo servidor e amigo Fabrício Paraíso Rocha, pelas muitas conversas que se iniciaram dentro do IFSP campus Registro, quando ainda tínhamos uma presidenta, que continuaram nos espaços virtuais.

Ao corpo docente do PECIM, especialmente ao Prof Jorge Megid pela valiosa disciplina de metodologia; aos professores Maurício Kleinke, Jefferson Picanço, Fernando Santiago pela disciplina sobre diversos Ciclos do mundo natural; ao professor Maurício Compiani, que coordenava o PECIM na ocasião do ingresso no doutorado; à professora Silvia Figueirôa, pela disciplina de História e Filosofia das Ciências e aos anos na gestão do programa; ao Pedro Cunha, primeiro professor que conheci na Unicamp; à professora Elisabeth Barolli, com quem pude trabalhar nos últimos meses na disciplina EL884 e que me trouxe mais um pouco para o ensino de Física; à professora Maria José, decana do ensino de Física nesta universidade, meus agradecimentos por acompanhar este trabalho desde a qualificação e por todos os aprendizados no gepCE; e a professora Maria Inês, pela incessante preocupação na

atual coordenação do programa, pela disciplina já no longínquo 1º Semestre/2017 de Produção de conhecimento e currículo, momento em que surgiu o embrião desta tese e pela oportunidade de aprendizado com o estágio docente na disciplina EL109.

Aos colegas do PECIM, representados na figura do amigo Renato Pacheco Villar, físico, que junto com mais 20 homens habitamos um local em nosso primeiro ano de Unicamp, com quem pude compartilhar raros momentos no “bandejão” durante a EC300, mas tantas outras conversas sobre ensinar Física e ciências.

Ao Fabricio que atua, e a Barbara que atuou no início deste processo de doutorado, nos trâmites institucionais e acadêmicos do PECIM, sempre solícitos em ajudar os pós-graduandos com as mais diversas dificuldades burocráticas.

Ao GepCE, Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino, que congrega os professores Pedro, Maria José, Maria Inês, Silvia, Elisabeth e Maurício citados anteriormente, um dos guardiões da história da pesquisa em ensino de ciências na Unicamp...

Ao GePraNa – Grupo de Estudos de Práticas Curriculares e Narrativas Docentes, idealizado pela Profa. Maria Inês, que é o coração de nossas pesquisas. Agradeço a todos os amigos e colegas pelos aprendizados compartilhados nesses anos todos Henrique, Paola, Eduardo, Bete, Karla, Ana Gabriela, Naeldson, Gelindo, Amanda, Maira, Laissa, Geovana, Heloisa, Lucas, Fernanda, Jacqueline, Cláudia, Beatriz, João Paulo, Carolina, Leonardo, Toninho, Regina, Tacita, Ana Carolina, Tania e aos graduandos de IC que estiveram conosco

A minha Tia Solange, pelo amor e carinho sempre dispendidos aos sobrinhos

A todos estudantes que conferem sentido para a carreira docente.

E a todos amigos, familiares, colegas, conhecidos que de uma forma ou de outra, construímos aprendizados coletivamente....

Meus sinceros sentimentos de amor e carinho por todas, todos, todes presentes ou não nominalmente aqui.

Que tenhamos dias melhores...

*Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais*

*Hoje me sinto mais forte
Mais feliz, quem sabe
Só levo a certeza
De que muito pouco sei
Ou nada sei*

(...)

*Como um velho boiadeiro
Levando a boiada
Eu vou tocando os dias
Pela longa estrada, eu vou
Estrada eu sou*

(...)

*Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
E ser feliz*

Almir Sater/Renato Teixeira

RESUMO

Inspirados principalmente em trabalhos de Ivor Goodson e Gaston Bachelard, elaboramos um quadro teórico para compreender a natureza da disciplina escolar Física e os movimentos que levam a sua estabilização no currículo. Consideramos que a disciplina escolar é diferente da respectiva disciplina acadêmica, do mesmo modo que o conhecimento escolar é distinto do científico. Apesar da perenidade das disciplinas escolares na organização curricular da educação básica brasileira, aquelas que se estabilizam e efetivamente permanecem no currículo carregam o nome do respectivo campo acadêmico-científico, como a Física, por exemplo. No caso da Física escolar, argumentamos que os conhecimentos abordados privilegiam sobremaneira um caráter teórico-matemático absoluto, que apresenta uma Física inquestionável, contribuindo para a construção da ideia de uma ciência infalível, que não erra. Os conhecimentos escolares da Física adquirem assim a condição de universalmente corretos e aceitos, conferindo maior status a ela, o que contribuiu para a permanência dela no currículo. Assim, este trabalho tem como objetivo investigar em que medida esta perspectiva de uma ciência sem erros contribui para a estabilização da Física no currículo escolar. Através de entrevistas com docentes que atuam em cursos de Licenciatura em Física do Instituto Federal de São Paulo e da análise de documentos institucionais que compreendemos como narrativas sistêmicas, buscamos pistas que evidenciem o cunho eminentemente teórico, abstrato e acadêmico da Física escolar, influenciados por essa perspectiva de uma ciência sem erros. Elege-se como princípio metodológico a narrativa inspirada em escritos de Walter Benjamin, de onde emerge a ideia de *mônada* para constituir o quadro empírico, a partir da transcrição e textualização das entrevistas realizadas. As mônadas são apresentadas através de retratos narrativos de oito professores. As histórias contadas por eles acenam para diferentes possibilidades de se pensar e problematizar o conhecimento escolar da Física. Uma das questões destacadas que tensionam a estabilização dessa disciplina é o papel da Física moderna na conformação dos conhecimentos escolares. Além disso, as licenciaturas do IFSP parecem configurar potentes espaços para discussões sobre o âmbito da Física escolar, considerando as especificidades institucionais. Salienta-se que esses cursos surgiram descolados dos tradicionais bacharelados. Outras questões – como o *modus operandi* das disciplinas práticas nas licenciaturas e o grau de complexidade do tratamento matemático dos problemas da Física nesses cursos e no ensino médio – reverberam na trama que dá contornos à Física enquanto disciplina escolar.

Palavras-chave: disciplina escolar, Licenciatura em Física, conhecimento escolar, IFSP, Física (Ensino médio)

ABSTRACT

Inspired mainly by the works of Ivor Goodson and Gaston Bachelard, we developed a theoretical framework to understand the nature of Physics as a school subject and the movements that lead to its stabilization in the curriculum. We consider that a school subject is different from its academic discipline, just as school knowledge is unequal scientific. Despite the perennity of school subjects in Brazil's curricular organization, those that stabilize and effectively remain in the curriculum bear the name of the respective academic-scientific field, such as Physics, for example. In the case of secondary physics, we argue that the privileged knowledge has a great absolute theoretic-mathematical character, which contributes to an unquestionable view of physics, which leads to the construction of an infallible science's idea, which does not make mistakes. The physics' school knowledge thus acquires the condition of universally correct and accepted, conferring to it a higher status, which is imperative to its permanence in the curriculum. Thereby, this research aims to investigate how this perspective of a science without errors influences the stabilization of physics in the Brazilian's high school curriculum. Through interviews with professors working in Physics' teachers training courses at the Federal Institute of São Paulo and the analysis of institutional documents that we understand as systemic narratives, we seek clues that may evidence the eminently theoretical, abstract, and academic nature of secondary physics, outlined by this perspective of a science without errors. The methodological principle is the narrative inspired by the writings of Walter Benjamin, from which the idea of *monada* emerges to constitute the empirical framework, from the transcription and textualization of the interviews conducted. The monadas are presented through narrative portrayals of eight teachers. The stories told by them beckon to different possibilities of thinking and problematizing the school knowledge of physics. One of the highlighted issues that strain the stabilization of this school subject is the modern physics' role in the configuration of secondary physics. In addition, IFSP teachers training courses seem to be fruitful spaces for discussions on the scope of secondary physics, considering institutional specificities. It should be noted that these courses has not been created from the traditional bachelor's degrees. Other issues – such as the modus operandi of practical disciplines and mathematical complexity's degree in studies of physics problems in these courses and in high school – reverberate in the plot that gives boundaries to secondary physics.

Key-words: school subject, Physics teacher training courses, school knowledge, IFSP, secondary physics

Lista de ilustrações

Lista de Figuras

Figura 01 – Evolução do número de unidades da rede federal de educação profissional, científica e tecnológica ao longo do processo de expansão	96
Figura 02 – Distribuição dos campus da Rede Federal ao longo do território nacional no ano de 2005	97
Figura 03 – Distribuição dos campus da Rede Federal ao longo do território nacional no ano de 2015	97
Figura 04 – Evolução do número de matrículas em cursos presenciais de Licenciaturas nos Institutos Federais e CEFETs entre os anos de 2009 e 2019	105
Figura 05 – Mapa da localização dos campi do IFSP	110
Figura 06 – Octeto dos bárions de spin semi-inteiro	207

Lista de Quadros

Quadro 01 – Síntese elaborada por Flach (2014) sobre a criação dos IFs a partir das instituições pré-existentes	98
Quadro 02 – Número total de matrículas em cursos presenciais de Licenciatura brasileiros por esfera administrativa	106
Quadro 03 – Número total de matrículas em cursos da área de Educação na modalidade EAD nos anos de 2009 e 2019	107
Quadro 04 – Conhecimentos Essenciais pedagógicos comuns aos cursos de Licenciatura do IFSP	151
Quadro 05 – Conhecimentos Essenciais específicos às Licenciaturas em Física do IFSP	153

Lista de abreviaturas e siglas

BDTD	Biblioteca digital de teses e dissertações
BNC	Base Nacional comum
BNCC	Base Nacional comum curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CF	Constituição Federal
CNE/CP	Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EJA	Educação de jovens e adultos
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
GT	Grupo de Trabalho
IF/IFs	Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia
IFF	Instituto Federal Fluminense
IFG	Instituto Federal de Goiás
IFRJ	Instituto Federal do Rio de Janeiro
IFRS	Instituto Federal do Rio de Grande do Sul
IFSULMINAS	Instituto Federal do Sul de Minas Gerais
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LIBRAS	Língua brasileira de sinais
MEC	Ministério da Educação
NDE	Núcleo Docente Estruturante
NSE	Nova Sociologia da Educação
OCNEM	Orientações curriculares nacionais para o ensino Médio
PNLEM	Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio
RFEPCT	Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SNEF	Simposio Nacional de Ensino de Física
TCC	Trabalho de conclusão de curso
TIC/TDIC	Tecnologias (digitais) da informação e comunicação
UFSCAR	Universidade federal de São Carlos
UNICAMP	Universidade estadual de Campinas
UV	Ultra-Violeta

SUMÁRIO

Prólogo	16
Capítulo 01 – Estabelecendo interações gravitacionais	27
Capítulo 02 – Interações eletromagnéticas I – os fótons de luz visível – Delineando a lente teórica	43
2.1 – Currículo, Disciplinas escolares e Recontextualização	46
2.2 – Gaston Bachelard – entre rupturas e permanências	54
2.3 – A Física enquanto disciplina escolar	63
2.4 – A forte tradição acadêmica da Física escolar	74
Capítulo 03 – Interações eletromagnéticas II – os fótons da radiação UV – Compondo o campo empírico	79
3.1 Um panorama histórico da RFEPCT	80
3.1.1 – As licenciaturas nos CEFETs	88
3.2 – A Expansão da Rede Federal e a criação dos IFs	92
3.3 – O IFSP	108
3.3.1 – As Licenciaturas no IFSP	116
3.3.2 – As Licenciaturas em Física no IFSP	122
Capítulo 04 – Interações eletromagnéticas III – os fótons de raios-X – Considerações metodológicas	127
4.1 – Delineando as incursões no campo metodológico	130
4.2 - Trabalhando com as narrativas – a ideia de mônada	134
Capítulo 05 – As Narrativas – Chegando ao núcleo atômico	138
5.1 – Narrativas sistêmicas sobre a Física escolar	139
5.2 – Apresentando as mônadas – convertendo Hertz em bits.....	154
I. Retratos Narrativos da Professora Goeppert-Mayer	155
II. Retratos Narrativos da Professora Meitner	159

III. Retratos Narrativos do Professor Hádron	163
IV. Retratos Narrativos do Professor Lépton	168
V. Retratos Narrativos do Professor Píon	172
VI. Retratos Narrativos do Professor Neutrino.....	177
VII. Retratos Narrativos do Professor Múon	181
VIII. Retratos Narrativos do Professor Bóson	185
Capítulo 06 – Estabelecendo as interações nucleares fortes – Uma proposta de análise – dialogando com as mônadas	187
Interações nucleares fracas – considerações finais	211
Referências	221
Anexo A – TCLE	241

PRÓLOGO

O tempo é uma realidade restrita ao instante e suspenso entre duas vacuidades. O tempo poderá sem dúvida renascer, mas primeiramente deve morrer. Ele não pode conduzir sua existência de um instante a outro através de um transcurso. O instante já é solidão...a solidão em sua mais desnudada metafísica.¹

Gaston Bachelard

Desde os idos anos da graduação sempre me entendia como um *professor* de Física. A alcunha de físico nunca me seduziu. Em meio ao convívio com amigos, familiares e terceiros que desconheciam a realidade in loco de uma universidade pública ouvia indagações como “você vai aprender a fazer uma bomba?”, “João, você que é um físico, porque *tal coisa acontece?*”, “por que você não foi fazer engenharia?”, “a Física que você faz é aquela de contas ou a de correr?”, “como você concilia acreditar em espíritos e fazer Física?”; além dos clássicos colecionados pelos professores desta disciplina: “Para que serve Física?”, “Quando eu vou usar Física na minha vida”?.

Disponha de um arsenal de respostas a depender do meu interlocutor ou dos meus “*intercessores*”, conforme poderia dizer Deleuze. De certo modo, o desejo de responder a todas essas perguntas me trouxe ao que estes escritos pretendem despretensiosamente introduzir. Não almejo sob hipótese alguma encontrar a resposta única, mesmo porque, como dizia meu Pai de Santo, não temos a última resposta porque não temos a última pergunta...

O percurso de quase 14 anos que começou através de uma iniciação científica (IC) em 2007, me permite pensar respostas distintas das inicialmente

¹ (Tradução nossa: “Le temps est une réalité resserrée sur l’instant et suspendue entre deux néants. Le temps pourra sans doute renaître, mais il lui faudra d’abord mourir. Il ne pourra pas transporter son être d’un instant sur un autre pour en faire une durée. L’instant c’est déjà la solitude... C’est la solitude dans sa valeur métaphysique la plus dépouillée” - BACHELARD, G. L’intuition de l’instant, Paris: Éditions Gonthier, 1932, p. 13)

formuladas. E essas respostas contém uma espinha dorsal: a noção de disciplina escolar, que é muito mais do que um monólito disciplinar, como nos diz o professor Ivor Goodson.

As disciplinas escolares carregam tradições e cada uma constitui um domínio próprio, com epistemologias e culturas, que transbordam os limites dos conteúdos ensinados na escola. Os indivíduos ligados a determinada disciplina compõem um conjunto de profissionais que comungam minimamente de interesses e valores, que possibilitam uma coesão que lhes possa garantir recursos e status. Assim trazemos a ideia de comunidade disciplinar, também mobilizada pelo professor Goodson.

Nesse sentido, coloco-me como um *professor de Física*, um sujeito inserido em uma grande área, que não consegue se compreender como físico. Entretanto, é alguém inserido em um coletivo de pessoas que estuda *algo* relacionado à Física. No Brasil, a SBF congrega essa comunidade de pessoas, organizando-se em 12 comissões de área distintas, revelando a pluralidade de interesses que a Física abarca, como, p. ex., “Física de partículas e campos”, “Física na empresa” e “Física médica”.

Além dessas três comissões elencadas, destaquemos, pois, a CAPEF – Comissão de área de Pesquisa em Ensino de Física. As comissões de área são uma forma de orientar os filiados de acordo com suas atividades e interesses dentro de um conjunto de atuações possíveis. Dentro da estrutura da SBF há também comissões que se destinam a finalidades específicas como a Comissão da Olimpíada Brasileira de Física e a Comissão de Ensino. A SBF, por meio da comunidade que desenvolve atividades no âmbito dos núcleos de ensino, promove a organização de eventos da área como o EPEF e o SNEF, que constituem espaços de encontro de professores e pesquisadores do ensino de Física.

No artigo “*O Ensino da Física no Brasil: problemas e desafios.*”, os autores – Costa e Barros (2015) – resgatam elementos das atas do I SNEF, realizado ao final do ano de 1970, que ainda reverberam nas dificuldades apresentadas pelo ensino de Física. Ao mesmo tempo simples e complexas, indagações presentes naquele documento como “*Por que ensinar Física*”, “*O que ensinar de Física*” e “*Como ensinar*” atravessaram as décadas. Problemáticas relacionadas ao mundo contemporâneo,

como as demandas pelo uso da tecnologia, as pautas identitárias e o multiculturalismo, alargam as preocupações do ensino de Física.

Dentre os desafios que se impõem dos tempos correntes, existe um chamado BNCC. Esta sigla que carrega um ideário de pertencimento, de partilha, provoca sentimentos de contrariedade, preocupação e até repulsa naqueles que veem a Educação como missão² de vida. Vale lembrar que a emergência da atual versão da BNCC se deu no contexto da lamentável e ignóbil articulação político-jurídica que levou a interrupção do segundo mandato da presidenta Dilma Rousseff.

A BNCC está no mesmo arcabouço que a Lei 13.415/2017 que institui a polêmica reforma do Ensino Médio e pavimentou a publicação de novas DCN para uma BNC de formação de professores³. Esses acontecimentos vêm movimentando a SBF nos últimos anos com manifestações críticas da entidade às incongruências das normativas propostas. Motivada pelas mais recentes DCN, foi criado um GT de formação de professores no âmbito da SBF e um Fórum Nacional de Coordenadores das Licenciaturas em Física na reunião de 26/01/2021 deste GT⁴.

Essa movimentação da SBF sinaliza as preocupações da comunidade com o possível e, sem alardear, eminente esmaecimento da Física no contexto da escola básica. A BNCC, no esteio da instituição do “novo” ensino médio e incorporando os ventos que sopravam desde o final dos anos 1990 no bojo dos documentos curriculares oficiais, faz uma ampla defesa pela “articulação” e “integração” dos conhecimentos produzidos pelas diversas disciplinas. Uma das críticas da SBF é a não “previsão de uma carga horária mínima de ciências da natureza, e de Física em particular”⁵.

² Aproprio-me do significado que o professor Goodson constrói para missão de vida, a partir da experiência dele com pesquisas de “histórias de vida de pessoas em configurações profissionais” (GOODSON, 2019, p. 196). Citando outros trabalhos ele diz que “muitas pessoas definem suas vidas em torno de um ‘sonho’, de uma missão central” (idem) e que “sem esses ‘sonhos’, ao que tudo indica, a vida pode tornar-se banal, episódica, sem foco, sem forma e sem um significado predominante ou uma paixão estimulante. Um desvio de ‘missões’ de vida seria mais do que uma mudança do mito modernista para bricolagem pós-moderna: representaria a erosão de modos de ‘construir uma vida’ há muito estabelecidos (ibidem).

³ Resolução N.2 CNE/CP, de 20 de dezembro de 2019.

⁴<http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/1260-criacao-do-forum-nacional-de-coordenadores-das-licenciaturas-em-fisica>. Acesso em 30/06/2021

⁵ <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/823-sbf-reatirma-sua-posicao-sobre-a-bncc-do-ensino-medio>. Acesso em 01/07/2021.

A preocupação da SBF adquire contornos mais tensos quando se nota que a episteme da Física, Química, Biologia e Geociências à formação geral no ensino médio se restringe ao ampla e vago “conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil” (BRASIL, 2018, p. 476). Em relação ao itinerário formativo específico de ciências da natureza, que consta nas DCNEM-2018 e está transcrito na BNCC (BRASIL, 2018, p. 477), há a descrição das subáreas da Física, em conjunto com saberes de suas congêneres, mas ao final encontra-se o temerário trecho: “considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino” (idem), que acena para a possibilidade de exclusão de quaisquer conhecimentos dessas ciências, se não houver docentes com a devida formação para leciona-los.⁶

Diante de tal cenário, não se pode olvidar o risco que uma ingenuidade interdisciplinar representa para o delicado contexto que vivemos. Não pretendo negar a ideia e a potência da interdisciplinaridade, mas ressaltar que o imo disciplinar não se desmancha facilmente. Advogo, assim, por uma militância pela Educação, pela Física, pela pesquisa em Física e em ensino de Física e Ciências, bem como pela *Física escolar*.

Considerando que o interesse pela Física perpassa aquelas e aqueles que compõem essa comunidade disciplinar, orbita a obviedade dizer que as demandas e inquietações das pessoas envolvidas com o ensino de Física são distintas daquelas da Física de plasmas ou da Física da matéria condensada e de materiais. Todavia, fazemo-lo para grassar a assertiva inicial desta pesquisa, com inspiração também nos escritos de Goodson: uma disciplina científica é diferente da corresponde disciplina escolar.

Assim, reendosso minha pertença a condição de professor de Física e evocando as três perguntas aludidas anteriormente – Por que, o quê e como ensinar

⁶ Sem adentrar nos meandros de discussões sobre a validade do ensino conteudista ou interdisciplinar, nos parece que a BNCC é totalmente lacônica em relação a uma discussão mais profunda e efetiva sobre os saberes disciplinares. Não faço aqui uma crítica a interdisciplinaridade, mas a forma como este conceito parece ser distorcido e esvaziado com fins políticos. Destaco um trecho do referido documento em que há uma ideia “supradisciplinar”, reduzindo o papel dos conteúdos e enaltecendo as interfaces entre as disciplinas: “É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química (...)”. (BRASIL, 2018, p. 547).

a Física – considero que elas englobam todos aqueles questionamentos relatados no primeiro parágrafo e muitos outros possíveis sobre a presença da Física além dos limites dos institutos de pesquisa. O amálgama dessas perguntas me conduz a outra: Como a Física pode dialogar com a sociedade? Pelo nosso histórico de dificuldades em proporcionar às pessoas uma sólida formação/alfabetização científica e nossos estruturais problemas socioeconômicos, a Escola tem um inegável papel no combate das assimetrias com as quais convivemos. O arranjo escolar em diversas instâncias, no qual estão inseridas as disciplinas escolares, constitui espaço de excelência para investigações sobre o vasto e complexo campo da educação e do ensino. Nesse sentido, o presente trabalho se dedica a pensar e problematizar a *disciplina escolar Física*.

Uma disciplina escolar, assumida como distinta da homônima disciplina científica, é um universo próprio, constituído de saberes específicos imersos em contextos sócio-históricos que não são imutáveis. Como nos diz Goodson (2019, p. 97), “as disciplinas escolares são definidas não de maneira desinteressada e escolástica, mas sim em uma relação próxima com o poder e os interesses de grupos sociais”. No caso da Física, os conhecimentos que ela tradicionalmente mobiliza são notáveis por se apresentarem em condições extremamente idealizadas, distantes da ocorrência natural de fenômenos, o que confere a eles um caráter essencialmente teórico-matemático. A díade de questionamentos – “Para que serve Física” e “Quando vou usá-la na minha vida” provavelmente tem sua gênese nessas características.

Entender por que o descolamento da realidade pela Física escolar tem sido perene é intento deste trabalho. Não questionamos o excesso de abstração na Física escolar per se com o intuito de fazer uma defesa em prol de um ensino utilitarista da Física, tampouco enaltecer o empirismo em relação ao racionalismo matemático. Como diz Gaston Bachelard (1966, p. 2), “A física determina, como uma síntese eminente, uma mentalidade abstrata-concreta”. Os escritos deste autor, em conjunto com Goodson, nos são caros na construção da lente teórica da presente pesquisa.

Pretende-se, pois, compreender como a hipervalorização dessa dimensão teórico-matemática influi na configuração da Física como disciplina escolar. A partir de elementos da obra de Bachelard, proponho a premissa de que a Física escolar se configura como infalível, apresentando-se como uma ciência que não erra, ao

privilegiar a descrição matemática e perfeita dos fenômenos, deixando em segundo plano condições importantes do mundo natural. Assim, o erro, que é parte da atividade científica, se ausenta da universo da Física escolar.

Despretensiosamente, deseja-se contribuir para uma espécie de questionamento do status quo de uma epistemologia da Física escolar, para que possamos pensar a desnaturalização das tradicionais e persistentes formas de se apresentar o conhecimento físico, herdeiras do paradigma do cartesianismo que muito influenciou os trabalhos de Galileu e Newton. Gigantes que são, é sem dúvida importante conhecer a Física que nasceu com eles. Mas o século XXI nos traz muitas incertezas, como o alvorecer do século XX também o fazia. Prigogine, em seu célebre livro *O fim das certezas*, nos faz um convite ao pensamento da Física.

O universo é um sistema termodinâmico gigante. Em todos os níveis, encontramos instabilidades e bifurcações. É nesta perspectiva que nos podemos perguntar por que durante tanto tempo o ideal da física esteve associado à certeza, isto é, à denegação do tempo e da criatividade. (PRIGOGINE, 2011, p. 198)

Dentro do espectro de possibilidades para se conduzir este estudo, elege-se o contexto do Instituto Federal de São Paulo – IFSP. Desde a criação dos IFs, em 2008, a partir da remodelação da rede federal de educação profissional, científica e tecnológica, que tradicionalmente se dedicava a formação de técnicos e tecnólogos, há a necessidade de oferta de cursos de licenciatura pelos IFs, o que justifica nosso foco em uma dessas instituições. Este fato é notável, pois a formação de professores, a nível das instituições públicas, sempre esteve sob responsabilidade das universidades.

Consideramos assim que os espaços curriculares das Licenciaturas *em Física* do IFSP constituem um interessante campo empírico para se compreender movimentos acerca da Física escolar. Outrossim, um curso de licenciatura se constitui, de certa maneira, como uma ligação entre o contexto escolar e o científico/acadêmico. Para esta pesquisa, consideramos como agentes desta dinâmica as práticas curriculares de docentes envolvidos com os cursos e documentos institucionais que guardem *narrativas* sobre a Física (leia-se também escolar). Desta maneira, não abordaremos a temática de formação de professores especificamente, mas sim o ethos da Física enquanto disciplina escolar.

Assim, apresento o problema de pesquisa: Como a perspectiva de uma ciência sem erros contribui para o processo de estabilização da disciplina escolar Física, considerando o contexto das Licenciaturas do IFSP?

Perante este preâmbulo, gostaria de convidá-la/lo, que gentilmente se propõe a ler este trabalho, a fazer uma espécie de mergulho em um “átomo” nas páginas seguintes. Com a devida vênia, a ousadia deste chamamento se deve ao fascínio que a ideia de átomo exerce sobre mim e pelo que ele representa à construção da Ciência e do conhecimento físico. Justifico esta heterodoxa escolha a seguir, através de uma *mônada*⁷, inspirado nos escritos de Walter Benjamin sobre narrativa e experiência, que, em diálogo com a produção de Goodson, constituem a essência metodológica desta pesquisa.

O átomo não era o menor de todos

Minha primeira lembrança de ter ouvido a conjunção dessas sílabas data da então 5ª Série, no ano de 1998. Neste mesmo ano, participava de uma atividade com outras crianças e ditos pré-adolescentes em que a minha hoje Mãe de Santo coordenava. Se bem me recordo, tínhamos que desenhar algo em partes de uma folha que iriam compor algo como uma caixa ou outro objeto que fosse tridimensional. Escolhi desenhar um átomo, tal como havia aprendido. A segunda parte da atividade consistia em falarmos sobre nosso desenho. Orgulhosamente, com aquele espírito de “cdf” como se dizia à época, bradei: “desenhei um átomo, que é a menor parte da matéria”. Minha Mãe de Santo gentilmente me corrigiu, dizendo que existiam outras partículas menores que o átomo. A professora de Ciências havia assim “explicado” na aula. Fiquei muito bravo com ela por não ter ensinado sobre as “coisas” menores do que um átomo.

Essa proposição de “imersão” pelo mundo atômico também é inspirada em duas obras, consideradas de divulgação científica (STRACK, LOGUÉRCIO e DEL PINO, 2009), que tive contato durante a graduação: Alice no País no Quantum e O Mágico dos Quarks, de Robert Gilmore. O autor através de uma alegoria aos clássicos da literatura e do cinema propõe uma viagem ao universo das partículas elementares.

⁷ Uma mônada pode ser entendida como um fragmento que carrega uma história, “preche de significado”, com a aptidão de não ser uma simples parte de um todo, mas uma “parte-todo” que carrega possibilidades de reconstrução de um todo, que ao mesmo tempo se encerra em si mesma e conecta-se com as múltiplas experiências de outrem. Esta ideia é detalhada no capítulo 04.

Antes de iniciar o convite formal ao nosso “mergulho”, registro as devidas escusas por eventuais imprecisões conceituais que inevitavelmente surgem em um processo de analogia. Conto com a licença das estimadas e estimados colegas da área de física de partículas. Recorro ainda a outros dois importantes pilares da Física para a construção desta intenta, que são a noção de campo e o conjunto das interações, ou forças, fundamentais da natureza, a saber: gravitacional, eletromagnética, (nuclear) forte e (nuclear) fraca.

Listei-as em uma sequência do nível de abrangência e “significância” delas para nossos sentidos. A gravitacional é notável e relevante no mundo macroscópico, das nossas vivências cotidianas ao cosmos. Apesar de não lembrarmos, somos vítimas dela ao aprender a andar. A eletromagnética, grosso modo, se estabelece entre partículas portadoras de carga elétrica. A interação entre os elétrons de um átomo com o núcleo é dessa natureza. A interação forte, por sua vez, atua no interior do núcleo atômico, sendo fundamental para a coesão deste, o que torna possível a existência da matéria como conhecemos. Estamos tratando de distâncias da ordem do picômetro (10^{-12}m) e do femtômetro (10^{-15}m), extremamente pequenas e longínquas do nosso alcance cotidiano. Por último, a interação fraca, que leva este nome menos pela intensidade e sim por estar relacionada com os fenômenos de decaimentos radioativos, que costumam ser lentos e ocorrem mediante “reorganizações” no núcleo atômico. No modelo físico, cada uma dessas interações seria mediada por partículas. De acordo com a sequência apresentada acima, temos: o gráviton, que ainda não foi detectado experimentalmente, os fótons, os glúons e os bósons W e Z.

Sendo assim, fazemos o convite à leitura do capítulo 01, que se intitula “estabelecendo interações gravitacionais”, em que mostramos o caminho de composição do problema de pesquisa em um diálogo com a literatura. O capítulo apresenta um híbrido de uma espécie de introdução ao contexto da pesquisa em conjugação com elementos de uma revisão bibliográfica rizomática⁸, em que se

⁸ Ideia desenvolvida por Deleuze e Guatarri. A esse respeito: “O termo rizoma aparece pela primeira vez no texto *‘Rhizome’*, sendo posteriormente publicado como capítulo inicial de *Mil Platôs* (1980), a partir do qual se tornou mais conhecido. Refere-se a uma forma de compreensão da vida - no sentido mais amplo - como um sistema de conexões, sem início e nem fim, permeado por linhas, estratos, intensidades e segmentaridades” (BARRETO, CARRIERI, ROMAGNOLI, 2020, p. 50)

encontram sobretudo os primeiros trabalhos oriundos das buscas as plataformas do Portal da Capes de periódicos e de teses e dissertações; bem como de anais do SNEF e EPEF. O processo de leitura e de exame das referências citadas por eles e o desenvolvimento da escrita nos guiou a outras pesquisas que serão também comentadas nos capítulos seguintes. Em síntese, a proposta do capítulo é possibilitar o ingresso em nosso campo gravitacional, finalizando com a apresentação do problema de pesquisa e a discussão dos nossos objetivos.

Reduzida a distância macroscópica, o convite se estende para adentrar nos meandros “microscópicos” da pesquisa. Aprofundando o mergulho no “mundo invisível”, há de se chegar nas moléculas, que em linhas gerais são formadas por meio de interações entre átomos, cujos protagonistas são os *elétrons*, ocupantes da periferia do átomo. Como dissemos alhures, essas interações são mediadas pelos fótons. Grosso modo, eles estão relacionados com a luz, que pode ser entendida como um conjunto destes fótons. Alargando nossa analogia, recorramos a eles para “tirar” os elétrons e “chegar” ao núcleo do nosso átomo.

Para tanto, podemos nos valer do efeito fotoelétrico, explicado em 1905 por Einstein. Novamente, simplificando o fenômeno e extrapolando os limites da mecânica quântica, um elétron pode ser “arrancado” de um átomo se for fornecida energia suficiente a ele, através de um fóton⁹. Aqui, consideramos uma necessária tríade, formada por uma lente teórica, a delimitação de um campo empírico e uma perspectiva metodológica, para que se construa um material empírico e uma análise que confirmem identidade e unicidade a uma pesquisa.

Essa tríade será composta por nossos “fótons”, os meios para estabelecer as condições de interação do problema de pesquisa com um contexto pesquisado. Os fótons podem se relacionar com os diferentes tipos de radiação do espectro

⁹ Estamos nos valendo da imagem de um fóton como uma partícula, como muitos físicos faziam no início do século XX. Entretanto, esta concepção acerca da natureza da luz é considerada “esquizofrênica” por alguns (SILVA, 2015) a partir de desdobramentos da teoria quântica na segunda metade do século XX. Nas palavras da autora: “com efeito, não há uma boa imagem para um fóton, mas, sim, um sofisticado formalismo matemático que representa o conceito de fóton da óptica quântica. (idem, p. 7)

eletromagnético¹⁰. Assim, seguem os capítulos 02, 03 e 04 que apresentam a construção do referencial teórico, o campo empírico, e as considerações metodológicas, respectivamente.

Assim, no capítulo 02, para delinear nossa lente teórica apresentamos o primeiro “conjunto de fótons”, aqueles associados a luz visível, parafraseando o consagrado adágio “jogar luz ao problema” para iniciar o entendimento. Nele, encontram-se considerações acerca dos estudos curriculares, com ênfase na obra do professor Goodson sobre as disciplinas escolares e um breve diálogo com as ideias de David Layton. A partir de elementos dos estudos de Bachelard, construímos a argumentação sobre a perspectiva teórico-matemática que a Física escolar carrega, valorizando um ideário de uma ciência sem erros. Finalizando o capítulo, relaciona-se essas ideias para a compreensão da Física escolar.

Por sua vez, adentrando na orla exterior atômica com o segundo “conjunto de fótons” a partir da radiação UV, o capítulo 03 é uma sinopse da história da rede federal de educação profissional, científica e tecnológica. Realiza-se um breve histórico dela com especial atenção ao marco de criação dos IFs e ao surgimento e papel das licenciaturas nessas instituições. Ao final, descreve-se as principais características do IFSP e o contexto da expansão pelo território estadual, salientando também como as licenciaturas nele emergiram, destacando os cursos de Física.

O capítulo 04, com nosso terceiro “conjunto de fótons” inspirado nos raios-x, que permitirá a “chegada ao núcleo”, é constituído pelo engendramento de nossas perspectivas metodológicas. Segue-se com o intuito de destacar potencialidades de uma investigação qualitativa que parte das ideias de experiência, narrativas e histórias de vida, inspiradas em escritos de Walter Benjamin e do professor Goodson, destacando a ideia de mônada e narrativas sistêmicas para a construção do quadro empírico da pesquisa.

¹⁰ Radiação eletromagnética se refere a ondas classificadas como eletromagnéticas, que são entendidas como oscilações de campos elétricos e magnéticos que podem se propagar em qualquer meio material e no vácuo. Ondas são entendidas na Física como perturbações, oscilações que transportam energia de um ponto a outro. O espectro eletromagnético é o conjunto dos diferentes tipos dessas ondas que engloba ondas de rádio, micro-ondas, radiação infravermelha, luz visível, radiação ultravioleta, raios-x e raios- γ .

Finalmente, nos aproximamos do nosso “núcleo atômico”, com o aparente caos de prótons e nêutrons, que a depender da quantidade deles em um núcleo conferem mais ou menos estabilidade a este átomo. Em relação aos átomos do “mundo real”, o que os distingue é justamente a quantidade prótons no núcleo. A quantidade de nêutrons pode variar, dando origem ao que se conhece como isótopos, que apresentam também diferentes graus de estabilidade, a depender de como “interagem” os prótons e nêutrons no interior do núcleo. Ou seja, a identidade de cada átomo depende de quantos prótons há no seu núcleo.

O capítulo 05, portanto, exhibe o “nosso átomo”, com o número de prótons definidos e gozando de certa estabilidade com os nêutrons “dividindo” o mesmo espaço. Constituindo o material empírico da pesquisa, nossas “partículas” são o que denominamos de narrativas sistêmicas e narrativas de vida. As primeiras representam “vozes” institucionais, princípios que constam em documentos, normalmente influenciados por políticas. As segundas, apresentadas através das *mônadas*, trazem as histórias que os docentes nos contam sobre suas experiências que se relacionam com nosso problema de pesquisa.

Para que haja uma harmonia no núcleo atômico, a interação nuclear forte desempenha importante papel. Ela é oriunda da interação entre outras partículas, que são os quarks, que interagem entre si através de outro grupo de partículas – os glúons. Assim, no capítulo 06 propomos uma análise, estabelecendo interações entre “nossas partículas”, construindo os “nossos glúons” para que “nosso átomo” apresente, portanto, um mínimo de estabilidade.

Por fim, procuramos estabelecer as interações fracas, lembrando que a adjetivação fraca não se refere aqui ao oposto de forte, através das palavras de encerramento, as considerações finais. Assim as relacionamos pela característica das interações fracas de serem responsáveis por processos, geralmente lentos, que levam a reconfigurações de um núcleo atômico. O devido transcurso temporal pode propiciar releituras e ressignificações do arranjo atômico arquitetado nos capítulos anteriores.

Capítulo 01 – Estabelecendo interações gravitacionais

Sentindo a atuação do campo – considerações iniciais em um diálogo com uma revisão bibliográfica

Mas tudo depende do ponto de vista: o que é rico em solidez é muitas vezes pobre em movimentos. Se a matéria terrena, em suas pedras, sais, cristais, argilas, em seus minerais e metais é um celeiro de infinitas riquezas imaginárias, é dinamicamente a mais inerte de sonhos. Ao ar, ao fogo — elementos menos densos — ao contrário, pertencem as exuberâncias dinâmicas.¹¹

G. Bachelard – O Ar e os sonhos (tradução nossa, p. 296)

No cenário brasileiro, podemos mencionar poucos trabalhos que se ocupam de problematizar a Física como disciplina escolar. Inspirado no modelo de Layton sobre a origem e estabilização de disciplinas escolares e nos trabalhos do professor Ivor Goodson, Buss (2017) em sua tese de doutorado faz um estudo histórico sobre a evolução da disciplina de Física no ensino secundário brasileiro. Calado (2016), por sua vez, aborda em sua pesquisa de mestrado as narrativas sobre a disciplina escolar Física de docentes de uma universidade pública, envolvidos no bojo das reformulações das licenciaturas a partir das novas diretrizes (BRASIL, 2002) no início dos anos 2000. Apropriados do conceito de refração de políticas (RUDD e GOODSON, 2016; GOODSON e RUDD, 2017), Calado e Petrucci-Rosa (2019), discutem questões sobre interdisciplinaridade e formação de professores no contexto da pesquisa de Calado (2016).

Podemos citar também os trabalhos de Calado e Petrucci-Rosa (2017) e Charret e Ferreira (2017) que trazem discussões acerca da Física enquanto disciplina escolar, no escopo de referenciais teóricos dos estudos curriculares e história das disciplinas escolares. O primeiro discute a constituição da física escolar em termos da recontextualização e hibridização de discursos que podem compor uma disciplina,

¹¹ “Mais tout dépend du point de vue: ce qui est riche en matières est souvent pauvre en mouvements. Si la matière terrestre, dans ses pierres, dans ses sels, dans ses cristaux, dans ses argiles, dans ses minéraux dans son métal est le soutien de richesses imaginaires infinies, elle est dynamiquement le plus inerte des rêves. À l'air, au feu — aux éléments légers — appartiennent au contraire les exuberances dynamiques.” (BACHELARD, 1943, p. 296)

evidenciando que a disciplina escolar Física não se resume a meras simplificações do que se pode denominar de Física Acadêmica. O segundo aborda a influência das políticas de integração curricular sobre a disciplina escolar Física. Destaca que apesar de políticas de currículo acenarem com a ideia de uma área das Ciências da Natureza, englobando Biologia, Química e Física, a organização disciplinar não se desfalece, mantendo-se balizadora das dinâmicas curriculares.

Cabe aqui mencionarmos dois trabalhos, que se baseiam nos estudos curriculares e na compreensão da Física como disciplina escolar. Eles o fazem a partir de influências do campo da cultura e estabelecendo relações com países europeus. No primeiro deles, a autora Sousa (2014), em sua tese de doutorado, desenvolve esse estudo por meio de comparações entre os contextos brasileiro e espanhol acerca de legislações, políticas educacionais, currículos e materiais didáticos. No segundo, artigo das autoras Sousa e Kawamura (2017), é feita uma análise de marcadores culturais em currículos de Física, considerando a existência de uma cultura escolar. Elas elegem estruturas curriculares da França e Inglaterra para engendrar essa comparação, destacando que no caso francês há uma tendência de estabelecer relações da Física com outras áreas, enquanto no inglês o enfoque é nos conhecimentos em si da Física.

Assim, não são abundantes as pesquisas que abordam a dimensão da Física como disciplina escolar, do mesmo modo em que há raros trabalhos que põem em xeque as relações ontológicas e epistemológicas que podem compor o espectro que abrange as noções de conhecimento escolar, científico, comum, cotidiano no âmbito da Física como ciência e da Física enquanto disciplina escolar. Sobre esse mérito, é relevante mencionar três trabalhos encontrados nos anais do SNEF. Salientemos dois deles primeiramente (CARVALHO E CARMELLO, 2015; PRETA e LOPES, 2017). Ambos problematizam questões socioambientais na relação com os conhecimentos escolares, mas focam a análise no primeiro tema. Carvalho e Caramello (2015), apesar de proporem trabalhar com as ideias de conhecimento científico, cotidiano e escolar, não entram em discussões sobre possíveis usos, significados e implicações destes termos no âmbito da Física escolar. O terceiro, (BRITO e TENÓRIO, 2015), mobiliza a visão de professores sobre “a ciência da escola

e a ciência dos cientistas”, indicando que os autores partem de uma matriz que considera as diferenças entre conhecimento escolar e científico. No entanto, a análise empreendida dialoga mais com aspectos da natureza da ciência do que uma episteme do conhecimento escolar.

Sobre o conhecimento escolar da Física, é importante destacarmos o material produzido pelo GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, coordenado por docentes da USP e atua desde 1984. O GREF apresenta dois conjuntos de textos: uma coleção de três volumes destinada aos docentes da escola básica e um compêndio de quatro fascículos, endereçado aos estudantes, denominados “Leituras de Física”, que trazem uma abordagem contextualizada dos tópicos de Mecânica, Termodinâmica, Óptica e Eletromagnetismo. Pode-se dizer que o GREF é um marco na história do ensino de Física brasileiro, uma vez que ele propõe uma forma de se romper com as abordagens que privilegiam a memorização de fórmulas e reprodução de algebrismos. Como o foco deste trabalho é na estrutura da disciplina escolar Física, não entraremos em implicações do GREF para o contexto da Física escolar, apesar das inegáveis contribuições do grupo.

O reduzido número de trabalhos que abordam e questionam a própria natureza da Física escolar nos mobiliza na composição de nosso problema de pesquisa. Nesse sentido, Buss (2017) é um importante interlocutor quando ele constrói um retrato histórico da disciplina escolar Física a partir do modelo de David Layton. Em linhas gerais, Layton argumenta sobre o processo de surgimento e permanência de uma disciplina no currículo, que é caracterizado pelo movimento em que os conhecimentos associados a ela partem de um caráter utilitário para um acadêmico de alto status. Segundo Buss (2017), o baixo interesse pela comunidade em problematizar os conhecimentos escolares ocorre porque “os pesquisadores não são despertados a investigar a grade curricular da disciplina de Física porque entendem, em sua maioria, que os assuntos já estão escolhidos e são considerados corretos” (idem, p. 240).

Ainda sobre o trabalho de Buss (2017), é notável que nas referências mencionadas por ele especificamente sobre a Física como disciplina escolar são escassas. Há textos importantes para a história do ensino de Física como artigos de Almeida (1992), Moreira (2000) e Nardi (2005). Apropriando-se da lente teórica

curricular sobre disciplinas escolares e sobre a história da educação, além de trabalhos sobre o ensino de ciências/física, o autor tece suas análises, indicando, dentre outros apontamentos, o contexto necessário para que a Física escolar “tivesse seus conteúdos direcionados segundo o modelo utilizado pela academia” (BUSS, 2017, p. 246), de modo que “com a disciplina já plenamente estabilizada no currículo da escola secundária, os conteúdos estão perfeitamente alinhados com a lógica universitária” (idem, p. 240).

Diante dessas considerações, pode-se dizer que existe uma “lógica universitária” da Física. É plausível, portanto, a assunção sobre as diferenças entre a Física da escola básica e aquela das universidades e institutos de pesquisa. Nesse sentido, é possível pensarmos, com os devidos contornos e condicionantes, em diferentes físicas dentro da Física, e sobre o que compõe esta “lógica universitária” da Física.

Apesar do fato de a física ser uma só, defini-la enquanto ciência não é tarefa unânime (...). Contudo, parece-nos necessário discutir o “fazer” da física, pois essa ação, ou esse conjunto de ações, é entendida de formas muito diferentes; por um lado, porque a comunidade dos físicos, ou a sua tribo, na análise crítica do antropólogo e sociólogo da ciência Bruno Latour, pertence a um contexto espaço-temporal (político-sócio-cultural) muito bem definido e, por outro, porque cada físico tem uma visão de mundo muito peculiar. (PUGLIESE, 2017, p. 36)

Neste percurso de elaboração para se pensar a Física como disciplina escolar, imbuído das considerações de Buss (2017), proponho que o constructo “lógica universitária” da Física seja pensado em duas instâncias: uma “Física científica” e uma “Física acadêmica”. Podemos relacionar à primeira o conhecimento de fronteira, produzido através de pesquisas em universidades e centros específicos, consubstanciado em artigos científicos em periódicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado¹², distantes da própria forma como as disciplinas de graduação abordam o conhecimento físico e ainda muito distantes do conhecimento escolar, do

¹² Para ilustrar essa premissa, trago a seguir termos que podem ser encontrados em pesquisas recentemente concluídas: radiação de Hawking, férmions, dissipação quântica, emaranhamento quântico, átomos acoplados, transições magnéticas, estruturas cristalinas, neutrinos... Outro exemplo, um estudo publicado na revista *Physical Review Letters* sobre princípios gerais para calcular entropia de buracos negros. Ainda, podemos citar o acelerador de partículas Sirius no município de Campinas, que permite a realização de pesquisas de vanguarda em diversas áreas (<https://www.inls.cnpem.br/sirius/> acesso em 14/07/2021).

conhecimento cotidiano e do senso comum. Portanto, a “Física acadêmica” pode ser entendida como o universo de práticas e materiais atinentes à Física ensinada nos diversos cursos de graduação das ditas ciências exatas, com seus formalismos e métodos, que guardam relações com o conhecimento escolar da Física.

Não considero que essas duas instâncias sejam uma divisão, muito menos uma cisão, de todas as dinâmicas que envolvem a Física no contexto universitário. Tampouco proponho uma hierarquização entre elas e a Física escolar, uma vez que o ensino de Física na escola básica não deve ser compreendido apenas para propiciar o acesso ao ensino superior (ROSA e ROSA, 2005).

Considerando as especificidades da produção do conhecimento científico em Física, tendo como força motriz o desenvolvimento da mecânica quântica e cosmologia ao longo do século XX, os conhecimentos relacionados à mecânica clássica, termodinâmica, ondulatória e eletromagnetismo produzidos até o século XIX acabam por compor a iniciação ao corpus da Física no ensino superior. Dada a estabilização da Física escolar apontada por Buss (2017), os conhecimentos dela estão alinhados mais a esta “lógica universitária” de uma Física acadêmica dos cursos de graduação em si, do que a pesquisa científica em Física. Ademais, preocupações pedagógicas não são comuns no ensino superior de Física. Moreira (2018) aponta uma similaridade entre o contexto do ensino escolar e o superior:

É um erro começar a ensinar sem usar situações que tenham sentido para os alunos, uma falha bastante comum no ensino de Física. Esse erro é também cometido, em larga escala, no Ensino Superior no qual a Física, e também a Matemática, para futuros engenheiros, por exemplo, é ensinada sem usar situações da Engenharia. Chega-se ao absurdo de que estudantes de Engenharia não percebem a importância da Física para sua carreira e querem apenas “passar”, verem-se “livres” da Física. (MOREIRA, 2018, p. 77)

Um eixo comum inerente ao pensamento físico que perpassa todas suas instâncias é a abstração que se densifica na linguagem matemática e na realização de experimentos laboratoriais cuidadosamente conduzidos. No transcurso histórico, a Física desenvolveu maneiras de se apreender a realidade em que se processam fenômenos. Como a “ciência que explica a natureza”, a Física não o faz mediante uma simples, desinteressada e ingênua observação, prescindindo de um exame apurado de resultados empíricos, sem uma apropriada análise racionalista.

Não se deve pois hesitar em complicar nossas fórmulas para aplicá-las à realidade. Porém, isso deve ser feito de modo empírico ou teórico, com coeficientes numéricos ou introduzindo novas variáveis? A fórmula empírica é um resumo fiel, tem a qualidade descritiva que exigimos para o conhecimento do real. Em compensação, falta-lhe a clareza interna que permite encontrar, em nosso saber, fatos gerais que são verdadeiros guias do espírito. Admitir coeficientes empíricos na expressão de uma lei é desistir de integrar essa lei num corpo de doutrina. A lei assim retificada traduz melhor a experiência, mas a facilidade dessa tradução não deve eludir uma análise racional. (BACHELARD, 2004, p. 103)

Sendo assim, como afirma Pietrocola (2002), a “Matemática é estruturante do conhecimento físico” e assume centralidade na constituição da Física escolar. Como também discute Buss (2017), o ensino de Física brasileiro, como o próprio ensino secundário, herdou o “padrão de ensino francês” (idem, p. 97). Nesse sentido, Braga, Guerra e Reis (2008), ao discutirem a contribuição de livros didáticos franceses na “construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de Física”, nos permitem edificar a influência de um caráter teórico-matemático na Física escolar. Sintetizando a análise de duas dessas obras didáticas, referindo-se aos autores delas, dizem que “A principal característica que une Duhamel e Lamé é a apresentação da Física como um produto elaborado e acabado” (idem, p. 518). Ainda, ao analisarem a obra “Cours de Mecanique” indicam que o autor dela

vê a Física como uma aplicação matemática, a ponto de denominar os físicos de geômetras. O primeiro ponto que chama atenção nesse texto é seu caráter dogmático. Os conceitos são apresentados como parte de uma estrutura que não admite questões. Não existem relatos sobre possíveis controvérsias que geraram esses conceitos. Não existem referências à elaboração histórica dos conceitos apresentados. (BRAGA, GUERRA e REIS, 2008, p. 515)

A influência sobremaneira da matemática sobre a Física escolar é também indicada por Almeida-Junior (1980) ao analisar a “evolução do ensino de Física no Brasil”. O autor, referenciando a reforma proposta por Benjamin Constant em 1890 (p. 55), nos diz que o ensino de Física “limitava-se noções gerais com grande superveniência de cálculos matemáticos sem nenhuma implicação experimental” (idem, p. 56). Assim, nos é crível dizer que o ensino de Física foi se constituindo apartado de uma dimensão empírica, hipervalorizando o constructo teórico-matemático do conhecimento escolar da Física. Em um trabalho recente, Costa e Barros (2015, p. 10.982) indicam que “nas escolas, o ensino de física é fracamente vinculado ao laboratório e a situações concretas (...)”. Este descolamento da Física

escolar de situações mais fidedignas ao mundo natural – que valorizam apenas o conhecimento físico como um “produto elaborado e acabado” (Braga, Guerra e Reis, 2008, p. 518), relegando a dimensão experimental a um papel de mera coadjuvante, e atribuindo a matemática o constante óscar de melhor atriz – supera um interstício secular.

Almeida-Junior ainda em outro trabalho (1979, p. 56), referindo-se ao ensino da Física no contexto do Brasil Império, nos diz que “não só em Física mas em todas as disciplinas do currículo, exigia-se dos alunos a decoração e a recordação dos conceitos através de processos mnemônicos ao invés de promover o raciocínio lógico e científico”. Moreira (2018), por sua vez, argumenta que

a Física na Educação Básica, particularmente no Ensino Médio, é ensinada como se as teorias físicas fossem acabadas, como se as respostas às perguntas da Física fossem definitivas, como se os conceitos físicos fossem apenas definições. Isso não é Física, mas no ensino é abordada como se fosse. (MOREIRA, 2018, p. 76)

Tais situações são apresentadas em outros trabalhos, como na dissertação de mestrado de Oliveira (2010), em que o autor discute o papel da experimentação no ensino pela pesquisa em física. Apesar do tom um tanto quanto prescritivo e de apontamentos com juízos de valor como “a má utilização (...) por parte dos educadores, das atividades experimentais” no resumo, o autor, mobilizando referências de ensino-aprendizagem no campo da psicologia da educação e do ensino de Física, como o professor Marco Antonio Moreira, problematiza que a experimentação em Física precisa tomar os devidos cuidados para que não reproduza a mesma lógica do conhecimento tradicional. Ou seja, evitando-se que a ideia de teorias definitivas, inquestionáveis e acabadas oriente as práticas experimentais.

Ainda dentro do escopo dos problemas apontados por Almeida-Junior (1979, 1980) e Moreira (2018), o artigo de Mendes e Batista (2016) traz uma importante contribuição para entendermos o papel da matemática no ensino de Física. Partindo de contribuições do campo da História e Filosofia da Ciência, as autoras fazem uma discussão do processo de matematização no pensamento físico. Destacam que “esse atributo de vilã, conferido à Matemática, é reflexo de um ensino de Física puramente matemático, cheio de fórmulas prontas e, muitas vezes, sem a discussão do porquê de se estar utilizando-as” (idem, p. 758). Salientam também que

A redução da Física à pura técnica, em certos casos; à técnica experimental e, em outros, à técnica matemática para a dedução lógica de consequências dos axiomas da teoria, evita questionamentos conceituais no seu ensino e gera uma formação limitada, estreita e acrítica (ibidem)

Essa “redução da Física à técnica matemática” que “evita questionamentos conceituais”, mencionada pelas autoras, sintetiza de certa maneira o que os trabalhos anteriores problematizam e compõe o cerne de nossa proposta investigativa sobre a característica teórico-matemática dos conhecimentos da Física escolar.

No processo de estabilização da disciplina escolar Física, a aproximação ao contexto acadêmico se configura de maneira seletiva. Enquanto os conhecimentos consagrados da Física clássica são apropriados, com todo o aparato matemático que carregam ressignificado para o escopo do ensino médio, a dimensão experimental, que envolve processos de medição e incertezas inerentes aos instrumentos utilizados, é negligenciada.

Em certo sentido, a Física escolar se desenha como imune a erros. Ela se apresenta e se consolida como uma espécie de Ciência sem erros, em que conhecimentos de cunho teórico-matemáticos ganham centralidade. As situações de idealidade, desconsiderando as variáveis do mundo “real”, restringem a Física escolar a um compêndio de algebrismo associado a definições de grandezas físicas. Assim, com inspiração em trabalhos de Bachelard (2009, 2004, 1966), considero que há uma espécie de hipertrofia racionalista no desenho da Física escolar. Como ele argumenta, dentro do processo de construção do conhecimento físico, a abstração não deve ser ilimitada, pois “mais cedo ou mais tarde será preciso voltar ao concreto” (BACHELARD, 2004, p. 14).

Assim, dá-se ao signo mais importância que a coisa significada; a física, em particular, encontrou na matemática uma linguagem que se desliga com facilidade de sua base experimental e, por assim, dizer, pensa sozinha. Mas de fato somos obrigados, para compreender efetivamente uma experiência da física, a traduzir sob a forma de experiência pessoal as conclusões que a matemática sugere. A experiência primeira nunca foi analisada por suas características mais ou menos matemáticas, foi apenas simbolizada. Como pode a conclusão encontrar a realidade? A tarefa de descrever mostra-se portanto sempre imperfeita, e mais cedo ou mais tarde será preciso voltar ao concreto, já que a primeira abstração se afastou do fenômeno. Um dos cientistas franceses que mais aprofundaram a física matemática de Maxwell dizia a Poincaré: “Compreende tudo no livro dele, exceto o que é uma esfera eletrizada.” (idem)

O exemplo da esfera eletrizada é deveras ilustrativo desta perspectiva idealizada. O eletromagnetismo, tal qual é geralmente abordado no escopo da Física escolar, é prenhe de possibilidades para problematizarmos situações teórico-abstratas que eliminam qualquer chance de se pensar a existência do erro associado a determinado conhecimento. Cargas elétricas dispostas no vácuo em vértices de figuras geométricas e fios retilíneos e infinitos percorridos por uma corrente elétrica são bons exemplos. A discussão do papel do erro no conhecimento físico encontra respaldo na obra de Bachelard, que o trata como inerente e necessário ao processo de retificações e superações de *obstáculos epistemológicos* (BACHELARD, 1996, 2004).

Nesse sentido, Souza-Filho (2009), em sua tese de doutorado, traz uma interessante proposta em dois eixos para se pensar o ensino de eletromagnetismo, salientando o papel do erro a partir do referencial de Bachelard. O autor perfaz uma recorrência histórica sobre o desenvolvimento dessa área da Física e mobiliza o contexto de um curso de extensão sobre Fundamentos Históricos do eletromagnetismo. De maneira semelhante, Souza-Filho, Boss e Caluzi (2008), também com base nos escritos de Bachelard, abordam o diálogo histórico entre erro e verdade no escopo do eletromagnetismo.

Na história da Física, ao se falar sobre *erro*, o nome de Einstein vem à tona por não ter rompido de antemão com a ideia de um universo estático. Henrique, Zanetic e Gurgel (2013) trabalham com esse episódio, exageradamente denominado de o “grande erro de Einstein”. Muitos materiais abordam o modelo de Einstein com a ideia de uma constante cosmológica como esse grande erro, mitificando a figura do cientista como infalível. Há obras, como o livro de Ohanian (2009), que se dedica a estudar “Os erros de Einstein”, mas ainda o faz de forma relativamente caricata. Ainda dentro do que a ideia de erro pode suscitar, podemos mencionar, em outra perspectiva, o trabalho de Paschoa, Fernandes e Azevedo (2015). Os autores discutem o “grau de certeza” sobre conhecimentos de conteúdos da Física de ingressantes em um curso de Licenciatura desta disciplina. O termo entre aspas mostra uma característica de alguns ramos da atividade científica que consideram o certo e o errado como categorias inquestionáveis.

Diante dessas breves considerações e da problemática sobre o caráter teórico-matemático-idealizado da Física escolar, parece imperativo nos indagar como esses conhecimentos poderiam ser desnaturalizados, tendo em vista a estabilização da Física “secundária” indicada por Buss (2017) e de problemas associados a ela elencados pelos demais autores citados anteriormente. Esta questão nos leva a pensar nas instâncias em que os conhecimentos físicos são discutidos e também na formação dos professores de Física, que tradicionalmente ocorre nas universidades, locus reconhecido pela excelência em pesquisa no contexto brasileiro. Há diversos trabalhos que problematizam questões relacionadas ao campo próprio da formação de professores de Física e outros meandros do ensino desta disciplina.

Sem a intenção de se fazer uma lista exaustiva, mencionamos muito brevemente algumas pesquisas que se relacionam em alguma medida com a problemática apresentada. Em sua tese de doutorado, a autora Cortela (2011) conduziu um estudo minucioso sobre a formação inicial de professores de Física em uma universidade pública paulista. Dentre várias considerações, ela indica os esforços para a superação do modelo “3+1”, cuja força histórica não se apaga facilmente. Em uma pesquisa análoga, Camargo (2007) estuda o processo de reestruturação de uma Licenciatura em Física de uma universidade pública considerando todos os atores envolvidos no processo. Ele também sinaliza a “não resolvida discrepância entre *licenciatura x bacharelado*” (p. 256).

Em um artigo, Brock e Rocha Filho (2011) abordam a delicada questão da ausência de professores de Física na escola básica. Através de pesquisa realizada em Porto Alegre com concluintes do Ensino Médio das redes pública e privada, sinalizam que o excesso de matematização e a ausência de experimentos associados ao estudo de teorias físicas são fatores que desmotivam a escolha pela carreira na Física, além de algumas condutas de professores de Física que os estudantes conheceram. Também nesse sentido, Gobara e Garcia (2007) analisam a escassez de professores de Física, trazendo dados do número de cursos e egressos nas cinco regiões brasileiras sobre os primeiros anos da década de 2000. É interessante destacar a preponderância dos cursos e formados na região sudeste.

Santos e Curi (2012) trazem outro ângulo para se compreender o baixo número de professores formados em Física que lecionam essa disciplina. Eles

consideram que muitos licenciados em Matemática acabam por ministrar essa disciplina. Analisam 27 cursos de Licenciatura em Matemática para evidenciar que a formação desses profissionais é aquém do desejado para se ensinar Física. O documento produzido por Beltrão et. al. (2020, p. 25-26) dialoga com esses autores ao mostrar que a Física é uma das disciplinas com menos professores licenciados na área e com maior número de docentes com diplomas de outras formações, sejam bacharelados ou licenciaturas.

Em um diálogo mais próximo a este trabalho, destacamos a tese de doutorado de Barcellos (2013), que discute relações entre o conhecimento físico e o contexto de formação de professores dentro da seara curricular. Nessa pesquisa, a autora analisa a configuração de dois cursos de Licenciatura em Física: de uma universidade do estado de São Paulo e de um campus do Instituto Federal do mesmo estado. Entre outros aspectos, no caso do curso da universidade, a autora sublinha a presença e o modus operandi de disciplinas que tratam da experimentação no ensino de Física; no caso do Instituto Federal, ela salienta a autonomia que os docentes gozaram para elaborar o curso e a diferença organizacional em relação as universidades.

Nesse encontro do campo das questões curriculares com o contexto da formação de professores, assenta-se a premissa de que os cursos de Licenciatura em Física constituem um necessário e crucial espaço de discussão sobre as dinâmicas do que podemos denominar de Física escolar e conhecimento escolar. Ainda no esteio das considerações de Barcellos (2013), coloca-se no foco para a construção de nosso problema de pesquisa o papel dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs).

Essas instituições foram criadas por meio da Lei 11.892, de 29 de dezembro de 2008, dentro do plano de expansão da rede federal de educação profissional e tecnológica (RFEPT), anunciado em 2005 pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva (ESTEVO, 2016, p. 59). Os IFs se organizaram inicialmente a partir da transformação e aglutinação das então escolas agrotécnicas federais e dos centros federais de educação profissional e tecnológica (CEFETs). Os CEFETs, que outrora foram escolas técnicas federais, eram conhecidos pela oferta de educação técnica,

com vistas a formação de profissionais para atender demandas específicas da atividade industrial, comercial e de serviços.

Considerando o universo de licenciaturas em Física, cabe destacar que o CEFET de São Paulo, no campus da capital paulista, foi a primeira instituição desta natureza a ofertar um curso de Licenciatura em Física, no ano de 2001. Com a transformação dessas instituições em IFs, há a exigência¹³ de se ofertar 20% do total de vagas para cursos de Licenciatura, com foco na área de Ciências da natureza e Matemática. Sendo assim, essas novas Licenciaturas se fazem presentes no cotidiano de uma instituição secular com forte identidade para a formação técnica. A maneira como este contexto institucional lida com a natureza do conhecimento da Física escolar na configuração das licenciaturas é de nosso particular interesse.

Nesse sentido, a oferta de licenciaturas em um cenário novo, sem relações diretas com a estrutura universitária, constitui possibilidades de pesquisa que podem tensionar as situações já apresentadas pelos trabalhos anteriores. Como argumentam Lima e Barreyro (2018), os IFs emergem como um novo lócus de formação de professores. No âmbito de criação dos IFs é importante considerar a significativa expansão dos campi da rede federal pelo país (Gouveia, 2016). O aumento de número de cursos de Licenciatura é decorrência direta desse processo. Conseqüentemente, emergem investigações sobre questões relacionadas ao universo dos IFs e, por conseguinte, às Licenciaturas em Física nessas instituições.

Em linhas gerais, podemos organizar os trabalhos que encontramos sobre os IFs¹⁴ em três eixos. O primeiro corresponde aqueles que discorrem sobre a expansão em si da rede federal e de aspectos históricos dela (COLOMBO, 2020; CASTIONI, MORAES e PASSARDES, 2019; OTRANTO, 2010; PACHECO E SILVA, 2009; CIAVATTA, 2006). Dentro desta perspectiva, há pesquisas que discutem a expansão da rede federal em contextos regionais, como Silva (2017), que estuda os impactos em Santa Catarina. Oliveira (2018), Ferreira, Andrade e Souza (2018), Estevo (2016) e Andrade (2014) dedicam-se ao caso específico do IFSP.

¹³ Art. 8º, Lei 11.892. No capítulo 03 aprofunda-se essa questão.

¹⁴ No capítulo 03 destacamos excertos dessas pesquisas ao discorrermos com mais detalhes sobre os IFs

Ao segundo eixo associamos as pesquisas que abordam a problemática da formação de professores e dos cursos de licenciatura no bojo da criação dos IFs e expansão da rede federal. Em sua dissertação de Mestrado, a autora Lima (2012) traz uma análise das concepções de formação de professores nos dispositivos legais dos IFs. Moraes (2016), através da proposição da metáfora “vontade de universidade”, discute a participação do ensino superior nessas instituições historicamente especializadas na oferta de educação profissional. Pansardi (2013) aborda o surgimento das licenciaturas na rede federal referindo-se a elas como “estranhas no ninho”.

Destacando o caso do IFSP, nosso foco, Lima (2015) trata da expansão das licenciaturas nessa instituição, através de uma pesquisa com parâmetros quantitativos e qualitativos. A autora faz um estudo histórico e revela nuances desse processo a partir de documentos institucionais e de entrevistas com docentes envolvidos na formulação das primeiras licenciaturas no IFSP. Ela constrói um perfil do quadro docente do campus São Paulo, evidenciando características peculiares desta instituição que acabam por influenciar na estrutura e funcionamento desses cursos. Ela também salienta a ênfase no modelo disciplinar que privilegia os conhecimentos específicos de cada curso, deixando algumas questões pedagógicas aquém do esperado.

Por fim, o terceiro eixo abarca as publicações sobre as Licenciaturas em Física. Boa parte deles aborda pontos específicos do universo desses cursos. Por exemplo, em sua dissertação de mestrado, a autora Silva (2018) estuda as condições de oferta das licenciaturas em Física no IFG, destacando o problema do alto índice de evasão. Ela menciona que a falta de articulação epistemológica entre os conhecimentos físicos e de didática é uma das causas. Outros dois trabalhos, constantes em anais do SNEF, dedicam-se a estudar projetos pedagógicos e matrizes curriculares das licenciaturas em Física. Bemfeito, Esteves e Fonseca (2013) o fazem no contexto do IFRJ, destacando as potencialidades do que eles denominam de nova matriz curricular para uma formação integral do professor de Física. Secco e Osório (2017), por sua vez, analisam o caso da licenciatura em Física do IFRS, salientando

que “ainda são nítidas as fragmentações entre disciplinas pedagógicas e específicas” (p. 7).

Em sua tese de doutorado, Silva (2019) estuda como as licenciaturas em Física dos IFs configuram a Prática como Componente Curricular (PCC) em seus projetos pedagógicos. Além das pertinentes considerações do autor sobre o tema da pesquisa, ele nos mostra que o “levantamento, realizado no primeiro semestre de 2018, no portal e-MEC e no sítio eletrônico de cada instituição, revelou que há 73 cursos de Licenciatura em Física na RFEPCT” (idem, p. 91).

Uma pesquisa que merece destaque especial nesse contexto é a de Santos (2004). Ela parece ter produzido a primeira dissertação a investigar as Licenciaturas nos então CEFETs. A autora estuda os dois primeiros cursos criados nessas instituições – justamente Licenciaturas em Ciências da Natureza (em 2000) e Física (em 2001), nos campi de Campos-RJ e São Paulo-SP, respectivamente. A autora, por meio de entrevistas com professores que participaram da formulação dos cursos, mostra as dificuldades e desafios que se fizeram presentes no processo de implementação e operacionalização dessas Licenciaturas.

Outro relevante trabalho para o nosso “campo gravitacional” é a tese de doutorado de Flach (2014). Ela elege como objeto de pesquisa o estudo da formação de professores no âmbito da implementação de um curso de Licenciatura em um Instituto Federal da região sul do país, considerando o contexto de transição de CEFETs para IFs. Apesar da autora trabalhar com o caso de uma Licenciatura em Física, não foram abordadas questões voltadas a dimensão disciplinar, mas ao locus de formação que os IFs podem constituir. A autora salienta as possibilidades de articulação com a educação básica que os IFs poderiam proporcionar, mas que encontram dificuldades no contexto pesquisado.

As teses e dissertações citadas guardam similaridades em relação as problematizações que trazem sobre a expansão da rede federal. Silva (2019), Lima (2016) e Flach (2014), cada qual com nuances e minúcias diferentes, descrevem o histórico da rede federal, pontuando o processo de criação dos IFs a partir de seus

antecessores, salientando a obrigatoriedade de oferta de licenciaturas a partir da lei 11.892/2008. É interessante destacar que houve um processo de interiorização dos IFs através da recente expansão, o que também produz ecos no funcionamento das instituições, considerando que as capitais já abrigavam a unidade central dos CEFETs (SILVA, 2017; ESTEVO, 2016).

Diante de todas essas considerações, elegemos os espaços curriculares das Licenciaturas em Física do IFSP para estudarmos como a perspectiva de conhecimentos teórico-abstratos, que valorizam sobremaneira a linguagem matemática, constituindo a ideia de uma “ciência sem erros” no bojo da Física escolar, permite compreender a estabilização dessa disciplina escolar. A necessária problematização sobre o modo como o conhecimento físico se organiza pode, a princípio e em tese, encontrar um terreno fértil no âmbito das licenciaturas do IFSP, considerando o novo lócus formativo que os IFs representam (LIMA e BARREYRO, 2018). Nesse sentido, Barcellos (2013, p. 217) aponta que “É preciso ‘bagunçar’ um pouco a física trabalhada na licenciatura. É preciso rever a imagem de física e de ciência veiculada nos cursos”.

Os trabalhos apresentados sobre as licenciaturas em Física parecem constituir uma espécie de consenso acerca das dificuldades e dilemas no cenário curricular de formação de professores de Física, no que tange principalmente a forma como os conhecimentos físicos são abordados e as relações com os saberes pedagógicos. As pesquisas sobre os IFs acenam possibilidades inovadoras com os currículos das Licenciaturas em Física, mas ainda ressaltam os problemas e a falta de questionamentos sobre os conhecimentos que serão ou devem ser ensinados no contexto da escola básica.

Por outro lado, nota-se que a temática sobre conhecimento escolar ocupa uma posição marginal na maioria dos trabalhos listados, o que pode evidenciar uma vacância nas pesquisas relacionadas à natureza da Física enquanto disciplina escolar. Nesse sentido, nos parece promissor investigar como as Licenciaturas em Física do IFSP podem contribuir para os movimentos que levam a estabilização da

Física enquanto disciplina escolar, que envolve tensões entre os “ethos” escolar e acadêmico.

Sendo assim, diante de todo o exposto, delinheio a questão investigativa da presente pesquisa. Como a perspectiva de uma ciência sem erros contribui para o processo de estabilização da disciplina escolar Física, considerando o contexto das Licenciaturas do IFSP? Dessa forma, pretende-se, como objetivo geral, investigar em que medida se constroem relações entre o conhecimento escolar e acadêmico da Física, dentro desta perspectiva de uma ciência sem erros como parte inerente a Física escolar, no cenário curricular das Licenciaturas em Física do IFSP, através das práticas docentes e documentos relacionados aos cursos.

Pode-se ainda, em termos mais específicos, estabelecer que esta pesquisa pretende: Acenar, para a ideia de uma possível epistemologia do conhecimento escolar da Física que possibilite compreensões outras sobre a estabilização da respectiva disciplina no currículo escolar; Compreender de que maneira as licenciaturas inseridas no contexto de um instituto federal, que é diferente das universidades, pode contribuir aos debates sobre a Física escolar; Analisar documentos institucionais sobre a Licenciatura em Física, como projetos pedagógicos dos cursos (PPCs), com o intuito de entender de que maneira o conhecimento físico, em suas dimensões escolar e acadêmica, é caracterizado; e identificar, a partir das histórias de vida e de experiências profissionais de docentes, como a as relações que envolvem o universo da Física escolar é narrada por eles.

Devidamente imersos em nosso campo gravitacional, vamos nos aproximar de “nosso átomo” para descrevê-lo em pormenores. Reduzida a distância, vamos recorrer as primeiras interações eletromagnéticas, “nossos fótons da luz visível”, para delinear nossa lente teórica.

Capítulo 02

Interações eletromagnéticas I – recorrendo aos fótons da luz visível – delineando a lente teórica

Para avançar, é necessário que o sistema de conceitos e valores gerado por essa sociedade – sistema esse cada vez mais dominado por uma "ética" da privatização, do individualismo alienado, da ganância e do lucro – seja questionado de várias maneiras.

Michael Apple – Repensando Ideologia e Currículo, p. 66, In Currículo, Cultura e Sociedade

A Física enquanto Ciência, em relação aos problemas estudados na contemporaneidade, trata de assuntos que englobam fenômenos em uma escala micro (p. ex., partículas elementares, propriedades dos materiais) e em escala macro (p. ex., cosmologia, astronomia, evolução das estrelas).

Por outro lado, a Física enquanto disciplina escolar aborda situações mais próximas da nossa experiência cotidiana (movimento de objetos, trocas de calor entre corpos/materiais, instrumentos ópticos e circuitos elétricos). Uma análise do documento da Matriz de Referência do Enem (BRASIL, 2009) corrobora essa asserção. Conforme aludimos anteriormente, pode-se dizer que há um distanciamento entre a atividade contemporânea da Física (dentro das perspectivas que denominamos acadêmica e científica) e os temas ensinados nas aulas de Física da escola básica (Física escolar).

A partir desta premissa e baseados na perspectiva teórica de Goodson (2007, 2013), assumimos que uma disciplina escolar é diferente de sua correspondente disciplina acadêmica, tendo em vista que a primeira não se configura simplesmente como uma mera reprodução da segunda. Sendo assim, os conhecimentos escolares e científicos são tratados como se fossem pertencentes a um mesmo sistema de significação, considerando o primeiro como uma mera simplificação do segundo. Argumentamos que esses conhecimentos são distintos,

calçados em bases epistemológicas diferentes, uma vez que eles não são destinados a mesmas finalidades.

(...) a noção de conhecimento escolar organizado disciplinarmente, compreendendo-o como diferente de seu conhecimento de referência, tanto pelas suas condições de produção como também por conta de suas finalidades sociais. (...) Na constituição do conhecimento escolar, concepções relativas ao que se entende como conhecimento legítimo entram em jogo; bem como a análise de relações de poder e dos interesses envolvidos na produção desse conhecimento. (PETRUCCI-ROSA, 2018, p. 33)

Decorre, portanto, que o delineamento de uma disciplina escolar é distinto de uma disciplina científica. Não podemos assumir que a Física tratada na educação básica é a mesma abordada nas universidades e institutos de pesquisas, não apenas por questões epistemológicas, mas também por questões sociais. Goodson, discorrendo sobre a presença das ciências no currículo, nos coloca:

A batalha sobre a inclusão das ciências foi particularmente importante. O perigo social que era pressentido na ciência, em particular na aplicada, era que esta pudesse ser, pelo menos em parte, relacionada com a experiência cultural das ordens inferiores. Existia um conhecimento que podia ser contextualizado (não um conhecimento abstrato, clássico, superiormente descontextualizado, mas o seu oposto), conhecimento esse cuja relevância e interesse poderiam ser assegurados às classes mais baixas. Este constituía, pois, um teste crítico relativamente à natureza interessada ou desinteressada do conhecimento escolar (GOODSON, 2001, p. 221)

Goodson em seus estudos salienta que ao conhecimento escolar, em um primeiro momento, podem ser atribuídos elementos próximos às experiências cotidianas dos estudantes, contextualizados às vivências que eles trazem consigo. O conhecimento escolar poderia ser compreendido em uma perspectiva utilitarista em uma primeira acepção. No entanto, a partir de trabalhos de David Layton, ele argumenta que as disciplinas escolares tendem a se aproximar de um caráter mais acadêmico, com o intuito de elevarem seu status na estrutura curricular e garantirem uma solidez no território de disputas que é o *tempo-espaço* escolar (PETRUCCI-ROSA, 2007). Goodson embasa suas proposições sobre as disciplinas escolares a partir dos casos de permanência e estabilização da Geografia e Biologia no currículo escolar da Inglaterra (GOODSON, 2001, 2007 e 2013).

No caso da Física trabalhada nos ensinos fundamental e médio, é notável destacar uma de suas principais características: o estudo dos fenômenos em condições teóricas, extremamente padronizadas e muitas vezes irreais em

comparação a situações que acontecem em nosso planeta, no mundo “real”. Esse estado de coisas da Física escolar compõe o que podemos denominar de conhecimentos teórico-idealizados, teórico-matemáticos ou ainda teórico-abstratos, que compõem a ideia de uma ciência sem erro que erigimos no capítulo anterior.

Assim, o atrito e a resistência do ar são quase sempre desprezados nos problemas sobre movimentos de corpos; em estudos sobre calor e temperatura não se leva em consideração a troca de energia térmica entre um corpo e o ambiente em que se encontra; a desconexão da ideia de momento de força/torque de muitas situações cotidianas; cargas elétricas em repouso isoladas no vácuo; a noção de gerador ideal no estudo de circuitos elétricos, associações de resistores formando figuras como cubos e tetraedros, são exemplos dessa característica da Física.

A abstração é fundamental para o pensamento físico, como ela é para o saber humano. Em certo sentido, o mundo é uma abstração. Mas assim como a matemática pode ser pensada como uma das estruturantes do conhecimento físico (PIETROCOLA, 2002), a abstração também o é, assim como as técnicas experimentais. Constructos como o “demônio de Maxwell, paradoxo dos gêmeos, gato de Schroedinger, moto perpétuo, os buracos de minhoca no espaço-tempo e a proposição de Galileu de enclausurar moscas e borboletas, em um compartimento fechado de um navio para o estudo relativo de movimentos, denotam o papel da abstração na Física. Desta forma, não a criticamos e nem a diminuimos, tampouco enalteçemos a dimensão experimental. Nosso intento é compreender por que a abstração aliada a matemática adquiriu tal primazia na Física escolar,

Assim, em relação as dimensões científica e acadêmica da Física, engendradas em centros de pesquisa e universidades, a Física escolar se delineia de forma diferente, se constituindo como uma Física idealizada, irreal, em consonância com a noção de uma ciência sem possibilidade de erros, que flertam o quanto possível com a abstração per si, abandonando assim possibilidades diversas de construção de sentidos sobre o mundo. Essas diferenças evidenciam esse processo de transformações e transfigurações que o conhecimento científico sofre na composição do conhecimento escolar.

Para construir um quadro teórico acerca das dinâmicas envolvendo as “idiosincrasias” da Física escolar, trazemos contribuições principalmente dos autores

Ivor Goodson e Gaston Bachelard, que apresentam uma vasta obra. Goodson, de nacionalidade inglesa, historiador com influências marxistas e contemporâneo do movimento Nova Sociologia da Educação (NSE), escreve dentro do próprio campo da Educação, sobre a temática dos estudos curriculares e narrativas de vida profissional em contextos de políticas de reestruturação e reforma.

Bachelard viveu no contexto europeu em que foram elaboradas a ideia de quanta por Planck, a relatividade por Einstein e a mecânica quântica/ondulatória/matricial por de Broglie, Heisenberg, Schroedinger, Dirac, Pauli, dentre outros. Escreveu ensaios sobre aspectos filosóficos da Física e da Química que emergiam sob os auspícios da teoria quântica, problematizando diversos aspectos dos conhecimentos produzidos e do *modus operandi* para tal

Para compreender os movimentos de estabilização da Física enquanto disciplina escolar, propomos um percurso inspirado em aspectos epistemológicos da obra de Bachelard e em estudos de currículo sobre as disciplinas escolares, com base nos trabalhos de Goodson e recorrendo a contribuições de Bernstein. Estabelecemos a assunção de que o caráter de uma ciência sem erros é fruto da transformação dos saberes científicos em escolares. Esse processo pode ser entendido à luz da ideia de “*recontextualização*” (BERNSTEIN, 2003).

No desenho deste quadro teórico, organizamos o presente capítulo em quatro seções. Na primeira trazemos aportes de estudos sobre currículo, disciplinas escolares e a ideia de recontextualização. Na segunda, introduzimos considerações mais específicas do pensamento de Bachelard. Em seguida, discutimos a Física como disciplina escolar embasados nas considerações prévias. Por fim, discutimos a forte tradição acadêmica na Física escolar. Iniciemos, pois, pelas contribuições das questões curriculares.

2.1 – Currículo, Disciplinas Escolares e a Recontextualização

O desenvolvimento dos estudos curriculares ao longo do século XX possibilitou movimentos de desnaturalização da ideia reducionista de lista de conteúdos e sedimentou uma pluralidade de compreensões sobre a ideia de currículo. Ideias advindas dos campos da Cultura, Sociologia, História, Ciências Políticas, Administração compõem a pletora de acepções sobre currículo.

A diversidade teórica dos estudos curriculares é algo que tem estado na sua afirmação como campo de estudo autónomo, reconhecendo-se a sua abrangência devido, em parte, às problemáticas que integram o seu objeto próprio e ao seu hibridismo conceptual. (PACHECO, 2013, p. 453)

A ideia que nos é basilar ao pensarmos sobre currículo é que este não é um dado a priori; é, pois, uma construção humana e social, historicamente localizada, que permeia várias instâncias e tem o universo escolar como uma de suas expressões mais notáveis. Michael Apple revisitando sua célebre obra – Ideologia e Currículo, traz algumas ponderações sobre as dinâmicas sociais no contexto da educação que corroboram nossa assertiva.

Qual é a relação entre cultura e economia? Como opera a ideologia? Responder a essas perguntas no plano abstrato não basta, entretanto. Como pessoas interessadas em educação, precisamos respondê-las tendo em vista uma instituição maior: a escola. Por isso, devemos escrutinar rigorosamente a forma e o conteúdo do currículo, as relações sociais dentro das salas de aulas e as maneiras pelas quais conceituamos atualmente esses aspectos, enquanto expressões culturais de determinados grupos em determinadas instituições e em determinadas épocas. (APPLE, 2011, p. 55-56)

Nos estudos curriculares que pretendem questionar as padronizações e supostas neutralidades nas perspectivas tradicionais, é importante assumirmos a intencionalidade de uma política ou programa curricular. Desnaturalizar e problematizar são ideias centrais para se compreender as concepções de sociedade e de educação que os currículos advogam.

Moreira (2012) questiona o papel dos conteúdos na composição das disciplinas do currículo ao defender que “os conteúdos das disciplinas têm que ser mais esmiuçados. Há neles espaço para que se questione a cultura das classes subalternas e se superem suas possíveis características opressivas?” (idem, p. 173). Moreira é enfático ao dizer que a desnaturalização do conhecimento acadêmico é importante na “luta contra desigualdades e privilégios” (idem) e que esta não implica no abandono dos saberes científicos e sistematizados. Ele reforça

a crença de que cabe à escola: o papel preponderante na criação de um novo saber para uma nova sociedade não pode significar negligenciarmos o saber sistematizado, que certamente contribui para maior compreensão do ambiente que os cerca e maior controle do mesmo. Mas, repetimos, é indispensável que não deixemos de questionar o currículo acadêmico e suas disciplinas, bem como os aspectos ideológicos e o possível potencial emancipador dos conteúdos das mesmas. (ibidem)

Essas considerações de Moreira (2012) aproximam-se de certa maneira à ideia de *conhecimento poderoso* propugnada por Young (2007, 2013), que é um dos expoentes do movimento inglês da década de 1970 conhecido como Nova Sociologia da Educação (NSE).

A NSE constitui-se na primeira corrente sociológica de fato voltada para o estudo do currículo. O grande marco de sua emergência tem sido considerado o livro editado por Young, *Knowledge and Control: new directions for the sociology of education* (1971), no qual foram reunidos artigos de diversos autores, dentre os quais se destacam os de Basil Bernstein, Nell Keddie, Pierre Bourdieu e Geoffrey Esland e o que se tornou clássico na Sociologia do Currículo, escrito pelo próprio Young, “An approach to the study of curricula as socially organized knowledge”. (MOREIRA e TADEU, 2011, p. 27)

Ao propor a ideia de um *conhecimento poderoso* Young revisita os escritos de outrora, na medida em que ele “reconhece que (...) as análises empreendidas não foram além do terreno das críticas e ofereceram poucos subsídios para se pensar as escolas em sociedades socialistas, não patriarcais e não racistas (PETRUCCI-ROSA, 2018, p. 44). De certo modo, Young parece ter dado uma guinada ao colocar o conhecimento poderoso em posição hierárquica superior aos conhecimentos comuns, do cotidiano, pois o primeiro “é especializado porque se produz na fronteira com o campo disciplinar acadêmico ou científico” (idem, p. 45). Não se pode olvidar a importância dos conhecimentos na organização escolar, contudo não cremos ser possível rechaçar as dinâmicas cotidianas. No esteio das argumentações de Moreira (2012, p. 173), salientamos as ponderações de Petrucci-Rosa (2018) que fornecem uma interessante maneira de se compreender o conhecimento das disciplinas escolares.

Concordo com Young (2013) que existe um *conhecimento poderoso* a ser tratado na escola; no entanto, penso ser ele fruto de diálogos – nem sempre pacíficos – com as experiências das crianças e dos jovens. O conhecimento escolar organizado em disciplinas tem ainda a oferecer a possibilidade dessa miríade de diálogos tensos – por vezes confusos – mas que, por serem desestabilizadores, podem ampliar o repertório cultural científico das crianças e dos jovens que frequentam as escolas, empoderando-as. (PETRUCCI-ROSA, 2018, p. 48)

Nesse sentido, das possibilidades de “ampliar o repertório cultural científico” das novas gerações, nos é instigante o estudo das disciplinas escolares, não apenas por carregarem conhecimentos que podem “empoderar” os jovens, mas também pela fortaleza inexpugnável que ela representa no currículo (KLIEBARD,

apud GOODSON, 2001, p. 92). E como nos diz Lopes (2005a, p. 266), o foco nas disciplinas se justifica “pelo fato de o currículo disciplinar, a despeito de todas as críticas a ele desenvolvidas ao longo dessa história, ser considerado a ideia pedagógica mais bem-sucedida da história do currículo”.

Salientamos assim, a despeito das propostas de organização curricular por áreas (BRASIL, 1999, 2006, 2009, 2012, 2018), a força das disciplinas escolares nos diferentes contextos curriculares. Petrucci-Rosa (2007) propõe a metáfora de um *currículo-loteamento* que contribui para a compreensão sobre as disciplinas escolares.

O currículo como loteamento estabilizou-se na escola básica onde a especialização – traço mais forte de sua fonte inspiradora: a ciência moderna – é o que prepondera. Nesse loteamento, a disputa dentro do “*tempoespaço*” da semana torna-se dinâmica, inventando ‘vencedores’ e ‘perdedores’, mais merecedores ou menos dignos de atenção, no processo de formação que a escola se propõe a fazer. (PETRUCCI-ROSA, 2007, p. 55).

Cada disciplina escolar constitui assim um território próprio não apenas com os saberes científicos de referência, mas também com as características e demandas da comunidade de sujeitos que a compõe. Esses “territórios” concorrem entre si para garantir espaços e atender os anseios dos habitantes da “*terra-natal*” disciplinar (PETRUCCI-ROSA, 2007). Deste modo, não se pode olvidar a dimensão sócio-histórica da constituição de uma disciplina escolar. Ao admiti-la e considerá-la, a existência de determinada disciplina com seus respectivos conteúdos é desnaturalizada, uma vez que ela pode representar interesses e demandas de grupos específicos inseridos em contextos históricos, sociais, políticos e econômicos. Nesse sentido, Goodson indica que

à medida que a matéria avança (matéria, em certo momento, semelhante a uma coalização que reveste um subconjunto de facções beligerantes), o papel das universidades se torna cada vez mais importante. E a coisa não para por aí, porque cada grupo emprega o seu discurso na tentativa de que sua matéria seja considerada “disciplina acadêmica” (merecedora, por isso, de recursos financeiros e oportunidades de carreira que vão se acumulando) (GOODSON, 2013, p. 37-38).

Assim, a permanência de uma disciplina no currículo estaria relacionada com mecanismos que possam conferir a ela um caráter de cientificidade, que socialmente implica em um maior status do que questões pedagógicas e utilitárias (GOODSON, 2007). Ainda nos dizeres deste autor:

Além disso, os estudos históricos das matérias secundárias no currículo escolar britânico revelam uma mudança constante, partindo da marginalidade de status inferior no currículo, passando por um estágio utilitário e, finalmente, alcançando uma definição da matéria como disciplina, com um conjunto exato e rigoroso de conhecimentos (GOODSON, p. 120, 2013)

Em seus escritos, Goodson cita o caso de duas disciplinas que foram introduzidas no currículo britânico: “*Ciência das coisas comuns*” e “*Estudos ambientais*”. Inspirado no trabalho de David Layton ele argumenta que essas disciplinas não lograram êxito na permanência no currículo por apresentarem justamente um caráter mais utilitário, distante da sistematização do dito conhecimento científico. Ademais, elas não puderam compor o quadro de disciplinas cobradas nos exames de ingresso para o ensino superior na Inglaterra (GOODSON, 2007).

Diante deste cenário, delineamos a assunção de que esses processos de estabilização e permanência das disciplinas na organização curricular estão relacionados com a transformação do conhecimento científico em escolar. Logo, eles se inserem em diferentes contextos e os movimentos de transformação envolvem mudanças de um contexto para o outro. Por conseguinte, eles são recontextualizados, dentro da lógica de um discurso pedagógico.

Por meio da recontextualização, o discurso se desloca do seu contexto original de produção para outro contexto onde é modificado (através de seleção, simplificação, condensação e reelaboração) e relacionado com outros discursos e depois é relocado. (...) Portanto, o discurso pedagógico é um princípio que tira um discurso de sua prática e contexto de origem e reloca aquele discurso de acordo com seu próprio princípio de focalização e reordenamentos seletivos. (MAINARDES e STREMEL, 2010, p. 43)

Esse entendimento trazido pelos autores sobre o processo de *recontextualização*, de deslocamento de um contexto e realocação noutro, está ancorado nos trabalhos de Basil Bernstein. Esta ideia sobre recontextualização nasce à luz do conceito de dispositivo pedagógico desenvolvido por ele, oriundo de seus diversos trabalhos sobre a Educação, envolvendo questões sobre o currículo, sua organização e os conhecimentos subjacentes a ele (LOPES e MACEDO, 2011).

O dispositivo pedagógico consiste no meio pelo qual se relaciona poder, conhecimento e consciência, ou seja, é uma atividade moral fundamental, e atua por meio de três conjuntos de regras relacionadas entre si: as regras distributivas, cuja função de regular as relações entre o poder, os grupos sociais, as formas de consciência e a prática se cumpre por meio da determinação de que conhecimento chegará a que grupos de indivíduos; as

regras recontextualizadoras, que regulam a formação do discurso pedagógico específico e as regras de avaliação, que estabelecem os critérios para a prática. (GALLIAN, 2008, p. 242-243)

No desenvolvimento desta teoria do dispositivo pedagógico, Bernstein elabora algumas regras que envolvem os diversos fatores que explicam a “pedagogização” de um conhecimento. Entre elas está a recontextualizadora que caracterizaria o que ele chama de discurso pedagógico, que não se constitui como um discurso próprio em si. Este seria, de certa forma, um híbrido de outros dois discursos: o instrucional e o regulativo: o primeiro diz respeito ao conjunto de normas, métodos e conhecimentos relativos aos campos científicos que se pretende levar ao universo escolar; o segundo está relacionado com as finalidades mais amplas de se transmitir um conhecimento na escola, ou seja, que valores se pretende construir com determinados saberes. Dessa maneira, os textos que compõe esses dois discursos são retirados de seus contextos iniciais para constituir o discurso pedagógico, que por sua vez constitui um princípio recontextualizador.

A teoria do dispositivo pedagógico foi elaborada como um modelo para analisar o processo pelo qual uma disciplina ou um campo específico de conhecimento é transformado ou “pedagogizado” para constituir o conhecimento escolar, o currículo, conteúdos e relações a serem transmitidas. (MAINARDES e STREMELE, 2010, p. 41)

Sendo assim, elementos da disciplina acadêmica de referência podem se transformar como uma recontextualização de discursos (“princípios” e “ideias”) e compor a respectiva disciplina escolar. As disciplinas científicas e escolares são, portanto, distintas. Com base nos estudos de Goodson (2007,2013), assumimos que a recontextualização de determinado princípio pode ocorrer no sentido de conferir um maior status acadêmico à disciplina escolar, configurando uma espécie de estratégia para a permanência dela no currículo.

Esse processo de incorporação de um caráter acadêmico ao qual Goodson se refere é descrito detalhadamente pelos estudos de David Layton, que, em seu livro *Science for the People*, estabelece três etapas na construção de estabilidade disciplinar no currículo (BUSS, 2017). Goodson (2007) descreve as minúcias dessas etapas que levam ao “amadurecimento” de uma disciplina no currículo. O primeiro estágio é caracterizado pela total desconexão com áreas acadêmicas consolidadas,

sendo a disciplina caracterizada por apresentar questões relacionadas a vida dos estudantes, de maneira que o interesse deles seja facilmente despertado.

O intruso inexperiente arrisca-se a um lugar no horário, justificando sua presença por razões de pertinência e utilidade. Durante essa fase, os alunos são atraídos pela disciplina graças a seu relacionamento com assuntos que lhe interessam. Os professores raramente são especialistas treinados, mas trazem o entusiasmo missionário de pioneiros para sua tarefa. O critério predominante é a relevância dada às necessidades e aos interesses dos alunos. (Layton, 1972, p. 12-13, apud GOODSON, 2007, p. 246)

O estágio intermediário se configura com o início da mudança de uma perspectiva utilitária dos conhecimentos da disciplina para introdução de preceitos acadêmicos. A disciplina começa a adquirir coesão em relação suas finalidades e os professores necessitam de formação específica para lecioná-la.

Emerge uma tradição de trabalho erudito na disciplina, juntamente com um grupo de especialistas treinados, de onde muitos professores podem ser recrutados. Os alunos ainda sentem-se atraídos pelo estudo, mas tanto pela sua reputação e crescente status acadêmico quanto pela sua relevância para seus próprios problemas e preocupações. A lógica interna e a ordem da disciplina estão se tornando cada vez mais influentes na seleção e organização dos temas. (idem)

O derradeiro estágio é a assunção da disciplina escolar o tanto quanto possível a características do contexto acadêmico, com a valorização de práticas e métodos próprios dos conhecimentos sistematizados que não guardam relações diretas com situações banais da vida cotidiana. É o ponto máximo da definição do território disciplinar (PETRUCCI-ROSA, 2007).

Os professores constituem agora um corpo de profissionais com regras e valores estabelecidos. A seleção dos temas é determinada, em grande medida, pelos julgamentos e práticas dos especialistas que conduzem as investigações nesse campo. Os alunos são iniciados nessa tradição, suas atitudes aproximam-se da passividade e da resignação, um prelúdio do desencantamento. (Layton, 1972, p. 12-13, apud GOODSON, 2007, p. 246)

Assim, nos estudos sobre a estabilização das disciplinas escolares, levando em consideração principalmente o caso da Inglaterra, Goodson propõem que elas se organizam com um conjunto de complexidades que as tornam mais do que um “monólito disciplinar”, carregando tradições e subculturas (GOODSON, 2001). Inspirado na obra “A Invenção das tradições” de Eric Hobsbawn e em outros trabalhos

ingleses, Goodson explicita a presença de três tradições curriculares – acadêmica, utilitária e pedagógica.

Escrevendo sobre as tradições na educação primária inglesa, Blyth discerniu três tendências: a preparatória, a elementar e a desenvolvimentista. A tradição preparatória estava “quase exclusivamente relacionada com aquilo a que chamamos, hoje, educação própria das *grammar schools*¹⁵, que se desenvolveu, por sua vez, essencialmente, como um fenômeno de classe superior”. A tradição elementar, “com a sua ênfase características nas competências básicas”, destinava-se às classes mais baixas. A terceira tradição, a desenvolvimentista, baseava seus princípios na preocupação com cada criança, seguindo as recomendações de Rousseau e Pestalozzi. Na globalidade, as três tradições básicas de Blyth podem ser equacionadas com as identificadas na educação secundária: acadêmica, a utilitária e a pedagógica. (GOODSON, 2001, p. 178)

A tradição acadêmica é, portanto, aquela que goza de maior prestígio e status nas configurações curriculares, com o currículo disciplinar e com os conhecimentos voltados a exames de seleção, que raramente demonstram uma relação evidente ao mundo prático/cotidiano/utilitário. Goodson, também se referindo a pesquisa de David Layton, ressalta a centralidade do conhecimento abstrato no currículo disciplinar acadêmico.

A investigação de Layton sobre o desenvolvimento da educação científica no século XIX mostrou a maneira como a ênfase foi colocada, progressivamente, no conhecimento abstracto, com uma separação consequente do mundo prático do trabalho. (GOODSON, 2001, p. 179)

O grau de abstração e de afastamento de um mundo tangível que um conhecimento escolar pode apresentar são fundamentais para que ele adquira perenidade na composição da disciplina escolar em que esteja inserido, dentro desse percurso de estabilização. No caso da Física, a dimensão experimental que é assaz relevante no desenvolvimento dela enquanto ciência, tanto quanto a matemática, adquire outro patamar de significação na Física escolar. Acreditamos que isso ocorre devido aos processos de recontextualização a que são submetidos os procedimentos próprios da Física. Possibilidades de investigação experimental, em que se possa haver o mínimo grau de incerteza, são esquecidas em detrimento da segurança algébrica.

¹⁵ De maneira geral, as “grammar schools” no contexto inglês estão relacionadas a preparação para os estudos acadêmicos. O ingresso nelas se dava na faixa etária dos onze anos, após um exame de seleção. De certa maneira, acabam por se constituírem como “escolas elitizadas”.

Bernstein exemplifica esse processo analisando o ensino de Física na escola. A Física – enquanto atividade no campo de produção da ciência – é diferente da Física como discurso pedagógico. Ao se apropriarem da ciência Física, os agentes recontextualizadores selecionam algumas práticas da totalidade que compõe a ciência Física e as insere em regras de ordem escolares: sequência e ritmo próprios, relações professor-aluno (mais ou menos hierarquizadas), relação com outras disciplinas (mais ou menos integrada), princípios didáticos, teorias pedagógicas, práticas escolares. Tais regras não são derivadas do discurso instrucional da Física. (LOPES e MACEDO, 2011, p. 102-103)

Portanto, a Física escolar acaba por se reduzir a uma linguagem matemática com os símbolos das grandezas físicas desempenhando o papel de variáveis que não variam.

Os matemáticos dão pouca importância ao número de equações que um sistema comporta. Um sistema com quatro incógnitas é tratado com a mesma facilidade e com métodos idênticos a um sistema com três. Ao contrário, uma variável cujo efeito é pequeno permite aproximações na prática; já no pensamento, não se distingue seu papel positivo, ela só simboliza a inexatidão de nosso conhecimento; o resultado não é exato porque tal variável interfere. É tudo o que se sabe. (BACHELARD, 2004, p. 96)

Com o intuito de compreendermos as estratégias de estabilização da Física escolar, dentro dessas recontextualizações de princípios estruturantes da Física, buscamos contribuições da obra de Bachelard sobre a epistemologia do conhecimento físico. Se a Física não nega a “inexatidão do nosso conhecimento”, por que a Física escolar não a admite e recorre continuamente a primazia dos subterfúgios matemáticos? Para construir um ensaio de resposta a esta questão, apropriar-nos-emos de algumas ideias dos escritos de Gaston Bachelard.

2.2 – GASTON BACHELARD – Entre Rupturas e Permanências

Ao se mencionar o pensamento de Bachelard, cabe destacar alguns relevantes estudiosos de sua vasta produção. Japiassú (1976) escreveu a obra *Para ler Bachelard*, que possibilita uma imersão no universo bachelardiano. Na França, o professor Jean-Jacques Wunenburger é importante pensador contemporâneo sobre o legado de Bachelard. Bulcão (2013) atribui a obra de Bachelard a condição de “rica, complexa e desconcertante” (idem, p. 77) e destaca a preocupação dele em propor uma nova forma de racionalismo, em que “opondo-se ao racionalismo clássico de índole cartesiana, Bachelard desenvolve em sua epistemologia a ideia de razão

dialogada, uma razão que caminha e progride pela recusa de pressupostos anteriormente admitidos” (ibidem).

Pela abrangência de sua obra, ele é conhecido como “dois Bachelards”: o diurno e o noturno. O primeiro é aquele que assenta suas ilações sobre a Epistemologia e Filosofia da Ciência, do qual ensejamos salientar alguns conceitos no decorrer da seção. O segundo, escreve no campo da poética, do imaginário, com foco no que se chama de imaginação material. Em certo sentido, o leitmotiv da obra de Bachelard são as imagens que a Ciência proporciona, seja no âmbito do que podemos denominar de racional-consciente (Bachelard Diurno), seja na seara do inconsciente, do devaneio (Bachelard Noturno). Essa complexidade do pensamento de Bachelard nos permite encontrar trabalhos com uma gama de assuntos que englobam desde uma discussão sobre a dinâmica da ideia dos quatro elementos da natureza no Candomblé (PITTA, 2010), à análise sobre os operadores na física-matemática no escopo da mecânica quântica (RIBEIRO FILHO, 2010), dentro das duas vertentes bachelardianas.

Os escritos do “Bachelard diurno” nos levam a compor uma trama em que a forma como o conhecimento científico é produzido parece desempenhar o papel de protagonista. Dentro desta produção, no livro *Formação do Espírito¹⁶ Científico*, Bachelard (1996) propõe três períodos de “evolução” do pensamento científico: estado pré-científico, estado científico e a era do novo espírito científico. Este último é inaugurado com a publicação dos trabalhos de Einstein sobre a relatividade. Os desdobramentos dos trabalhos de Newton, Galileu e o estabelecimento da Química no século XVIII constituem-se como parâmetros entre os dois primeiros períodos.

A construção epistemológica de Bachelard pode ser entendida como um rompimento às filosofias do imobilismo (LIMA e MARINELLI, 2011). Ao mesmo tempo em que ele acena para o rompimento da ideia de progresso, ele a ratifica em outros termos. Bachelard problematiza os desdobramentos ontológicos e epistemológicos do que ele denomina de “microfísica”, em que os fenômenos passam a ser construídos,

¹⁶ Apesar de se tratar da mesma palavra com significados semelhantes na língua portuguesa e na língua francesa, os diferentes usos linguísticos conferem acepções mais ou menos privilegiadas para a palavra espírito. Apesar de dicionários das duas línguas indicarem o significado relacionado ao pensamento, a substância imaterial, a inteligência e ideação, esses usos são mais notáveis no francês, o que reforça a construção bachelardiana.

questionando a ideia de um real preexistente. Ele também argumenta que a Física einsteiniana não se configura como uma continuidade do pensamento newtoniano, mas sim, uma ruptura, que não significa o apagamento do anterior, mas a emergência de um novo sistema de pensamento.

Não há, pois, uma transição entre a Física de Newton e a Física de Einstein. Não vamos do primeiro ao segundo, acumulando conhecimentos, conduzindo experimentos mais precisos, ou retificando alguns princípios. Pelo contrário, é preciso um esforço de total novidade. (BACHELARD, 1934, p. 42, tradução nossa¹⁷)

O Bachelard “diurno” acredita que a passagem de uma forma de compreensão de conceitos científicos para a outra é marcada por rupturas, que podem ser caracterizadas por elevações no grau de abstração das ideias. Esse conhecimento objetivo a que Bachelard se refere está relacionado com o uso da razão sobre o irracional, não no sentido de primitivo, mas de animismo, que ainda não foi sujeito ao crivo de um *racionalismo aplicado*. Essas rupturas são marcadas pela superação de *obstáculos epistemológicos*, conceito fundante do pensamento bachelardiano, que se fazem presentes no processo de produção de novos conhecimentos científicos, em contraponto ao que se pode denominar de conhecimento comum. Pode-se dizer que “de fato, o espírito não se choca com obstáculos epistemológicos por acidente: eles são inerentes ao desenvolvimento científico, que começa sempre pela crítica daquilo que ele já crê saber, isto é, do sentido comum e da opinião” (BONTEMPS, 2017, p. 45).

Em decorrência, a superação de um obstáculo epistemológico significa a ruptura com ideias pré-estabelecidas que não correspondem a uma realidade científica. Esta ruptura se dá a partir da necessária retificação de um *erro* relacionado a concepções prévias não científicas de diversas naturezas, que são os próprios obstáculos epistemológicos. Para prosperar, uma ideia científica precisa entrar em conflito com as experiências do conhecimento comum

(...) uma hipótese científica que não esbarra em nenhuma contradição tem tudo para ser uma hipótese inútil. Do mesmo modo, a experiência que não retifica nenhum erro, que é monotonamente verdadeira, sem discussão, para que serve? A experiência científica é portanto uma experiência que contradiz a experiência comum. (BACHELARD, 1996, p. 13-14).

¹⁷ “Il n’y a donc pas de transition entre le système de Newton et le système d’Einstein. On ne va pas du premier au second en amassant des connaissances, en redoublant de soins dans les mesures, en rectifiant légèrement des principes. Il faut au contraire un effort de nouveauté totale”

A noção de erro, portanto, está relacionada com a produção do conhecimento científico. Retificá-lo significa a superação de um obstáculo epistemológico. Nesse sentido, Lopes (2007) diz que “*sendo o erro entendido como necessário e intrínseco ao conhecimento, o conceito de obstáculo epistemológico funda positivamente a obrigação de errar*”. Extrapolando essa ideia, sem o erro, não haveria Física delineada como ciência.

No processo de recontextualização que aludimos anteriormente, esta ideia escapa da Física escolar, conferindo um caráter enciclopédico aos seus conhecimentos. A existência de aproximações, resultantes de erros que não podem ser mitigados, seria uma espécie de acinte à estabilização da Física escolar, protegendo de abalos os conhecimentos teórico-matemáticos, arraigados a um idealismo que é herança do cartesianismo nos conhecimentos da Física clássica, que são a base do corpus da Física escolar. Nesse sentido, Bachelard diz: “por isso cremos que uma das mais temíveis objeções para as teses idealistas é a existência inegável de um erro que não pode, por natureza, ser totalmente eliminado e que obriga a nos contentarmos com aproximações” (BACHELARD, 2004, p. 16)

Este excerto consta no livro *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*, oriundo de sua tese de doutorado, em que Bachelard esmiúça pormenores da Física como problemas nas medidas experimentais e nos casos de simplificações e aproximações, discutindo assim algumas vicissitudes da Física. Dessa forma, argumentando sobre o papel das proporcionalidades na construção de relações entre grandezas físicas:

Muitas vezes, o pensamento proporcionalista não alcançará a expressão matemática exata. Ela ficará implicada e obscura na locução dicotômica “quanto mais... tanto mais...”: quanto mais elevada for a temperatura, tanto mais a barra se dilatará. Esse resumo basta para o saber preguiçoso; falta um esforço de clareza para que ele se explique. Ele adota, então, independentemente da experiência, a forma da proporção. Todos os pedagogos da Física seguiram essa incorporação progressiva de nitidez. (BACHELARD, 2004, p. 108).

A compreensão de apenas como duas grandezas estão relacionadas matematicamente parece ter satisfeito os “pedagogos da Física”. O interesse em si no fenômeno, numa explicação que alie as causas físicas com a devida preocupação em se entender todas as variáveis que compõe o problema parece contribuir para a

“matematização” da Física escolar. Por isso, restringir uma grandeza física a uma compreensão teórico-matemática implica que “conceber uma medida em si é descambar em um geometrismo exagerado” (idem, p. 109). Bachelard sinaliza ainda os problemas que aproximações e proporções da Física macroscópica podem implicar se simplesmente levadas ao “infinitamente pequeno na física” (idem, p. 110). Aqui ele também acena para a ideia de ruptura.

A cada ordem de grandeza corresponde uma física e talvez uma lógica. Ao fazer um raciocínio tão simples e claro como a proporção fora de nosso plano de realidade comum, podem despertar falsas intuições. Fazemos uma espécie de extrapolação lógica. Porque afinal nossos princípios de lógica aplicada, por mais livres que estejam de sua matéria experimental, são esquemas tirados de uma experiência. (BACHELARD, 2004, p. 110)

Assim, ao estabelecer que há “lógicas” distintas para a compreensão de fenômenos em diferentes escalas, Bachelard se preocupa com as implicações que o desenvolvimento da ciência pode levar aos “sistemas de pensamento”. Para ele, o conhecimento científico não é uma continuidade complexificada do senso comum, sendo, pois, uma ruptura de um sistema epistemológico para outro. Bachelard exemplifica citando o funcionamento de um espectrômetro de massas.

Seremos contestados por propormos uma distinção muito delicada para distinguir conhecimento comum e conhecimento científico. Mas é preciso entender que as nuances aqui são filosoficamente decisivas. Não é nada menos do que a primazia da reflexão sobre a percepção, nada menos do que a concepção numenal de fenômenos tecnicamente constituídos. As trajetórias que separam isótopos no espectrômetro de massas não existem na natureza; você tem que produzi-las tecnicamente. (BACHELARD, 1966, p. 103, tradução nossa¹⁸)

O caso do funcionamento deste importante aparato para o desenvolvimento da ciência moderna é essencial para a compreensão da ideia de “fenomenotécnica”, que se relaciona, em certa medida, com a necessidade da ciência moderna e contemporânea de “fabricar” os fenômenos a serem investigados. A percepção de

¹⁸ “On nous objectera que nous proposons une distinction bien délicate pour séparer la connaissance commune et la connaissance scientifique. Mais il est nécessaire de comprendre que les nuances sont ici philosophiquement décisives. Il ne s’agit rien moins que de la primauté de la réflexion sur l’aperception, rien moins que de la préparation nouménale des phénomènes techniquement constitués. Les trajectoires qui permettent de séparer les isotopes dans le spectroscope de masse n’existent pas dans la nature; il faut les produire techniquement”

uma realidade passa ser ressignificada, a partir do momento que o “real” pode ser produzido.

A filosofia de Bachelard denuncia marcadamente a inadequação das filosofias positivistas e espiritualistas aos conceitos e teorias científicas novas; por outro lado, a filosofia engendrada pelo cientista busca adequar-se ao novo espírito científico, porquanto, as ciências contemporâneas contradizem a existência, sua ideia de real não é mais a ideal do real projetada pela razão imutável das filosofias tradicionais. A noção de real da ciência contemporânea é produzida dia após dia por meio do conhecimento objetivo. (MACHADO, 2016, p. 15)

Essa constituição de um “real científico” também pode ser pensada através de mudanças no que Bachelard chama de perfis epistemológicos, presente em várias obras, mas com destaque nas considerações iniciais do *Racionalismo Aplicado* e ao segundo capítulo da *Filosofia do Não*, intitulado “a noção de perfil epistemológico (BACHELARD, 1996, 2009). Em linhas gerais, eles representam distintas formas de se entender a “atividade do espírito científico”. A *Filosofia do Não*, em certo sentido, permite um ensaio de uma compreensão holística das ideias de outras obras de Bachelard como ‘O racionalismo aplicado’, ‘O engajamento racionalista’, ‘A atividade racionalista da Física contemporânea’, ‘A experiência do espaço na física contemporânea’, que acenam para compreensões ontológicas e epistemológicas do novo espírito científico que emerge com a Física do início do século XXI.

Destarte, o não prefigura a forma encontrada por Bachelard para ratificar a mobilidade e o pluralismo como elementos potencializadores tanto da teoria como da experiência. A negatividade instaura o risco na investigação científica, desconcertando suas premissas. Ou seja, o pensamento permite-se a surpresa com o incognoscível, com aquilo que se expõe à verificação, e pode, por conseguinte, deflagrar inauditas formas de pensar. Eis, enfim, um pensamento que persegue a diferença e não a identidade. Em vista disso, contra o idealismo e o realismo ingênuo - ou contra o racionalismo e empirismo - Bachelard propõe uma filosofia da ciência que se oriente por uma razão mutante que amplia suas noções, reorganiza suas bases. Diverso daquele racionalismo professado pelas filosofias que alçam seus princípios aos quintais da intangibilidade esterilizando-os, o racionalismo aplicado instaura uma solidariedade ativa entre a teoria e o objeto. (PAIVA, 1997, p. 20)

Em *A Filosofia do Não*, Bachelard (2009) constrói uma instigante análise sobre diferentes “estágios de maturidade” (p. 21) de um conceito científico. Ele discute as diferentes formas de se compreender a ideia de *massa*, a partir de “doutrinas filosóficas” relacionadas aos perfis epistemológicos, que englobam a percepção animista de quantidade perceptível ao instinto da visão, passando pelo empirismo de

medições com balanças, o racionalismo newtoniano, até o que ele denominou de surracionalismo¹⁹ da mecânica de Dirac, que propiciou novos conhecimentos à Física:

Dirac foi o primeiro a se surpreender com esse resultado (massa negativa) e demorou a admitir suas implicações. Contudo, ao final, adotou uma atitude surracionalista, aceitando a sugestão ontológica das equações: a própria estrutura da equação induzia a hipótese física da existência potencial de um elétron positivo, a antipartícula que hoje chamamos de pósitron, e convidava a testá-la. (BONTEMPS, 2017, p. 69)

Bachelard (2009), considerando o conceito de massa, estabelece cinco perfis epistemológicos: realismo ingênuo; empirismo claro e positivista, racionalismo clássico (newtoniano), racionalismo completo e racionalismo discursivo (p. 40-41). Ele atribuiu a eles, respectivamente, a experiência sensorial de quantidade, o uso de uma técnica de medição precisa – citando a balança, a definição de massa como a razão entre força e aceleração, a ideia de massa relativística (não-absoluta) como função da velocidade tal qual concebida por Einstein e a ideia de massa negativa oriunda das equações de Dirac. Bachelard apresenta essas noções de acordo com o crescente grau de abstração e racionalidade ligados a elas. Esta última, é uma expressão de um

¹⁹ Nas versões em língua portuguesa de *A Filosofia do Não*, tanto brasileira (1978), quanto de Portugal (2009), trazem a tradução ultra-racionalismo para o termo “surrationalisme”, que Bachelard (1972) cunhou a partir do prefixo “sur” que forma a palavra em francês para surrealismo. Bachelard se inspira no movimento artístico e literário de vanguarda que surgiu no âmbito parisiense para criar o termo homólogo. Escolhemos por adotar a tradução “surracionalismo” conforme consta no livro traduzido para o português de Vincent Bontemps (2017) sobre a obra de Bachelard, por julgarmos que o prefixo “ultra” em português leva a uma pequena distorção no conceito original bachelardiano. Quando justapomos ultra a um termo transmite-se a ideia de “além de” ou de “em excesso”, conforme dispõe o dicionário ‘Houaiss’. Em francês, segundo o dicionário ‘Le petit Robert micro’ o prefixo “sur” ao preceder um termo pode indicar “um grau elevado” ao que se refere. Assim, o surrealismo transmite uma ideia de uma outra categoria de real. Do mesmo modo, o surracionalismo de Bachelard não se refere a um excesso de racionalidade, mas uma forma mais complexa de racionalismo, que ele utiliza para analisar alguns desdobramentos do pensamento matemático na realidade do mundo quântico, da Física do micro. Como ele argumenta na introdução de sua obra “*O engajamento racionalista*”:

“Mudar o racionalismo do passado do espírito para um devir do mesmo, da memória à tentativa, do elementar ao complexo, de um nível de lógica menos complexo para um mais, essas são tarefas essenciais para uma revolução do espírito. Para isso, é necessário, por meio de tentativas sutis, conduzir a razão, não apenas questioná-la criticamente, mas proceder com um devido escrutínio. Em suma, é necessário restituir à razão humana suas características de turbulência e contundência. Contribuir-se-á assim a inauguração de um surracionalismo que multiplicará as possibilidades do pensamento. Quando esse surracionalismo encontrar sua doutrina, poderá ser relacionado ao surrealismo, pois a sensibilidade e a razão serão agrupadas, ambas, juntas, à sua fluidez. O mundo físico experienciará novos caminhos. Compreenderemos e sentiremos diferentemente. Será estabelecida uma razão experimental capaz de organizar “surracionalmente” o real como o sonho experimental de Tristan Tzara organiza surrealisticamente a liberdade poética.” (BACHELARD, 1972, p. 7-8). Tradução nossa.

Original disponível em:

http://classiques.uqac.ca/classiques/bachelard_gaston/engagement_rationaliste/engagement_rationaliste.pdf - acesso em 23/07/2021)

racionalismo que supera o próprio racionalismo, daí o termo *surracionalista*, para se referir a um resultado matemático que desafia as bases do pensamento e se mostra surpreendente.

Objectar-nos-ão que o conceito de massa negativa não encontrou ainda a sua interpretação experimental²⁰ e que, conseqüentemente, o nosso exemplo de racionalização dialéctica permanece vago; que o conceito de massa negativa levanta, quando muito, um problema. Mas é surpreendente que uma tal questão se possa levantar. Esta possibilidade sublinha o valor da interrogação da Física matemática. (BACHELARD, 2009, p. 35)

A proposição matemática das equações de Dirac sugeriria mais do que a extrapolação da ideia de massa absoluta que a relatividade de Einstein trouxe: a ideia de massa negativa. O que em um primeiro momento parece absurdo, mas na compreensão filosófica de Bachelard é plausível, considerando essa perspectiva surracionalista, que corrobora uma “supremacia da Física matemática” (idem, p. 12), que imprime a marca da racionalidade sobre a irracionalidade empírica de um realismo ingênuo. Os fenômenos não acontecem simples e desinteressadamente. Eles são pensados, produzidos e manipulados dentro do que é possível da técnica racionalista. Eis, pois, a essência do racionalismo aplicado que Bachelard propõe.

Este racionalismo aplicado, este racionalismo que retoma os ensinamentos fornecidos pela realidade para os traduzir em programa de realização, goza, aliás, segundo pensamos, de um privilégio recente. Para este racionalismo prospectivo, muito diferente por isso do racionalismo tradicional, a aplicação não é uma mutilação; a ação científica guiada pelo racionalismo matemático não é uma transigência de princípios. A realização de um programa racional de experiência determina uma realidade experimental sem irracionalidade. (BACHELARD, 2009, p. 12)

Ele argumenta dessa maneira que os fenômenos produzidos são mais ricos que os fenômenos naturais. Voltemos a outro exemplo de Bachelard sobre as reconfigurações racionalistas, em que o espectrômetro de massas é paradigmático, uma vez que a ideia de “pesar átomos” é totalmente distante das nossas experiências cotidianas macroscópicas.

Mas quando no século XX os isótopos são classificados e pesados, uma técnica indireta é necessária. O espectrômetro de massa, essencial para esta técnica, é baseado na ação de campos elétricos e magnéticos. É um

²⁰ Recentemente, foi criada em condições muito específicas de laboratório, dentro do que o próprio Bachelard denomina de fenomenotécnica, “objeto com massa negativa”. (<https://www.bbc.com/portuguese/geral-39652571> acesso em 23/07/2021)

instrumento de medição indireta quando comparado com a balança. A ciência de Lavoisier, que inaugura o positivismo da balança, relaciona-se com os aspectos imediatos da experiência usual. Ela muda de status quando se considera as interações eletromagnéticas entre as partículas. Os fenômenos elétricos dos átomos estão escondidos. É necessário recorrer a um aparelho que não tem sentido direto na vida comum. Na química de Lavoisier, o cloreto de sódio é pesado como cotidianamente pode se pesar o sal de cozinha. (BACHELARD, 1966, p. 103, tradução nossa²¹)

Dessa maneira, a concepção de real é reconfigurada com as mudanças de perfis epistemológicos no fazer ciência. Na medida em que se caminha de um realismo na compreensão de fenômenos para uma perspectiva racionalista, um “*real dado*” se redesenha em um “*real científico*”, que se estabelece a partir de uma “*fenomenotécnica*” que Bachelard define como condições experimentais criadas com o auxílio dos instrumentos modernos, caso exemplificado pelo espectrômetro de massas (LOPES, 2007, p. 42 e BONTEMPS, 2017). No caso da massa negativa, um real científico como possibilidade especulativa emerge de uma “abstração da abstração” dessa ideia em um perfil surracionalista.

A ciência moderna acaba por se configurar em constantes (re)conciliações entre a herança de sistemas teórico-experimentais prevalentes e dos novos sistemas de pensamento mobilizados por ela mesma. Este é contínuo movimento de rupturas e permanências no bojo da atividade científica, que não se translada para o bojo da Física escolar, nos processos de recontextualização aludidos anteriormente. A dimensão do racionalismo aplicado se perde, assim como o papel do *erro*. A Física escolar se recusa a um escrutínio de seus conhecimentos, conferindo a eles o status de inquestionáveis dentro de uma perspectiva teórico-matemática-idealizada. Ela o faz admitindo apenas o lado da “supremacia matemática” que o surracionalismo nos lega.

²¹ “Mais quand au XXe siècle on trie et pèse les isotopes, il faut une technique indirecte. Le spectroscope de masse, indispensable pour cette technique, est fondé sur l’action des champs électriques et magnétiques. C’est un instrument qu’on peut bien qualifier d’indirect si on le compare à la balance. La science de Lavoisier qui fonde le positivisme de la balance est en liaison continue avec les aspects immédiats de l’expérience usuelle. Il n’en va plus de même quand on adjoint un électrisme au matérialisme. Les phénomènes électriques des atomes sont cachés. Il faut les instrumenter dans un appareillage qui n’a pas de signification directe dans la vie commune. Dans la chimie lavoisienne on pèse le chlorure de sodium comme dans la vie commune on pèse le sel de cuisine”

2.3 – A Física enquanto disciplina escolar

Diante do conjunto das considerações tecidas, pensando na estabilização da disciplina escolar Física, nos decorre três perguntas encadeadas que encontram uma resposta em comum. O que é a Física escolar, qual a finalidade da física escolar e o que se ensina, quando se ensina Física? Em uníssono: a descrição perfeita de fenômenos, em que não cabe a ideia de erro.

O conhecimento escolar da Física admite que as grandezas podem ser conhecidas em absoluto, quando isto não se mostra possível, conforme Bachelard nos alerta: “Devemos portanto resistir ao costume do espírito matemático que vive inteiramente no ambiente da relação. A quantidade existe antes de sua medida. O real, o fato são complexos sempre mal definidos de grandezas e qualidades” (BACHELARD, 2004, p. 91).

Nesse sentido, a Física escolar é aquela Física que não erra. Na sua incessante busca pela descrição perfeita dos fenômenos, ela procede sem pudor com simplificações e supressões de variáveis nas abordagens de fenômenos e problemas. Poder-se-ia argumentar que essa estratégia facilitaria o ensino de conhecimentos relativamente complexos. Essa pretensão de ser ensinável descola a Física escolar de uma realidade possível. “Se é realizado com facilidade é porque se desenvolve num plano irreal. Essa irrealidade é o preço de sua facilidade” (BACHELARD, 2004, p. 17). É notável, portanto, o caráter apodítico que a Física escolar assume. Ao mesmo tempo, ele é necessário para garantir o devido grau de abstração possível no escopo do ensino médio, como elemento importante para manutenção do status da disciplina escolar no currículo. Assim, segundo Goodson (2019, p. 97), “o maior status acadêmico na escola secundária tende a concentrar-se em um conhecimento teórico abstrato dissociado do mundo do trabalho ou do mundo cotidiano do estudante”.

No caso da Física escolar, este “conhecimento teórico abstrato” se associa a descrição perfeita de fenômenos que se estabelece a partir de dois troncos: a supressão da ideia de erro, como argumentamos anteriormente, esmaecendo o caráter experimental da ciência Física, e a primazia da linguagem matemática. Cremos que esta última se configura a partir da recontextualização da perspectiva surracionalista que a Física moderna e contemporânea inaugurou.

Ao discorrer sobre o ato de descrever como propósito da ciência, Bachelard argumenta que um conhecimento ensinado não é de mesma natureza que um conhecido produzido, o que traz implicações para o papel da Matemática na Física. Ela é necessária em ambas as situações, o que pode conferir à linguagem utilizada na descrição de um fenômeno maior relevância do que ele em si.

Para resistir à tendência de sistematizar, tão sedutora ao filósofo, devemos conferir todo o sentido à descrição inicial e não esquecer que a descrição é a finalidade da ciência. É dela que se parte. É a ela que se volta. Quase sempre o que leva a considerar a descrição como método de segunda classe é que, nas ciências principalmente, confunde-se o conhecimento tal como é transmitido com o conhecimento tal como é criado. Assim, dá-se ao signo mais importância que a coisa significada; a física, em particular, encontrou na matemática uma linguagem que se desliga com facilidade de sua base experimental e, por assim, dizer, pensa sozinha. (BACHELARD, 2004, p. 14)

Nesse sentido, a Matemática quase despreza a Física. Quando Bachelard coloca que ela “pensa sozinha” e que ela é “uma linguagem que se desliga com facilidade de sua base experimental” temos uma descrição do cenário em que se produz Física e se (tenta) ensinar e aprender Física. Retomando nossas considerações sobre “Física científica” e “Física acadêmica” engendradas no capítulo 01, temos que o “conhecimento criado” advém da primeira, enquanto o “conhecimento transmitido” assenta-se no terreno da segunda. A potência do pensamento surracionalista não cabe na “Física acadêmica”, em que temos a estabilidade do conjunto dos conhecimentos produzidos historicamente. O novo, o emergente, o contraditório, o instigante ficam na produção de conhecimentos de fronteira.

A Matemática “pensa sozinha” na seara da Física, mas o faz de uma maneira na “Física científica” e de outra na “Física acadêmica”, que apresenta o conhecimento físico como um compêndio de equações a ser apreendido por futuras gerações de profissionais de ciências exatas/naturais. O descolamento da “base experimental” que a Matemática protagoniza na descrição de fenômenos físicos tem uma função na “Física científica” e outra na “Física acadêmica”. Enquanto na primeira ele se mostra necessário no engendramento de novos conhecimentos, que demandarão a apropriada verificação experimental, na segunda ele é fruto de uma definição programática curricular. Argumentamos, pois, que a perspectiva surracionalista sofre uma primeira recontextualização nas escolhas dos contornos da Física acadêmica, que por sua vez influencia a arquitetura da Física escolar.

Ora, se os saberes escolares da Física se configuram estáticos, o conhecimento científico não o faz. A Física enquanto ciência se desenvolveu a partir de lacunas, erros, mudanças de paradigmas, buscando explicações e quantificando fenômenos observáveis (in)diretamente da natureza. Os valores de grandezas e parâmetros da Física são obtidos a partir de medições experimentais que são realizadas em determinadas condições. Assim, reforçamos a nossa premissa de que o entendimento do universo conhecido como Física pode ser pensado a partir da tríade Física escolar – Física acadêmica – Física científica, sendo que a episteme universitária da Física se constitui nessas duas últimas.

Conforme os estudos de Goodson (2007, 2013), o status e a permanência de uma disciplina no currículo dependem do quão maior for o caráter acadêmico dela. As características do que entendemos como Física acadêmica – a estruturação burocrática da Física nas universidades, abrangendo, p. ex., as formas de organização do conhecimento nos cursos de graduação – delineiam concepções de ciência, produções de verdades que são recontextualizadas na constituição da Física escolar, que se dá na medida em que uma descrição perfeita de fenômenos, sem erros e imprecisões, torne-se possível.

São notáveis as situações ideias que exemplificam nossa argumentação: a desconsideração do atrito e da resistência do ar; fios retos, longos e infinitos no vácuo; máquinas ideais com rendimento de 100%; o estudo de movimentos uniformes, exercícios abstratos, descontextualizados e às vezes desconexos de uma realidade. Não propomos extirpar esses condicionantes da modelagem do conhecimento físico, pois a importância deles não pode ser negada como estruturantes do pensamento da Física. A herança do cartesianismo não desaparece simplesmente com a Física moderna, como Bachelard nos diz. “Na realidade, nenhuma das retificações que marcam as grandes revoluções científicas da física contemporânea resultam da correção de um erro nas regras cartesianas” (BACHELARD, 1934, p. 147, tradução nossa²²).

O que colocamos em voga é o papel dessas situações na constituição de uma perspectiva de uma ciência sem erros que contribui para a estabilização da Física

²² “En réalité, aucune des rectifications qui marquent les grandes révolutions scientifiques de la Physique contemporaine ne résulte de la correction d'une erreur relative aux règles cartésiennes.”

na organização curricular da escola básica, dentro de contextos e finalidades sociais específicos. Esse caráter acadêmico que as disciplinas escolares incessantemente buscam, não se constitui apenas na aproximação com a carreira universitária, mas também na relação com os exames externos e de seleção. Segundo Goodson (2001), as escolas “colocam, efetivamente, uma ênfase esmagadora nos exames acadêmicos” (p. 186) e isso tem impactos no modus operandi escolar e consequências negativas para uma justiça social: “entre as disciplinas escolares, há uma clara hierarquia de status, baseada no pressuposto de que determinadas matérias, as chamadas ‘acadêmicas’, são adequadas para os alunos ‘capazes’, enquanto as outras não (idem, p. 185).

A Física incorporada no secundário é justamente a algebrizada e preparatória para os cursos superiores, ou seja, finalmente o ensino de Física adquire as funções que conhecemos hoje e o conteúdo adquire o formato algebrizado que, aliás, apresenta traços até os dias de hoje. (NICIOLI JUNIOR e MATTOS, 2008, p. 220)

A origem e estabilização da Física enquanto disciplina escolar no Brasil segue este duplo script dentro de movimentos que se desenrolaram no início do século XX. Depois da introdução do ensino de Física no Brasil no século XIX, ainda no contexto do surgimento do Colégio Pedro II (BUSS, 2017, p. 155), a Física se desenha como disciplina escolar a partir de década de 1930 – assim como a pesquisa sistematizada em Física (VIEIRA e VIDEIRA, 2007) – considerando os eventos da reforma Francisco Campos e o Decreto-Lei 1.190/39 (idem).

Esses dois eventos foram importantes para a composição das disciplinas escolares e das respectivas carreiras universitárias, que contribuem para a constituição do que Goodson (2001) denomina de comunidades disciplinares, que também participam das complexas relações envolvidas nos processos de estabilização das disciplinas no currículo. Segundo o autor, “com a criação de cursos de formação especializados por disciplinas, os docentes começam a ver-se, cada vez mais, como membros de uma ‘comunidade disciplinar’” (p. 184).

Almeida-Junior (1980) e Diogo e Gobara (2007) sinalizam a vinculação dos conhecimentos de Física desde meados do século XIX ao ingresso no ensino superior. Nas palavras do primeiro: “Esse ‘exame de passagem’ conserva o enciclopedismo imposto pela reforma de Benjamin Constant e acentua a característica de ensino

secundário de esgotante preparação para o ensino superior” (ALMEIDA-JUNIOR, 1980, p. 57). E segundo Diogo e Gobara (2007)

o período imperial trouxe poucas contribuições ao ensino de Física e das outras Ciências Naturais, priorizava-se o ensino de Humanidades à semelhança do que era feito na época dos Jesuítas, além de imprimir ao ensino secundário um caráter puramente preparatório ao exame de admissão ao ensino superior. (idem, p. 4)

Nicoli Junior e Mattos (2012) abordam essas duas dimensões na constituição da Física escolar através da análise de parte da história do ensino de Física no contexto Faculdade de Medicina de São Paulo no período de 1913 a 1943. Eles consideram que “o curso superior de Física foi essencial no remodelamento curricular da Física secundária”.

No que diz respeito ao ensino de Física no secundário, a disciplina se tornou obrigatória para ingresso no Ensino Superior somente no final do século XIX e, mesmo assim, tardou a ganhar destaque no ensino secundário brasileiro devido ao forte tradicionalismo do ensino humanístico-literário que havia na época. No início do século XX, São Paulo e Rio de Janeiro eram os “polos científicos” do Brasil, uma vez que formavam engenheiros e médicos. Para isso, esses cursos necessitavam iniciar o aluno nas disciplinas científicas, justificando a disciplina Física de nível secundário estar no primeiro ano do Ensino Superior. Por isso, essas instituições foram muito importantes para o ensino brasileiro, já que foram as pioneiras do ensino científico no Brasil. (idem, p. 856)

Os autores procedem com uma minuciosa análise da organização da citada faculdade de medicina e posteriormente se dedicam a discutir aspectos do ensino da Física nos livros didáticos utilizados e nas provas aplicadas. Eles destacam um exercício que é ilustrativo do caráter acadêmico associado ao conhecimento físico e discorrem sobre as contribuições da existência de um curso de Física no âmbito da formação médica para a disciplina escolar Física.

Eram apresentados exercícios na seguinte forma: “Qual o trabalho realizado por um ponto de 5 gr. de massa em 11 oscilações completas com um movimento senoidal cuja amplitude é 2 centímetros e cujo período é 12 segundos?”, o qual foi extraído de uma prova de 5 de fevereiro de 1935. (idem p. 867)

Esses autores trazem um interessante exemplo das relações da presença de uma tradição acadêmica na disciplina escolar. Esta influência de um curso de medicina sobre a Física escolar pode ser interpretada como um dos fatores que contribuíram para a estabilização dela no currículo, além da influência das

correspondentes carreias universitárias na composição da disciplina escolar. Conforme argumenta Moreira (2012, p. 32), “para a sociologia das disciplinas escolares estas são vistas como corpos dinâmicos de conhecimento, elaborados por comunidades de especialistas”. Se uma disciplina existe, resiste e persiste no currículo, isto se deve a atuação dos membros da comunidade disciplinar (GOODSON, 2001) nas diferentes dinâmicas que envolvem a produção de políticas curriculares.

A tendência de persistir na comunidade disciplinar de ensino de física uma concepção propedêutica para o ensino médio, com prevalência para a escolha de conteúdos de ensino abstratos e acadêmicos, vai ao encontro do que foi observado por Goodson com relação ao processo de desenvolvimento e estabilidade das disciplinas no currículo escolar. (SILVA, 2006, p. 126)

Assim, consideramos que a prevalência dos conteúdos abstratos e acadêmicos contribuem para a perspectiva de uma Física teórico-idealizada e compõem a descrição perfeita de fenômenos que caracteriza o corpus da Física escolar. Nesse sentido, a cinemática é paradigmática na perpetuação deste caráter. Poder-se-ia dizer que ela é mais uma espécie de Matemática do que conhecimento físico. Moreira (2018, p. 76) afirma que “os alunos começam a não gostar de Física” através dela. Todavia, parece que parte da comunidade de pesquisadores e professores de Física ainda atribuem um papel importante a ela. Se ficássemos restritos a trabalhos de 20 anos que propunham uma alternativa ao ensino de cinemática (NAPOLITANO e LARIUCCI, 2001), a assertiva anterior se desmancharia no ar.

Mas podemos elencar recentes pesquisas sobre o tema: uma proposta de ensino de cinemática apoiada na metodologia *peer instruction* para alunos de EJA (RAMALHO, 2019), proposta de uso de jogos para ensinar cinemática no 9º ano do EF (ALVES, 2019), a robótica educacional para o ensino de cinemática (TEIXEIRA et. al., 2018), proposta de sequência didática utilizando simuladores no aprendizado de gráficos em cinemática (OLIVEIRA, 2016), dentre outros que as bases de dados nos retornam.

À cinemática é atribuída a alcunha de “estudo da descrição de movimentos”, o que em essência é interessante e importante. Extrapolando, o entendimento sobre os movimentos na escala subatômica e na escala cosmológica

são centrais no desenvolvimento da “Física científica” contemporânea. Mas no bojo da Física escolar, a cinemática é apresentada valorizando o aparato matemático da descrição dos fenômenos, situação estabelecida desde o início do século XX, em consonância com o movimento de estabilização da disciplina escolar Física.

Nicoli Junior e Mattos (2008) estudam a forma como a cinemática é abordada nos livros didáticos do ensino de ciências brasileiro no período de 1810 a 1930. Eles identificam uma abordagem “descritiva”, passando para uma “descritiva-experimental”, seguida de uma “demonstrativa-experimental” até que “nas primeiras décadas do século XX, temos a ‘algebrização’ do conteúdo, momento que são dispensados os experimentos e as figuras, sendo substituídos por situações hipotéticas e as explicações científicas baseiam-se na razão” (idem, p. 202). Os conteúdos de movimentos uniformes, retilíneos integram a cinemática e tem uma filiação a epistemologia cartesiana de uma compreensão integral e sintética da realidade. Segundo Bachelard:

Assim, não se aceitará nem mesmo como primitivo o caráter curvilíneo da trajetória. O único movimento verdadeiro será o único movimento claro, o movimento simples, reto e uniforme. Ao longo do plano inclinado, uma mudança contínua de velocidade não será assumida porque as velocidades devem se apresentar na forma de naturezas separadas, como os elementos simples e distintos de uma queda bem definida. (BACHELARD, 1934, p. 143, tradução nossa²³)

Os conhecimentos de cinemática se mostram como inabaláveis no corpus da Física escolar, sendo um dos pilares desta “fortaleza inexpugnável” (KLIEBARD apud GOODSON, 2001, p. 92). A marcante presença da noção de espaço desde Galileu, junto com as compreensões de tempo e velocidade, são um dos sustentáculos da Física escolar. Novamente inspirados em Bachelard (1972, p. 123), podemos dizer que nem o “tremor” que a teoria da relatividade restrita causou a esses conceitos, tidos como absolutos, foi suficiente para abalá-los dentro da estrutura da Física escolar.

²³ “Ainsi on n’acceptera pas même comme primitif le caractère curviligne de la trajectoire. Le seul mouvement vrai sera le seul mouvement clair, le mouvement simple, rectiligne, uniforme. Le long du plan incliné, on ne supposera pas une variation continue de la vitesse parce que les vitesses doivent se présenter sous forme de natures séparées, comme les éléments simples et distincts d’une chute bien définie”

Bachelard assim não reduz o valor da física newtoniana perante a relatividade, mas celebra esta última na inauguração de um novo sistema de pensamento. Não há solução de continuidade entre as concepções de absoluto e relativo, de modo que “não seria correto dizer que o mundo newtoniano prediz os contornos gerais do mundo einsteiniano” (BACHELARD, 1934, p. 42, tradução nossa²⁴). As bases epistemológicas de ambas são distintas. A física de Newton ainda advém de um tipo de empirismo, que inexistente sob qualquer hipótese na racionalidade relativista.

A objetificação empreendida pela Relatividade se desenvolve em um nível completamente diferente, visa uma generalidade de essência, não de fato, uma generalidade de contornos próprios a informar impressões, racionalmente. A relatividade, portanto, vai contra o empirismo. (BACHELARD, 1929, p. 206, tradução nossa²⁵)

A cinemática, portanto, resiste no âmago da Física escolar. As definições de tempo e espaço absolutos são fundantes na atividade científica que se desenhava no contexto de Descartes, Galileu e Newton. As certezas que se constroem a partir das observações científicas e das induções matemáticas tem um simbolismo em um contexto que as certezas dominantes tinham suas raízes no campo dogmático da religião. O transcurso do período histórico do ocidente – a idade moderna – em que a Física adquire seus contornos foi marcado por

profundas transformações ocorridas nas noções de “rigor” e de “ciência”, sobretudo em razão do surgimento de um paradigma científico, centrado na física de Galileu, mas que se revelou muito mais duradouro do que ela. De fato, a ciência de Galileu tinha uma natureza totalmente diversa: o emprego da matemática e do método experimental implicava, respectivamente, a quantificação e repetibilidade dos fenômenos. (FARIAS e BAROLLI, 2013, p. 1141)

A mecânica clássica que se instaura sob os auspícios das ideias de Galileu e Newton evoca uma racionalidade em que a fixidez dos parâmetros seja indispensável para a devida previsibilidade dos fenômenos que possam garantir o conforto da certeza para o espírito científico. A relatividade opera em um outro nível

²⁴ “On ne peut donc pas dire correctement que le monde newtonien préfigure en ses grandes lignes le monde einsteinien”

²⁵ “L’objectivation entreprise par la Relativité se développe sur un tout autre plan, elle vise à une généralité d’essence, non de fait, une généralité des cadres propres à informer les impressions, rationnellement. La Relativité va donc à contre-sens de l’empirisme.”

do pensamento racional que demanda uma certa flexibilidade que não é compatível com a certeza da física newtoniana. Dessa forma, os princípios da mecânica relativista fogem ao controle dos conhecimentos da Física escolar que primam pela descrição perfeita dos fenômenos. A cinemática, assim como os demais temas da mecânica clássica, continua incólume no arcabouço da Física escolar.

A descrição racional de grandezas, através de linguagem matemática é o cerne da Física escolar, que contribui para a compreensão da natureza teórico-idealizada dos conhecimentos que ela mobiliza. Isso se procede com o devido distanciamento do caráter experimental, que a situa em um ponto entre um “real dado” e um “real científico” na acepção de Bachelard. A Física escolar, ao mesmo tempo que se afasta de um realismo empirista, se aproxima de um sistema de racionalidade, em que são valorizadas as relações que podem ser estabelecidas no campo teórico das grandezas físicas. Recorrendo novamente ao exemplo de Bachelard sobre a massa em A Filosofia do Não:

Com Newton a massa será definida como o quociente da força pela aceleração. Força, aceleração, massa, estabelecem-se correlativamente numa relação claramente racional dado que esta relação é perfeitamente analisada pelas leis racionais da aritmética. (...) É preciso vermos que, uma vez estabelecida a relação fundamental da dinâmica, a mecânica se torna toda ela verdadeiramente racional. Uma matemática especial associasse à experiência e racionaliza-a; a mecânica racional situa-se num valor apodítico; permite deduções formais; abre-se sobre um campo de abstração indefinido; exprime-se nas mais diversas equações simbólicas. Com Lagrange, com Poisson, com Hamilton introduzem-se "formas mecânicas" cada vez mais gerais em que a massa não é mais do que um instante da construção racional. (BACHELARD, 2009, p. 28-29)

Esta ampliação da mecânica newtoniana no âmbito da Física acadêmica se dá em um movimento de aproximação a um sistema de racionalidade, em uma seara essencialmente teórica do pensamento. Assim, a recontextualização desses saberes na instituição de uma Física escolar contribui para a constituição de uma imagem de ciência idealizada, sem erros. Este nível de abstração no contexto dos conhecimentos escolares aproxima a Física de uma tradição mais acadêmica, o que revela uma estratégia de se assegurar status no currículo e a consequente estabilização no rol de disciplinas que os estudantes devem cursar para passar aos exames de acesso de ensino superior.

Não obstante, os princípios da mecânica newtoniana levam a uma tal concepção racionalista em que “*ela satisfaz o espírito independentemente das verificações da experiência*” (BACHELARD, 2009, p. 29), o que enaltece o caráter positivo desses conhecimentos físicos elevando-os a uma condição de inquestionáveis, dentro do período que Bachelard denomina de *estado científico*, abrangendo o século XIX e conseqüentemente o domínio da Física clássica. Diante dessas condições, a possibilidade do erro inexistente.

Por outro lado, a despeito das cada vez mais frequentes inserções da Física moderna no escopo do Ensino Médio (RODRIGUES, 2019) e de ela constar nos livros didáticos de Física do PNLD 2018 (KOPP e ALMEIDA, 2019), a supremacia na Física escolar ainda é da Física clássica. O exame dos sumários das obras no guia do PNLD 2018 (BRASIL, 2017) mostra que se destina a Física moderna os capítulos finais do terceiro volume das coleções. Kopp e Almeida (2019) apresentam uma interessante análise sobre o uso de metáforas e analogias na forma como os livros tratam os conhecimentos da Física moderna, porém consideram-na indiretamente como parte integrante do universo da Física escolar. Como aponta Buss (2017) em seu retrato histórico sobre a constituição da disciplina escolar Física.

(...) há uma estagnação, um processo de aceite e de amparo que assegura que os conteúdos da disciplina de Física já estão postos e determinados. (...) O que mais tem se aproximado de uma discussão em torno dos conteúdos é a inserção ou não da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no currículo da disciplina. Os argumentos favoráveis dão conta da necessidade de atualizar o conteúdo. No entanto, a intenção esbarra no preparo dos professores e justamente na dificuldade de acrescentar mais assuntos em uma grade curricular já dilatada. Uma vez que não se quer abrir mão do currículo já estabilizado, não há consenso em relação ao conteúdo que poderia sair para abrir espaço à FMC. (BUSS, 2017, p. 239)

Até a promulgação da BNCC, a estabilidade da Física escolar não havia sofrido grandes abalos. Os tradicionais conhecimentos são catedráticos. “Os conteúdos da disciplina de Física são praticamente os mesmos desde o momento em que ela surgiu no currículo do Imperial Collegio de Pedro II” (idem, p. 235). As considerações de Buss (2017) nos levam ao questionamento sobre a que nível devem ocorrer mudanças na organização da Física escolar para que os saberes da Física moderna possam ser acomodados.

Seria necessário algum tipo de retificação da episteme da Física escolar? O mecanismo que proporcionou a estabilização dela no currículo ao longo do século XX seria capaz de manter a mesma perspectiva teórico-abstrata, que nega o erro e endossa a certeza do previsível para garantir a perfeita descrição de fenômenos? Estaria a comunidade de pesquisadores e docentes do ensino de Física dispostos a “abrir mão do currículo estabilizado”? Obviamente não é possível responder a essas perguntas. Possibilidades alvissareiras de introdução da Física moderna no ensino médio despontam nas atividades escolares. Mas no movimento que Goodson indica em direção ao caráter acadêmico, haveria espaço para a “natureza probabilística” da mecânica quântica no bojo dos conhecimentos escolares da Física?

No caso da Física Clássica, a noção de previsibilidade mudou pela compreensão do caos determinístico, haja vista que se mostrou a impossibilidade de previsões de longo prazo em sistemas dinâmicos. (...) Na Mecânica Quântica, embora descrita por equações deterministas, o conceito de trajetória perde o sentido e a “previsibilidade” mesmo para um estado de uma partícula tem natureza probabilística: envolvem valores médios de observáveis. (STUDARD, 2021, p. 3)

Voltemos mais uma vez aos escritos de Bachelard para adensar nossa compreensão sobre a Física escolar. A noção de ponto material é indispensável na construção dos conhecimentos da cinemática e conseqüentemente da mecânica clássica. Seria possível conciliá-lo com o mundo “microfísico” das probabilidades? Discorrendo sobre implicações do princípio da incerteza de Heisenberg ao se tentar estabelecer a localização de moléculas no interior de um espaço cúbico, referentes “a um gás sob pressão muito fraca, de modo que se possa desprezar a ação mútua das moléculas muito afastadas entre si” (BACHELARD, 2010, p. 34):

Aqui, o Realista e o Cartesiano ficarão revoltados. Reivindicarão o direito de supor que os corpúsculos são imóveis na célula de localização. Querem analisar o espaço em repouso e separar a medida geométrica e a medida experimental. Pretendem ter o direito de dizer que a partícula está imóvel em um ponto, mas nem conseguem fixar o ponto preciso no interior da célula de localização que fornece os limites do erro de detecção. (...) Em outras palavras, de acordo com nossa intuição complexa, se há um ponto material em repouso, sinal de um real estático, ele está em algum lugar, não se sabe onde, no Universo infinito. A noção do ponto em repouso é estritamente homográfica da noção paradoxal de fronteiras de um espaço infinito. Ou seja, na ciência quântica, a noção de ponto material é inconcebível. (BACHELARD, 2010, p. 34-35)

A ausência da física moderna na espinha dorsal dos conhecimentos escolares da Física não seria um mero acaso. As disciplinas escolares são construções sócio-históricas. Logo, a ausência do erro, da incerteza, propicia que a Física escolar, no processo de recontextualização de ideias e saberes, esmaieça a existência dos obstáculos epistemológicos que seriam inerentes a gênese do conhecimento científico, segundo Bachelard. Considerando que o erro no contexto escolar é por vezes entendido como algo execrável, a ausência dele nos conteúdos da Física pode ser interpretada como uma forma de assegurar um status de conhecimento superior.

2.4 – A forte tradição “acadêmica” da Física escolar

Segundo Francisquini e Videira (2019), a organização dos programas de Física do curso científico na reforma Capanema, que ratificou a presença dela no ensino secundário, assemelha-se com os conhecimentos físicos listados pelos livros didáticos no guia do PNLD 2018 (BRASIL, 2017) e na apresentação dos objetos de conhecimentos na matriz de referência do ENEM (BRASIL, 2009). A autora e o autor salientam que “o programa atual sofreu poucas modificações (...) ele manteve seu caráter conteudista e tecnicista” (FRANCISQUINI e VIDEIRA, 2019, p. 8). Conforme já argumentamos, essa característica de conhecimentos desconexos de um mundo real e dinâmico, voltados para o cumprimento de protocolos de admissão ao ensino superior, compõe a estratégia de estabilização das disciplinas escolares. Não é surpreendente, portanto, que “conteúdos muito mais próximos da lógica acadêmica são oferecidos como aqueles que deveriam compor o currículo da disciplina de Física” (BUSS, 2017, p. 164).

O percurso desenhado até o momento nos mostra a estreita vinculação da disciplina escolar Física com uma tradição acadêmica. De acordo com o modelo de Layton, do qual Goodson se apropria e Buss (2017) pauta sua tese doutorado, a emergência da Física escolar já carrega em si os princípios de estabilização. Segundo Buss (2017, p. 234), “a disciplina de Física surgiu no currículo secundário a partir da adoção do modelo e dos livros didáticos franceses e esteve longe de atender aos anseios e necessidade dos estudantes”. Sobre os livros didáticos franceses, a análise

desenvolvida por Braga, Guerra e Reis (2008) é elucidativa sobre a composição do caráter acadêmico na forma como a Física é abordada nesses materiais.

Dentre as diversas opções de livros escritos na primeira metade do século XIX, dois manuais foram selecionados para pesquisa: o Cours de Mécanique de Jean Marie Constant Duhamel (1797-1872) e o Cours de Physique de Gabriel Lamé (1795-1870), ambos ministrados na Escola Politécnica de Paris (BRAGA, GUERRA e REIS, 2008, p. 514).

Não havia espaço para que uma perspectiva utilitária pudesse minimamente compor os primeiros passos do ensino secundário brasileiro de Física. Além da influência dessas obras, os exames para ingresso no superior contribuíram para o marcante contorno acadêmico da Física. Buss (2017), ao se referir a esse processo:

Assim, os conteúdos das disciplinas do Ensino Médio acabavam sendo modificados e suas características passavam a aproximar-se cada vez mais da lógica Acadêmica. A disciplina de Física viveu esse processo no momento em que foi uma das escolhidas para compor o cronograma de exames de ingresso para as faculdades de Medicina. (BUSS, 2017, p. 234)

O conjunto destes dois “manuais” com suas características sobre a forma em que a Física é apresentada constituem o que os autores denominam de “*concepção dogmático instrumental*” do ensino de Física. Ela seria apresentada como um conhecimento pronto em que a primazia é da descrição simples e matemática dos fenômenos, tal qual ainda se verifica no contexto da Física escolar (COSTA e BARROS, 2015). Essa concepção que os livros didáticos franceses traziam é preponderante na definição dos contornos da perspectiva teórico-matemática-idealizada que caracteriza, portanto, a descrição perfeita de fenômenos almejada pelos conhecimentos escolares da Física.

Essa opção pedagógica deu à formação científica um caráter dogmático e instrumental, onde não existem controvérsias e apenas o produto importa, em detrimento do processo. Tal concepção, mais que representar uma corrente de pensamento, era uma tendência de época, abraçada por toda uma geração.

A concepção dogmático-instrumental ensaiada nos traités do século XVIII e absorvida pelos cours do século XIX não ficou restrita à formação dos engenheiros. De uma forma geral, ela foi absorvida por toda a educação científica posterior e em todos os níveis. Embora em alguns deles os conteúdos físicos e matemáticos fossem simplificados, sua forma de apresentação permaneceu a mesma. Com o tempo, a concepção dogmático-instrumental tornou-se sinônimo de educação científica. (Braga, Guerra e Reis, 2008, p. 518)

Assim, o caráter acadêmico da Física escolar adquire mais nitidez a partir desses processos de recontextualização de ideias que são deslocadas para a órbita da disciplina escolar, como este caso dos princípios positivistas nas coletâneas didáticas francesas, em que “à medida que os conhecimentos tendiam para uma maior complexidade de seus conteúdos, tornava-se inviável o caminho histórico” (idem, p. 516).

O estudo de um fenômeno passa primeiro pelo escrutínio do pensamento que depende da nossa capacidade de abstração. A Física assume esse mister para si e constrói estruturas racionais que emergem de nossos sistemas de pensamento e não de simples observações experimentais, pois justamente inexitem no mundo natural na forma como as concebemos. Segundo considerações de Bachelard sobre os raios luminosos:

Se considerarmos apenas um raio de luz, naturalmente estaremos inclinados a considerá-lo como o caminho de luz de um corpúsculo de luz. Como alguém associaria uma onda a ela? É necessário, pois, para estabelecer a dupla representação da óptica clássica, considerar uma família de raios. Deve-se notar também que a unidade geométrica chamada raio de luz é uma ideia limitante. A experiência só nos dá feixes de raios. Por mais que um feixe seja independente, ele implica em uma pluralidade inumerável de raios. Esta observação banal deve permanecer como uma objeção às reivindicações de uma concepção de fenômenos luminosos que os ingenuamente reduza a um raio de luz. A multiplicidade na descrição desses fenômenos é inevitável. Quando falamos de um raio, devemos lembrar que se trata de uma abstração. (BACHELARD, 1965, p. 63, tradução nossa²⁶)

Essa característica é um dos traços marcantes do conhecimento da Física, que parece assumir uma autossuficiência quando recontextualizada para o âmbito da Física escolar, que tem a abstração como apodítica na configuração de seu caráter acadêmico, uma vez que ela dispensa qualquer filiação a discussões sobre a dimensão das técnicas experimentais. Abstração esta que se complexifica ainda mais

²⁶ “Si l’on ne prend qu’un rayon lumineux, on sera tout naturellement incliné à le considérer comme le trajet lumineux d’un corpuscule de lumière. Comment lui associerait-on une onde? Il faut donc, pour fonder la double représentation de l’optique classique, considérer une famille de rayons. Remarquons d’ailleurs que l’unité géométrique dénommée rayon lumineux est une conception limite. L’expérience ne nous livre que des faisceaux de rayons. Si délié que soit un faisceau, il implique une pluralité innombrable de rayons. Cette remarque banale doit rester une objection contre les prétentions à la conception naïvement unitaire des phénomènes lumineux. Une multiplicité insigne est, dans ces phénomènes, un des caractères inéluctables. Quand on parle d’un rayon, il faut se souvenir que c’est une abstraction.”

quando ela se configura matematicamente face a impossibilidade que o mundo da microfísica impõe de se estabelecer relações causais.

Abstração por abstração, é melhor escolher a mais adequada — não a abstração natural, mas as abstrações coordenadas dos matemáticos. Se não é possível que a ciência corpuscular e a ciência ondulatória se reconciliem, ficará a cargo dos aparatos matemáticos da teoria ondulatória e da teoria corpuscular possibilitar uma reconciliação entre elas. (BACHELARD, 1965, p. 191, tradução nossa²⁷)

A dualidade onda-partícula é uma das marcas do “novo espírito científico”, que exigiu um esforço do pensamento racionalista em domínio que não existia nas teorias da Física clássica. Como explicar algo que se comporta de duas maneiras distintas, que não podem ser apreendidas ao mesmo tempo, cujas evidências emergiram dos procedimentos experimentais desenvolvidos dentro da fenomenotécnica? Descartada a hipótese de uma bipolaridade da natureza, resta a Física compreender o peculiar comportamento da matéria pelas lentes do arsenal matemático. A abstração a que se refere Bachelard torna-se parte efetiva do *modus operandi* da Física, que adquire contornos diferentes quando recontextualizada para o escopo da disciplina escolar.

Tal é o caráter teórico-abstrato-matemático da Física, que mesmo princípios físicos aparentemente simples, que se relacionam com situações do nosso mundo sensível, como a noção de força, não escampam desse sistema de racionalidade que cria subterfúgios para tornar a natureza inteligível. O conhecimento físico adquire paulatinamente um caráter de hermetismo em relação as nossas experiências cotidianas.

Mas o conceito físico de força não é apenas uma tradução de algo presente no mundo como os esforços realizados no cotidiano. Força é uma ideia muito mais complexa, pois envolve características específicas, como direção e sentido, submetendo-se a princípios como o de ação-e-reação. Tais características não estão presentes nos esforços musculares feitos pelo homem sobre os objetos materiais. Não há, de fato, nenhuma situação tirada do mundo que possa representá-la perfeitamente. (PIETROCOLA, 2002, p. 103)

²⁷ Abstraction pour abstraction, mieux vaut choisir la bonne, l'abstraction mathématique — non pas l'abstraction naturelle, mais les abstractions coordonnées du mathématicien. S'il y a jamais une conciliation entre science du corpuscule et science de l'onde, elle se fera dans une compénétration des deux mathématiques de la corpusculation et de l'ondulation.”

Os breves argumentos que tecemos a partir dos trabalhos destacados analisados indicam o quão presente é a perspectiva acadêmica na constituição da Física escolar. O artigo de Braga, Guerra e Reis (2008) é assertivo ao demonstrar a construção de um caráter dogmático do ensino de Física, considerando a influência da descrição isolada e matemática de fenômenos, negligenciando os aspectos próprios da Física como uma ciência da natureza, o que contribuiu para a consolidação da perspectiva que denominamos teórico-idealizada. As relações dos conhecimentos mobilizados pela Física escolar, pensadas também a partir dos escritos de Bachelard, corroboram a filiação dela a preceitos acadêmicos. Esse forte caráter acadêmico é um obstáculo a inserção de outras perspectivas na Física escolar, como as questões socioambientais.

A problemática socioambiental é, sem dúvida, ilustrativa de situações que se constituem num verdadeiro desafio para o modelo – ou paradigma – epistemológico da ciência moderna, sobretudo pelo fato de que essa problemática não pode ser idealizada, o que na produção do conhecimento das Ciências Físicas, por exemplo, constitui-se num procedimento comum. Ao contrário, a análise e a compreensão dessas problemáticas requerem, justamente, que seja considerada a complexa rede de inter-relações dos fenômenos naturais, bem como dos contextos sociais e políticos. (FARIAS e BAROLLI, 2013, p. 1135)

Estabelecidas essas primeiras “interações eletromagnéticas”, com nossa lente teórica devidamente delineada, continuemos em nosso “mergulho”, aproximando-nos um pouco mais de nosso “átomo”, penetrando nos seus elétrons periféricos evocando os fótons UV, para discorrermos sobre os Institutos Federais no capítulo seguinte.

Capítulo 03 – Interações eletromagnéticas II

Compondo o campo empírico – “penetrando no átomo” com a radiação UV

O discurso da globalização que fala em ética esconde, porém, que a sua é a ética do mercado e não a ética universal do ser humano, pela qual devemos lutar bravamente se optamos, na verdade, por um mundo de gente (p.124)

O progresso científico e tecnológico que não responde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades da nossa existência, perdem, para mim, sua significação (p.127)

É exatamente por causa de tudo isso que, como professor, devo estar advertido do poder do discurso ideológico, começando pelo que proclama a morte das ideologias (p. 129)

Paulo Freire – Pedagogia da Autonomia

Os Institutos Federais (IFs) foram criados a partir da Lei 11.892, de 29 de dezembro de 2008, mediante a integração das escolas agrotécnicas federais e dos CEFETs (Centros Federais de Educação Tecnológica) em alguns estados; e a transformação do CEFET em IF em outros. Este processo não se desenrolou livre de tensões e negociações políticas, considerando a tradição quase secular dessas instituições precedentes (FLACH, 2014). Mas o que os novos IFs poderiam apresentar de inovador em relação aos seus antecessores, que justificaria torná-lo objeto de atenção e estudos?

A resposta para essa questão remonta à história do que hoje é denominada de *Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica*, vinculada à Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação. Ela é composta pelos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia - Institutos Federais; Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR; Centros Federais de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET-RJ e de Minas Gerais

- CEFET-MG; Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades Federais e o Colégio Pedro II no Rio de Janeiro²⁸.

3.1 – Um panorama histórico da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

Os IFs são o marco mais recente de uma história que se iniciou em 1909 com a criação das 19 Escolas de Aprendizes Artífices²⁹, com o objetivo de formar profissionais em ofícios específicos como alfaiataria, sapataria e carpintaria (BRASIL, 1909a;1909b). O ensino apresentava, portanto, um caráter estritamente profissional e se destinava àqueles que não tinham acesso as tradicionais escolas da época.

Desta forma se construiu a significação do termo “artífice”, ou seja, uma pessoa que trabalha com esforço físico, com as mãos, em ofícios mecânicos, distinguido daqueles que exercem atividades, mesmo com as mãos, mas que requerem educação, refinamento e inspiração, que serão os filhos dos mais abastados, ligados às artes liberais, mais tarde chamadas de Belas-Artes. (COLOMBO, 2020, p. 14)

A instituição dessas escolas pode ser associada, por um lado, a uma “protoideia”³⁰ de inclusão social endossando o papel do Estado na formação dos indivíduos, mas ao mesmo tempo uma forma de manutenção das desigualdades presentes na nossa sociedade. Colombo (2020) indica que a preocupação central não era o estabelecimento de um projeto educacional, “pois bastava ocupar, com certa destreza em atividades manuais, os menores desvalidos, para evitar de se tornarem perigosos por conta da ociosidade” (idem, p. 6). Logo, tratava-se de uma política de ordem econômica e social, visto que “a instrução manual era um paliativo com caráter moral ao mesmo tempo que produtivo” (ibidem, p. 7). Ainda nas palavras do autor:

A criação das Escolas de Aprendizes Artífices, no entanto, não significou uma integração do trabalho com a educação ou a escolarização do trabalho pelo ensino técnico, muito pelo contrário, as ideias que vigoravam na época continuavam a entender que havia uma desvinculação entre formação profissional e educação, ou seja, entre trabalho e educação. A educação,

²⁸ Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm - acesso realizado em 20/03/2021

²⁹ Na literatura e em diversas referências sobre a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica e sua história é comum encontrarmos a referência a Escolas de Aprendizes e Artífices, com a partícula “E”. Nós a grafamos tal qual está no Decreto original de 1909 por razões históricas e linguísticas. Para mais detalhes ver COLOMBO, I. M. Escola de Aprendizes Artífices ou Escola de Aprendizes e Artífices? Educar em Revista, Curitiba, v. 36, e71886, 2020

³⁰ Apropriamo-nos deste termo conforme Ludwick Fleck o concebe.

diferente de ensino profissional, era aquela de base teórica, intelectualista. (COLOMBO, 2020, p. 8)

Neste contexto de inauguração do que se conhece como ensino técnico não se pode deixar de discorrer sobre a figura do então presidente Nilo Procópio Peçanha, um hábil político. Formado em Direito, exerceu mandatos como deputado e foi, como se denominava na época, presidente do estado do Rio de Janeiro antes de ser eleito como Vice-presidente em 1906. Ele se tornara presidente da república em 1909 devido ao falecimento de Afonso Pena. Nilo Peçanha acumulou considerável capital político durante sua gestão do estado do Rio de Janeiro, sendo responsável pela criação de 4 escolas profissionais fora da capital: Campos (cidade natal dele), Petrópolis, Niterói e Paraíba do Sul (COLOMBO, 2020, p. 4). Com três meses de mandato como chefe do executivo nacional, o decreto 7566 que criava as Escolas de Aprendizes Artífices foi publicado. Nilo Peçanha tem origem pobre e era negro. É tido como nosso primeiro e único presidente negro. Apesar dos questionamentos que se pode fazer sobre as finalidades sociais dessas escolas, elas foram criadas por um homem negro na presidência do Brasil³¹.

No transcorrer do século XX, o desenvolvimento dessas escolas levou a mudanças em seus nomes, passando para Liceus em 1937, de acordo com a Lei N. 378, de 13 de janeiro do referido ano, conforme o Art. 37, reproduzido na grafia original: “A Escola Normal de Artes e Offícios Wencesláo Braz e as escolas de aprendizes artífices, mantidas pela União, serão transformadas em lyceus, destinados ao ensino profissional, de todos os ramos e grãos.”

Cabe salientar que a designação de Liceus não implica em uma elevação do status dessas escolas. Desde o surgimento do primeiro Liceu no Rio de Janeiro em 1856 (COLOMBO, 2020, p. 17), estas instituições voltavam-se a formação de ofícios manuais, relacionados a atividades mecânicas mais elaboradas do que as desempenhadas pelos então artífices. A cultura literária e outros conhecimentos relacionados as Letras eram (são) tidos como superiores. “Segundo Luiz Antônio

³¹ É imperativo salientar a figura de Nilo Peçanha pois é paradigmático que a hoje denominada rede federal de educação tecnológica foi criada por um presidente negro, de origem socioeconômica deslocada das elites. Não é comum encontrarmos referências a este fato na maioria dos textos que mencionam a criação da escola de aprendizes artífices. O racismo estrutural é edificante da nossa sociedade. O livro do professor Silvio Almeida, cujo título é justamente Racismo Estrutural, poderia ser uma leitura necessária à formação educacional em diversas instâncias.

Cunha, a “academia foi criada para ser uma escola superior, enquanto que o liceu era a ‘escola do povo’”, uma era para a aristocracia e a outra era para as inteligências acanhadas trabalharem em oficinas úteis (...)” (idem).

Os artífices derivaram das mecânicas, mas ainda não eram ofícios, que seriam as artes mecânicas superiores, refinadas, a serem aprendidas nos Liceus. Artífice, portanto, seria menos prestigiado que os poucos oficiais formados, que, por sua vez, eram inferiores aos artistas liberais formados em Belas-Artes dos Liceus. (COLOMBO, 2020, P. 18)

Com o Decreto-lei N. 4.127 de 25 de fevereiro de 1942 o conjunto dessas instituições passa a compor a “rede federal de estabelecimentos de ensino industrial” composto por quatro tipos de escolas: técnicas, industriais, artesanais e de aprendizagem. O decreto traz os detalhamentos de todos os cursos que devem ser criados e traz a nomenclatura escola técnica federal. A vocação para o mundo do trabalho é a espinha dorsal dessas escolas. Através da Lei N. 3.552 de 16 de fevereiro de 1959 é disposta uma nova organização as escolas técnicas e industriais. É reforçada a oferta de cursos de nível básico e técnico, mas há um tom pouco menos tecnicista:

Art 1º É objetivo das escolas de ensino industrial mantidas pelo Ministério da Educação e Cultura:

- a) proporcionar base de cultura geral e iniciação técnica que permitam ao educando integrar-se na comunidade e participar do trabalho produtivo ou prosseguir seus estudos;
- b) preparar o jovem para o exercício de atividade especializada, de nível médio. (...)

Art. 4º O curso básico, de quatro séries, de educação geral, destina-se aos alunos que hajam concluído o curso primário e tem como objetivo ampliar os fundamentos de cultura, explorar as aptidões do educando e desenvolver suas capacidades, orientando-os, com a colaboração da família, na escolha de oportunidades de trabalho ou de estudos ulteriores. (BRASIL, 1959)

Essas escolas ainda foram “autorizadas a organizar e ministrar cursos de curta duração de Engenharia de Operação” (BRASIL, 1978, Art. 1º), cujo foco era uma formação básica de nível superior. Em 1967, por meio do decreto nº 60.731, os órgãos de ensino que eram vinculados ao Ministério da Agricultura, escolas de ensino agrícola, passaram a integrar e rede federal no âmbito do então Ministério da Educação e Cultura. As escolas agrícolas vieram a ser conhecidas como agrotécnicas, estabelecendo um modelo de ensino chamado “escola-fazenda”, que visava promover a integração entre ensino e aprendizagem e questões do mundo produtivo rural (FLACH, 2014, p. 61).

A próxima etapa no percurso da Rede Federal é a criação dos CEFETs de Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro a partir da transformação das escolas técnicas federais, através da Lei 6545, de 30 de junho de 1978. O artigo 2º indicava as finalidades dessas instituições.

Art 2º - Os Centros Federais de Educação Tecnológica de que trata o artigo anterior têm os seguintes objetivos:
I - ministrar ensino em grau superior:
a) de graduação e pós-graduação, visando à formação de profissionais em engenharia industrial e tecnólogos;
b) de licenciatura plena e curta, com vistas à formação de professores e especialistas para as disciplinas especializadas no ensino de 2º grau e dos cursos de formação de tecnólogos;
II - ministrar ensino de 2º grau, com vistas à formação de auxiliares e técnicos industriais;
III - promover cursos de extensão, aperfeiçoamento e especialização, objetivando a atualização profissional na área técnica industrial;
IV - realizar pesquisas na área técnica industrial, estimulando atividades criadoras e estendendo seus benefícios à comunidade mediante cursos e serviços. (BRASIL, 1978)

Com a instituição desses Centros, cursos de nível superior poderiam ser ofertados com foco na área tecnológica, bem como as então denominadas licenciaturas plena e curta. Na alínea “b)” do inciso “I” havia, portanto, a previsão para que os CEFETs pudessem contribuir com a formação de professores das tradicionais disciplinas escolares vinculadas ao que podemos denominar de núcleo propedêutico. Previa ainda a preparação de profissionais para lecionar nas disciplinas específicas de áreas técnicas, o que de fato não prosperou.

O processo de implementação dos CEFETs foi lento, sendo que esta lei foi regulamentada pelo decreto 87.310 de 21 de junho de 1982. Os próximos CEFETs instituídos foram no estado do Maranhão (Lei 7.863, de 31 de outubro de 1989) e na Bahia (Lei 8.711, de 28 de setembro de 1993). Os CEFETs de outros estados foram gradativamente implementados a partir da promulgação da Lei 8.948, de 8 de dezembro de 1994. A transformação de Escolas Técnicas Federais em CEFETs se desenrolou por toda a década de 90.

Através do exame do teor das legislações mencionadas anteriormente, fica evidente o compromisso dos CEFETs com a oferta de cursos que apresentem um caráter utilitário, que atenda as demandas do mundo tecnológico e do mercado de trabalho por profissionais com qualificação técnica. O artigo 2º citado anteriormente,

que tratava dos objetivos dos CEFETs adquire nova redação através do Art. 3º da Lei 8.711/93:

O Art 2º da Lei nº 6.545, de 30 de junho de 1978, passa a vigorar com a seguinte redação:

"[Art. 2º](#) Os Centros Federais de Educação Tecnológica de que trata o artigo anterior têm por finalidade o oferecimento de educação tecnológica e por objetivos:

I - ministrar em grau superior:

a) de graduação e pós-graduação lato sensu e stricto sensu, visando à formação de profissionais e especialistas na área tecnológica;

b) de licenciatura com vistas à formação de professores especializados para as disciplinas específicas do ensino técnico e tecnológico; (grifo nosso)

II - ministrar cursos técnicos, em nível de 2º grau, visando à formação de técnicos, instrutores e auxiliares de nível médio;

III - ministrar cursos de educação continuada visando à atualização e ao aperfeiçoamento de profissionais na área tecnológica;

IV - realizar pesquisas aplicadas na área tecnológica, estimulando atividades criadoras e estendendo seus benefícios à comunidade mediante cursos e serviços." (BRASIL, 1993)

As mudanças nos incisos II, III e IV possibilitaram uma atualização em relação a publicação original de 1978, substituindo os termos “industriais” e “técnico” por tecnológico e introduzindo a ideia de educação continuada, que não representam retificações em si. Na redação da alínea b) do inciso I, por sua vez, foi suprimida a formação de professores das disciplinas referentes ao então 2º Grau, deixando a indicação de que os cursos de licenciatura deveriam se destinar a formar professores para disciplinas que seriam ligadas ao ensino técnico e tecnológico, o que por si só é ambíguo. Pode-se interpretar que o texto se refere somente aquelas matérias da área específica de um curso técnico ou ainda que a Física, p. ex., pode ser uma disciplina específica de um curso técnico em mecânica ou eletrônica.

Com a finalidade de regulamentar a criação do “Sistema Nacional de Educação Tecnológica” pela Lei 8.948 de 8 de dezembro de 1994, é publicado o Decreto 2406 de 27 de novembro de 1997, que dispunha normativas não somente para os CEFETs, mas também para eventuais estabelecimentos privados que eventualmente se dispusessem a oferecer cursos técnicos e tecnológicos. Os “novos” objetivos dessas instituições federais seriam, de acordo com o artigo 4º deste decreto:

Art. 4º - Os Centros de Educação Tecnológica, observadas as características definidas no artigo anterior, têm por objetivos:

I - ministrar cursos de qualificação, requalificação e reprofissionalização e outros de nível básico da educação profissional;

II - ministrar ensino técnico, destinado a proporcionar habilitação profissional, para os diferentes setores da economia;

III - ministrar ensino médio;

IV - ministrar ensino superior, visando à formação de profissionais e especialistas na área tecnológica;

V - oferecer educação continuada, por diferentes mecanismos, visando a atualização, o aperfeiçoamento e a especialização de profissionais na área tecnológica

VI - ministrar cursos de formação de professores e especialistas, bem como programas especiais de formação pedagógica, para as disciplinas de educação científica e tecnológica; (grifo nosso)

VII - realizar pesquisa aplicada, estimulando o desenvolvimento de soluções tecnológicas, de forma criativa, e estendendo seus benefícios à comunidade. (BRASIL, 1997)

Em comparação com a Lei 8.711/1993, este decreto traz uma diferença que pavimentou o surgimento dos primeiros cursos de formação de professores nos CEFETs. Ele ampliava as possibilidades de ação dessa instituição, uma vez que ele substitui “a formação de professores especializados para as disciplinas específicas do ensino técnico e tecnológico” por “formação de professores e especialistas, bem como programas especiais de formação pedagógica, para as disciplinas de educação científica e tecnológica”. A inclusão do termo disciplinas de educação científica abrange tacitamente aquelas das ciências da natureza, como a Física. Entretanto, a possibilidade de oferta de cursos para formação de professores já estava presente desde a criação dos primeiros CEFETs através da Lei 6.545/1978.

O inciso VII do artigo destacado acima inaugura uma atribuição aos CEFETs que é alinhada a demandas relacionadas a questões econômicas e pragmáticas: a ideia de pesquisa aplicada. Há muita controvérsia em torno desta proposição, a começar pela dificuldade em se construir uma interpretação sólida a respeito dela. Pensar em algo aplicado nos remete ao utilitarismo do conhecimento. O problema em si não é considerar a utilidade de uma pesquisa, mas reduzir as possibilidades de trabalhos que não objetivem a priori a atender uma determinada demanda do setor produtivo.

Salienta-se que a ampla estruturação dos CEFETs se deu no decorrer da década de 90, sob influência da ascensão dos princípios econômicos movidos pela crescente onda da globalização. As demandas pela formação de profissionais generalistas, capazes de atuar nos modos de produção cada vez mais influenciados pelo mundo tecnológico, era crescente. Nesse sentido, o excerto anterior ilustra os propósitos dos então CEFETs. O foco não está na formação do indivíduo, do cidadão, mas apenas na figura do trabalhador, que possa atender as demandas do mundo por geração desmedida de supostas riquezas.

O contexto e cenário político da década de 90 foram muito influenciados pelos princípios econômicos de reformas neoliberais, com ideias desestatizantes e em prol do estado mínimo, que reverberaram nas legislações e funcionamento das instituições do ensino técnico e tecnológico federal. As normativas legais desse período ligadas as Escolas Técnicas Federais e aos CEFETs trazem condicionantes orçamentários.

Após o período de ditadura, nas primeiras eleições diretas para Presidente da República ocorrido em 1989, o então candidato Fernando Collor de Mello foi eleito com o discurso de “caça aos marajás”, redução do tamanho do Estado, privatização das empresas estatais, controle dos gastos públicos e abertura da economia. (...) No Governo do Presidente Itamar Franco foram adotadas diversas medidas para preparar o país para a inserção no circuito internacional de valorização financeira como a securitização da dívida externa, a desregulamentação do mercado financeiro e a abertura do fluxo internacional de capitais.

No Governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso foram reduzidas as tarifas alfandegárias, o que resultou em facilidades para a entrada no país de mercadorias, capitais e serviços. O presidente Fernando Henrique Cardoso também liderou a privatização de diversas empresas estatais e a reforma da previdência com o objetivo de se produzir *superavit* primário para quitação de dívidas com credores internacionais. Houve redução do nível de investimentos em infraestrutura, tais como ferrovias, portos, aeroportos, estradas, refinarias e hidrelétricas. (SILVA, 2017, p. 79-80)

Os anos 2000 são marcados por mudanças nas condições econômicas e políticas do Brasil. No ano de 2004 foram publicados dois decretos que traziam novas atribuições aos CEFETs, indicando um panorama distinto daquele que se desenhava nos anos anteriores. Mencionamos então o Decreto 5.154 de 23 de julho de 2004 que dá um novo regulamento a educação profissional e o Decreto 5.224 de 1 de outubro de 2004. Destacamos a seguir o artigo 4º deste último que elenca as novas ações que poderiam ser executadas pelos CEFETs:

Os CEFET, observadas a finalidade e as características básicas definidas nos arts. 2º e 3º deste Decreto, têm por objetivos:

I - ministrar cursos de formação inicial e continuada de trabalhadores, incluídos a iniciação, o aperfeiçoamento e a atualização, em todos os níveis e modalidades de ensino;

II - ministrar educação de jovens e adultos, contemplando os princípios e práticas inerentes à educação profissional e tecnológica;

III - ministrar ensino médio, observada a demanda local e regional e as estratégias de articulação com a educação profissional técnica de nível médio;

IV - ministrar educação profissional técnica de nível médio, de forma articulada com o ensino médio, destinada a proporcionar habilitação profissional para os diferentes setores da economia;

V - ministrar ensino superior de graduação e de pós-graduação lato sensu e stricto sensu, visando à formação de profissionais e especialistas na área tecnológica;

VI - ofertar educação continuada, por diferentes mecanismos, visando à atualização, ao aperfeiçoamento e à especialização de profissionais na área tecnológica;

VII - ministrar cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica, nas áreas científica e tecnológica; (Grifo nosso)

VIII - realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções tecnológicas de forma criativa e estendendo seus benefícios à comunidade;

IX - estimular a produção cultural, o empreendedorismo, o desenvolvimento científico e tecnológico e o pensamento reflexivo;

X - estimular e apoiar a geração de trabalho e renda, especialmente a partir de processos de autogestão, identificados com os potenciais de desenvolvimento local e regional;

XI - promover a integração com a comunidade, contribuindo para o seu desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida, mediante ações interativas que concorram para a transferência e aprimoramento dos benefícios e conquistas auferidos na atividade acadêmica e na pesquisa aplicada. (BRASIL, 2004)

Ao contrastar os objetivos propostos pelos Decretos 2406/97 e 5.224/2004, fica nítido que se amplia o leque de atuação dos CEFETs, avançando-se discretamente em preocupações sobre a formação básica e ratificando o foco na educação tecnológica. Em respeito aos cursos de licenciatura, cuja destinação havia sido restringida à formação de professores para o ensino de disciplinas técnicas, conforme instituiu a Lei 8.711/93, alterada pelo decreto 2406/97 com a instituição do termo “disciplinas de educação científica”. Isto foi ratificado pelo decreto 5.224/04, conforme indica o inciso VII destacado acima. Em ambas as redações, há referência às disciplinas da “área científica”, que pode englobar Biologia, Física, Matemática e Química, de acordo com os incisos grifados.

A oferta de Licenciaturas pode ser entendida como uma espécie de ruptura com quase cem anos de vocação para o ensino técnico/ensino médio pelas instituições que compõe a rede federal. Os CEFETs podiam atuar no ensino superior, mas o foco era na oferta de cursos de bacharelado e tecnólogos nas áreas afins a tecnologia e engenharias. As discussões sobre o universo da docência em si não se constituíam prioritárias, tendo em vista o peso do legado da preponderância do conhecimento especializado em detrimento dos saberes pedagógicos, conforme o tradicional modelo “3+1” na formação de professores nos mostra. Destacamos estes dois pontos, pois eles dialogam com uma das finalidades centrais dos Institutos Federais, que é o foco na educação básica. Na próxima seção, dentro do escopo da presente pesquisa, discorreremos brevemente sobre o advento das Licenciaturas no âmbito dos CEFETs, com ênfase nas Licenciaturas em Física.

3.1.1 – As licenciaturas nos CEFETs

Apesar da previsão legal para oferta de cursos de formação de professores pairar no horizonte dos CEFETs desde 1978, apenas no ano de 2000 é promulgado o decreto 3462 que conferia autonomia a essas instituições para elaborarem cursos desta natureza.

Os Centros Federais de Educação Tecnológica, transformados na forma do disposto no art. 3º da Lei nº 8.948, de 1994, gozarão de autonomia para a criação de cursos e ampliação de vagas nos níveis básico, técnico e tecnológico da Educação Profissional, bem como para implantação de cursos de formação de professores para as disciplinas científicas e tecnológicas do Ensino Médio e da Educação Profissional” (grifo nosso) (BRASIL, 2000)

A partir deste decreto, são criadas as primeiras Licenciaturas em instituições públicas com características distintas das universidades. As primeiras foram a Licenciatura em Ciências da Natureza e suas tecnologias no ano de 2000 no CEFET da cidade de Campos no Rio de Janeiro; e a Licenciatura em Física na unidade do CEFET na capital paulista em 2001. Salientamos que esses CEFETs foram alçados a esta condição no início do ano de 1999, considerando que desde 1994 já havia a previsão da transformação das então Escolas Técnicas Federais em CEFETs. O curso na unidade Campos/RJ nasce no bojo dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e carregava em si a nomenclatura da área proposta por esses documentos.

Não se pode dizer que esses cursos surgem como uma efetiva política de Estado pensando em melhorias para a educação nacional. A implementação dessas novas licenciaturas ocorreu mediante controversas e desconfianças em relação as efetivas intenções do Ministério da Educação, conforme aponta Santos (2004) em sua dissertação de mestrado. Em um curto intervalo de tempo, essas instituições, que ainda carregavam a identidade de escolas técnicas, se viram diante da possibilidade de trabalhar com formação de professores.

A própria cultura institucional vigente, apesar da presença de professores de diversas áreas dentro dos CEFETs – uma vez que havia oferta das disciplinas do Ensino Médio nos cursos integrados³², era intimamente ligada a formação técnica e

³² A depender da instituição, havia oferta do curso de Ensino Médio separado da formação técnica.

associada as questões práticas tecnológicas. O legado dos CEFETs aos IFs é eivado do *ethos* da educação profissional, o que confere às licenciaturas a condição de estrangeiras no escopo da instituição. Trabalhos como o de Pansardi (2013), Flach (2014) e Lima (2016) tensionam essas especificidades. Recorrendo a uma metáfora, Pansardi (2013) constrói uma análise qualificando a presença das Licenciaturas na Rede Federal como “estranhos no ninho”. Segundo o autor

a principal função dos IFs é o ensino médio profissionalizante, e a própria estrutura foi concebida pensando este nível de ensino. As licenciaturas não tem uma estrutura administrativo-acadêmica própria. Não existe uma estrutura departamental, portanto, não existe um departamento de educação. Isso aponta que o objetivo, ao criar os IFs, não foi resolver os problemas que limitavam as licenciaturas nos CEFETs, mas sim limitar sua expansão. Assim, as licenciaturas ainda constituem um corpo estranho nos IFs. (PANSARDI, 2013, p. 242)

Pansardi (2013) problematiza também as influências do cenário econômico sobre os CEFETs e a posterior criação dos IFs. O advento das Licenciaturas nos CEFETs se dá no âmbito de reformas econômicas de cunho neoliberal propaladas por instituições supranacionais, como o banco mundial, em que são advogadas medidas de redução de despesas públicas, sem o devido escrutínio do contexto e necessidades locais. A possibilidade de oferta de cursos de formação de professores pelos CEFETs se configurou mais como uma solução apressada e menos como uma política pública engendrada endogenamente.

Santos (2004), em sua dissertação de mestrado, também entrevistou professores envolvidos na formulação das duas licenciaturas pioneiras citadas. Referindo-se aos docentes do então CEFET- Campos/RJ, a autora nos diz que: “A maioria dos entrevistados declarou que o MEC não contribuiu para a criação nem para a implantação do curso com verbas específicas” (idem, p. 79). Ela também elenca os problemas relacionados a infraestrutura para que as condições necessárias para os novos cursos fossem estabelecidas:

Equipamentos, capacitação, biblioteca, suporte institucional, especialista na área de formação de professores – afinal de contas esta não é uma área tradicional dos Cefets-, nenhuma dessas contribuições foi fornecida pelo MEC. Isto nos faz pensar qual o real motivo para que o MEC tivesse autorizado aos Cefets ministrarem cursos de formação de professores. Algumas questões são levantadas: será que desejavam retirar das universidades esta incumbência, para “esvaziar a universidade”? Seria mais uma investida para se desobrigar da educação pública que diz ser cara e levar para um lugar onde o custo seria menor, para uma simplificação desta

formação? (...) é nítido que o modelo que o MEC apresentava, através da SEMTEC, para a instalação das Licenciaturas, estavam muito mais próximo da extinta Licenciatura curta do que da Plena, seja em que formato fosse. (SANTOS, 2004, p. 79)

Ao mesmo tempo em que se poderia pensar as potencialidades de se conceber cursos de formação de professores em um novo cenário, as incertezas e dúvidas pareciam ser muito mais presentes no emergir da Licenciatura em Ciências da Natureza no então CEFET – Campos/RJ. Pela ausência de coordenação do MEC no processo de criação dessas novas licenciaturas e pelas perspectivas neoliberais da época, o foco estava mais em considerar uma forma com poucos custos para suprir as demandas por professores. Ainda nas palavras de Santos (2004):

No “Workshop CEFETs” em que participei em 2000, havia a disputa entre a SEMTEC (Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico) e a SESU (Secretaria de Ensino Superior) com relação a quem cabia acompanhar o trabalho feito nos Cefets para a construção dessas Licenciaturas. Também era claro a disputa pelo modelo “novo” a ser desenvolvido para a formação inicial de professores de Física nesses novos espaços - os Cefets. O discurso do governo da época (Fernando Henrique Cardoso), era de que as universidades formavam muito poucos professores na área científica, que seus currículos eram ultrapassados e que se gastava muito dinheiro para formar menos de uma dezena de professores de Física por semestre ou até por ano. Alguns Cefets aderiram a essa idéia do MEC. (SANTOS, 2004, p. 79-80)

A despeito das condições externas aos CEFETs, questões internas e pessoais dos professores parecem ter exercido um importante papel na gênese da licenciatura em Física do CEFET-SP. Santos (2004) aponta que insatisfações e preocupações comuns a um grupo de professores acerca das condições de trabalho e dos rumos da instituição foram a força motriz para que eles tratassem a concepção do curso como a “nossa missão na terra” (idem, p. 88).

O Cefet São Paulo também esteve presente no “Work Shop” ocorrido em Belo Horizonte e, segundo um dos entrevistados, ir a este encontro foi o “estopim da coisa” [a Licenciatura]. O grupo cresceu e concentrou esforços no sentido de instituir um curso de formação de professores. A opção pela Licenciatura em Física se deu em função das pessoas que estavam no grupo desde o começo – dois professores de física e um de matemática e também devido à demanda na cidade de São Paulo por licenciados em Física. (SANTOS, 2004, p. 89)

Na ocasião, início dos anos 2000, na região da grande São Paulo havia cerca de dezesseis milhões de habitantes e apenas três cursos de Licenciatura em

Física: na USP – Universidade de São Paulo, na Pontifícia Universidade Católica (PUCSP) e na Universidade Mackenzie (SANTOS, 2004). A abertura de um novo curso no CEFET traria mais vagas para a formação de professores de Física em uma instituição pública da cidade. Naturalmente, houve resistências por parte de um grupo de docentes, considerando o contexto da década de 90 e a forte identidade para com o ensino técnico da instituição, aludidos anteriormente.

As idéias que o grupo apresentava não foram aceitas pela totalidade dos profissionais do Cefet. Houve uma certa resistência, inclusive na área de Física da Escola. Era o “medo do novo”. A Instituição passou por problemas durante a reforma do ensino imposta pelo governo, uma reforma de fora para dentro. Os professores entrevistados afirmam que estavam acostumados com um tipo de educação que era de qualidade e, de repente, veio coisa nova. “O medo do novo fez a gente ficar com o pé atrás”. Alguns acreditavam que o curso não sairia do papel. (SANTOS, 2004, p. 90)

Apesar das contradições e problemas no âmbito político da época, o “novo”, para o grupo de professores do CEFET-SP envolvido na elaboração do curso, se mostrava como uma grande possibilidade de se constituir um percurso formativo que propiciasse uma efetiva formação pedagógica ao professor de Física, de modo a não reproduzir a lógica de conhecimentos rígidos de um curso de bacharelado.

Uma das preocupações desses profissionais era a de ser um curso diferenciado daquele ministrado pelas universidades que conheciam. Todos concordavam que este novo curso não poderia ser “uma sombra” do curso de Bacharel. Também não concordavam com a proposta que o MEC apresentava de realizar uma Licenciatura englobando todas as ciências – Matemática, Física, Química e Biologia. Um dos objetivos do curso era que o aluno tivesse uma boa formação na área específica, além da formação pedagógica e interdisciplinar e estágio bem ampliado. O curso começaria mais amplo, mais interdisciplinar, deveria começar com uma ampla visão de mundo para o aluno e, aos poucos, iria se dirigindo para a área específica de Física. (SANTOS, 2004, p. 91)

Cabe salientar que o surgimento dessas graduações antecedeu as DCN para a formação de professores (BRASIL, 2002), que influenciariam as diversas licenciaturas criadas e reformuladas subsequentemente. No decorrer da primeira década dos anos 2000, no período pré-criação dos IFs, no caso da Licenciatura em Física, houve uma discreta expansão nos CEFETs do país até o ano de 2008, com cursos nos estados do Pará, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Goiás, Rio de Janeiro e São Paulo (FRANCO e PIRES, 2009). Esses autores fazem uma síntese da distribuição da carga horária dos oito cursos existentes até aquele momento.

Esses cursos mostram-se distintos entre si e com enfoques diversificados na formação do professor de Física. Acredita-se que a formação de professores de Física nos CEFETs, mesmo adequando-se aos parâmetros legais mostra uma distorção no que se refere às disciplinas ofertadas. No curso do CEFET de Campos dá-se ênfase às disciplinas do núcleo específico que compreendem 56,96% do curso, já no curso do CEFET do Pará o núcleo específico corresponde a 42,10%. Vale salientar também que no caso do núcleo complementar a diferença é ainda maior, têm-se o CEFET do Pará com 40% de disciplinas nesse núcleo e o CEFET do Rio Grande do Norte com 19,84%. E no núcleo didático pedagógico a diferença maior fica entre os CEFETs do Piauí e de Nilópolis com 32,23% da matriz curricular no CEFET do Piauí e 9,52% da matriz curricular no CEFET de Química de Nilópolis. (FRANCO e PIRES, 2009, p. 5)

Apenas para efeito de comparação, há no momento mais de 30 cursos de Licenciaturas de diferentes disciplinas espalhados pelos campus do IFSP ao longo do território paulista. Em relação a Licenciatura em Física, são oito cursos ofertados em cidades do estado de SP, o mesmo número que era encontrado no país inteiro há cerca de 12 anos. Este contraste é um indicativo do que pode representar a expansão da rede federal, que se iniciou em meados da primeira década deste século XXI. Em dados do ano de 2019, são 799 cursos de Licenciatura em todo o país³³.

3.2 – A Expansão da Rede Federal e a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

O cenário que se erigia no desenrolar dos anos 2000 levou a criação de diversas políticas públicas para a área da educação, que podem ser consideradas como marcos de nossa história. Podemos destacar as Leis 10.639/2003 e 11.645/2008 que instituíam a obrigatoriedade de se trabalhar os ensinamentos da História e culturas afro-brasileiras e indígenas na educação básica brasileira. No âmbito do ensino superior, há a criação do Reuni que possibilitou a criação e expansão das universidades federais, além dos programas PROUNI e FIES, a despeito das controvérsias em torno deles em relação ao ensino privado e renúncias fiscais.

A primeira iniciativa ligada à expansão se deu com a elaboração de uma proposta de emenda na Lei Orçamentária Anual – encaminhada para a então deputada, atual senadora, Fátima Bezerra. O objetivo era construir oito escolas profissionais no Rio Grande do Norte. Esse foi o primeiro passo. O objetivo também era concluir 10 escolas inacabadas criadas ainda na época

³³ Informação disponível na Plataforma Nilo Peçanha, que foi criada no ano de 2018 e reúne dados sobre toda a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica. Ainda não há a consulta disponível para o ano de 2020. Link para acesso: <http://plataformanilopecanha.mec.gov.br/2020.html>.

do Presidente Fernando Henrique Cardoso. Como exemplo tem-se Sertãozinho (SP). Diversas delas não tinham o quadro de servidores, porque a Lei 9.649/98 impedia que a União assumisse o custeio das novas escolas profissionalizantes. Entre elas tem-se Jaraguá do Sul, que funcionou sem quadro de servidores por uma década. Foi elaborado então um primeiro esboço chamado — Projeto Presidente, com o objetivo de sensibilizar o Presidente Lula para a necessidade de expansão e integração da EPT. Esse projeto foi discutido com os dirigentes da rede. No início do governo Lula ainda havia o fantasma do Estado Mínimo e não se tinha a compreensão da capacidade de investimentos. Em janeiro de 2004, o Presidente Lula tomou conhecimento desse projeto a partir do Ministro Cristovam Buarque (FERREIRA, 2015, apud SILVA, 2017, p. 86).

No esteio desses investimentos em Educação trazemos à tona a expansão da RFEPCT. Após o processo de “cefetização” (Pires e Franco, 2007) das escolas técnicas federais no final dos anos 1990, em que não houve mudanças substanciais na estrutura da Rede Federal, há um processo de reordenamento das condições políticas para que se pudesse pensar na criação de novos estabelecimentos.

Se no período de 1909 a 2002, foram construídas 140 escolas técnicas, nesta década (2003 a 2012) foram criadas 214 escolas. Além disso, como vimos, os CEFETs não apenas se expandiram, mas ampliaram sua atuação fortalecendo o ensino superior e a pós-graduação e também avançaram na pesquisa e na qualificação dos seus quadros. Desta maneira, foi quase de maneira natural que almejavam alçar rumos mais altos. Isso ficou muito explícito quando em outubro de 2004 aconteceu, em Brasília, o Seminário Nacional CEFET e Universidade Tecnológica, realizado pelos CEFETs do Paraná, Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro. Neste encontro, a questão fundamental foi o debate sobre a transformação dos CEFETs em universidades tecnológicas. (PANSARDI, 2013, p. 239)

As discussões e debates foram se intensificando a partir de 2004 sobre os rumos e necessidades de fortalecimento da Rede Federal. O movimento inicial era para que houvesse a criação de universidades federais tecnológicas a partir dos CEFETs existentes (FLACH, 2014, p. 70). Os CEFETs mais antigos – Paraná, Minas Gerais e Rio de Janeiro – já contavam com uma estrutura de ensino superior e uma eventual mudança para o status de universidade tecnológica seria uma consequência natural no argumento dos defensores da ideia. Entretanto, no desenho das políticas do MEC, era central garantir formação profissional aos jovens, o que favorecia o fortalecimento do ensino médio técnico na rede federal. Assim,

(..) a expansão ocorreu em duas fases, objetivando, em 2006, implantar escolas federais de formação profissional e tecnológica em estados ainda desprovidos dessas instituições, além de outras, preferencialmente, em periferias de metrópoles e em municípios interioranos distantes de centros urbanos, em que os cursos estivessem articulados com as potencialidades locais de geração de trabalho. A segunda fase, em 2007, previa uma escola técnica em cada cidade polo do país, com a implantação de 150 (cento e

cinquenta) novas unidades de ensino, e criação de 180.000 (cento e oitenta mil) vagas para a educação profissional e tecnológica. Durante o processo desta expansão, é publicado o Decreto nº 6.095 de 2007, com a finalidade de estabelecer diretrizes para o processo de integração de instituições federais de educação tecnológica, para a constituição dos Institutos Federais. (LIMA, 2012, p. 42)

Considerando a vocação dos então CEFETs e escolas agrotécnicas na oferta de cursos de ensino técnico e tecnológico, foi natural a resistência destas instituições em compor o projeto dos IFs. Outro elemento desta trama foi o protagonismo assumido pelos CEFETs por estarem presentes nas capitais dos estados e já ofertarem cursos de nível superior como as Licenciaturas e Tecnólogos. A resistência maior pelas escolas agrotécnicas se explicava pelo temor de não integrarem os futuros cargos de gestão na mesma medida que os CEFETs (FLACH, 2014).

A despeito das tensões que naturalmente surgem em um processo dessa envergadura, o MEC conseguiu que todas as escolas agrotécnicas integrassem o projeto dos IFs. A adesão dos CEFETs foi quase unânime, exceção feita àqueles dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, que aspiravam a condição de universidade tecnológica, como ocorreu com o CEFET do estado do Paraná no ano de 2005 (FLACH, 2014, p. 60-62). A ascensão da UTFPR acabara por incentivar outros CEFETs insurgentes. À medida que se desenhava a expansão da rede federal, a “vontade de universidade” se instaurava nos CEFETs (MORAES, 2016).

A efervescência política com o início do mandato de Luiz I. Lula da Silva criava o ambiente para perspectivas alvissareiras para a educação profissional e consequente consolidação e expansão da rede federal. A preocupação com o ensino técnico profissionalizante era central para o governo Lula e o temor de que a onda pela “vontade de universidade” adquirisse mais robustez entre os CEFETs levou a aceleração das tratativas pela criação dos IFs.

A perspectiva tornada viável pelo Governo Lula logo se mostrou problemática, com um crescente número de CEFETs protocolando pedidos de transformação em Universidade Tecnológica (GRACILIANO SILVA et. al, 2014), ao mesmo tempo que a novíssima UTFPR se afastava rapidamente da atuação nos cursos técnicos. (...) Se o plano do governo Lula era fortalecer a Rede Federal, buscando a sua expansão e a atuação junto ao campo da formação de trabalhadores, agora era preciso refrear os ânimos que flertavam com uma perigosa descaracterização institucional. É nesse contexto de disputa que surge a proposta de constituição dos Institutos Federais, como

uma solução mediada para pacificar as tensões institucionais que opunham as tradicionais “identidades de escola técnica” às “vontades de universidade”. (CASTIONI, MORAES e PASSARDES, 2019, p. 125-126)

Interessante frisar que uma das discussões que entrou em pauta no processo de transformação dos CEFETs e escolas agrotécnicas em IFs foi a formação de professores, uma vez que os CEFETs já ofertavam cursos de Licenciatura. Neste contexto cabe mencionar que o Plano de Desenvolvimento da Educação de 2007 previa a existência dos IFs e o Decreto 6095/2007 regulamentava a criação deles. Neste decreto, havia a previsão de dotação orçamentária específica para os cursos de ensino médio regulares integrados ao ensino técnico e aos cursos de licenciaturas. Eram previstos o mínimo de cinquenta por cento para os primeiros e vinte por cento para os segundos. Esta proposta acabou por não se consolidar na Lei de Criação dos IFs.

O processo de gênese dos IFs e de expansão de uma rede, que é plural e singular ao mesmo tempo, foi complexo. Do mesmo modo que a “vontade de universidade” (MORAES, 2016) se instalava nos CEFETs, as escolas agrotécnicas almejavam a “cefetização”. Enquanto havia movimentos internos pela busca de aproximação ao status de instituições de nível superior, emergiam cobranças dos setores acadêmicos mais alinhados com o governo Lula por uma política explícita de valorização do ensino técnico integrado ao ensino médio. As tensões foram relativamente abrandadas com a assunção de Fernando Haddad como ministro da Educação no ano de 2005 e o caminho para a expansão da rede federal foi se pavimentando (CASTIONI, MORAES e PASSARDES, 2019).

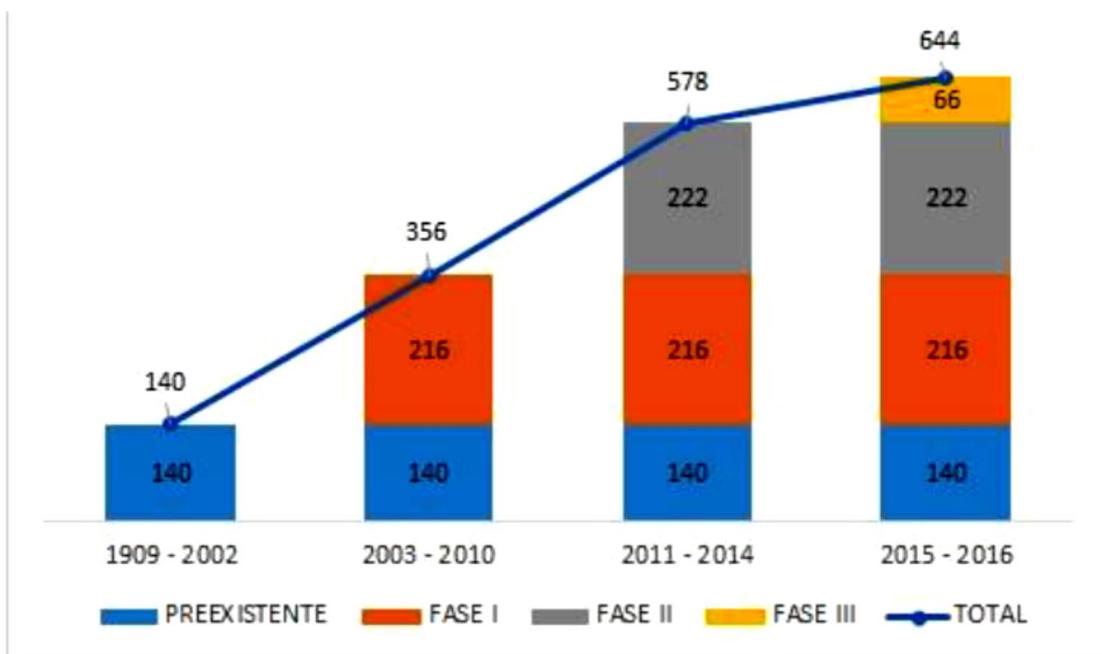
Assim, a Lei 11.892/2008 estabeleceu a criação dos Institutos Federais no país. Eles apresentam estrutura organizacional bem distinta daquela dos CEFETs, com Reitor e Pró-reitores e autonomia administrativa, aproximando-os da estrutura das universidades, porém com o foco de atuação dividido entre o ensino superior e a educação básica. Ainda em relação a estrutura, os CEFETs não localizados na capital do estado eram denominados de unidade de ensino descentralizada. Com os IFs essas unidades e as que seriam construídas, passam a ser denominadas de campus e adquirem um incremento na autonomia administrativa.

Dessa forma, os IFs emergem como instituições de um marcante caráter híbrido, oriundos da permanente conciliação entre a histórica identidade ligada à

formação técnica e aos anseios imbuídos da “vontade de universidade”. Por um lado, os IFs são equiparados às universidades, com vistas ao oferecimento de cursos de graduação e pós-graduação, mas por outro eles devem manter as possibilidades voltadas ao ensino técnico profissionalizante. Eles se aproximam e se diferenciam dos moldes universitários.

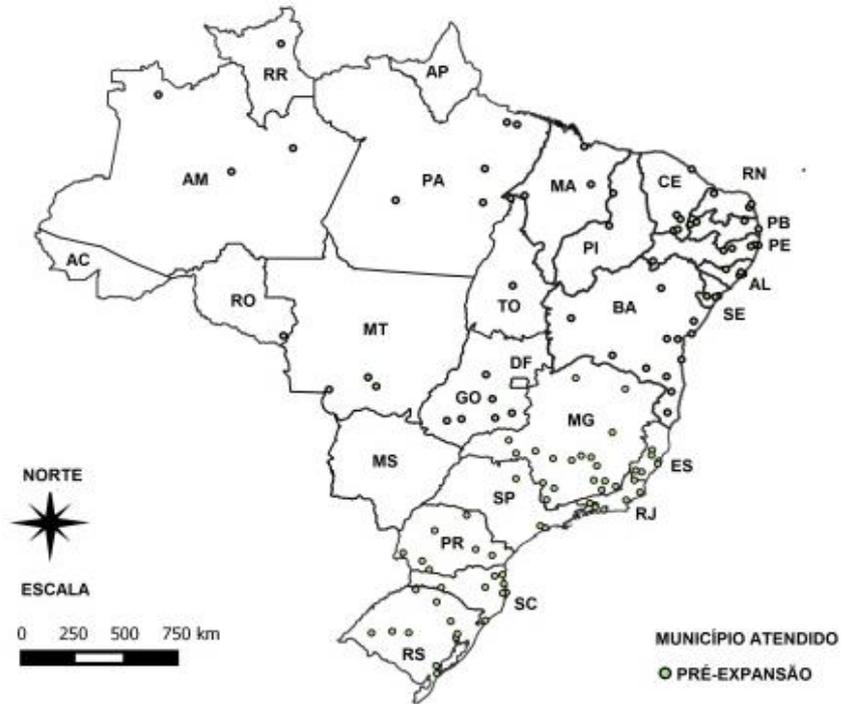
A discussão sobre os méritos e finalidades dos IFs é indubitavelmente importante e necessária. Sem esmaecer o aspecto qualitativo da expansão da rede federal no bojo da criação dos IFs, é deveras notável a súbita proliferação de unidades da rede federal em um interstício temporal menor que duas décadas. As figuras a seguir são ilustrativas deste ponto.

Figura 01: Evolução do número de unidades da rede federal de educação profissional, científica e tecnológica ao longo do processo de expansão



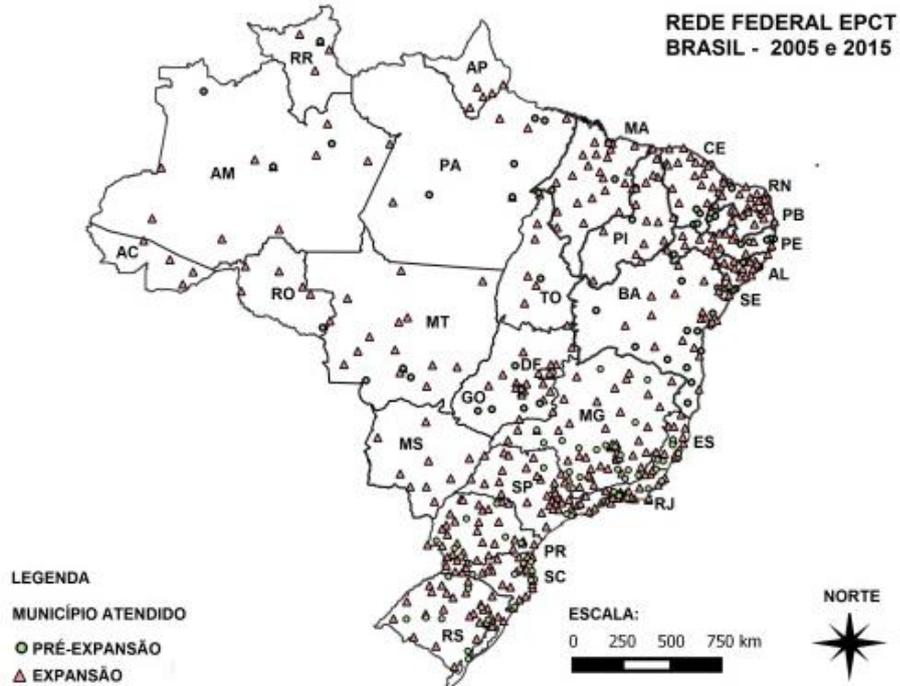
Fonte: (BRASIL, 2016)

Figura 02: Distribuição dos campus da Rede Federal ao longo do território nacional no ano de 2005



Fonte: (SILVA, 2017)

Figura 03: Distribuição dos campus da Rede Federal ao longo do território nacional no ano de 2015



. Fonte: (SILVA, 2017)

Em certo sentido este aumento da rede federal é assombroso. Podemos notar que em alguns estados não havia uma única unidade antes da expansão. Para além dos debates, que reiteramos serem imprescindíveis e fundamentais, sobre os rumos da educação profissional, é preciso salientar

que, no período petista, a rede de escolas federais passou de 140 para 644 unidades e envolveu investimentos expressivos no âmbito do Ministério da Educação (MEC), a ponto do orçamento decuplicar, passando de 0,5% para 10% do total do Ministério (OLIVEIRA, ESCOTT, 2015; BREZINSKI, et al, 2015; GOUVEIA, 2016) em um orçamento que passou de 20 para mais de 100 bilhões de reais. Longe de ser apenas uma política de expansão, trata-se de trazer ao embate, na formulação e implementação de políticas públicas, princípios ideológicos e discursivos ligados ao direito à educação e ao desenvolvimento econômico do país, que estiveram à frente dos debates sobre a educação profissional. (CASTIONI, MORAES e PASSARDES, 2019, p. 107).

A criação dos IFs a partir de seus antecessores ocorreu mediante peculiaridades locais. Tendo em vista a existência prévia não uniforme no país das escolas agrotécnicas, diferentes arranjos na composição dos IFs se formaram. O estado do Rio de Janeiro é emblemático, pois apresenta dois IFs, CEFET e o Colégio Pedro II. Como sumarizado por Flach (2014):

Quadro 01: Síntese elaborada por Flach (2014) sobre a criação dos IFs a partir das instituições pré-existentes.

Nº de autarquias que originam o IF	Uma autarquia	Duas autarquias	Três autarquias	Mais de três autarquias
Nome do Instituto Federal	Acre Amapá Bahia Brasília Goiás Sertão Pernambucano Piauí Paraná* Rio de Janeiro Fluminense Rio Grande do Norte Sul-rio-grandense Roraima Santa Catarina São Paulo	Alagoas Norte de Minas Gerais Sudeste de Minas Gerais Triângulo Mineiro Mato Grosso do Sul Paraíba Farroupilha Rondônia Catarinense Sergipe Tocantins	Amazonas Ceará Goiano Minas Gerais Sul de Minas Gerais Mato Grosso Pará Rio Grande do Sul	Baiano Espírito Santo Maranhão Pernambuco

Os detalhes desta diversidade apontada de maneira sintética por Flach (2014) encontram-se descritos no artigo 5º da Lei 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que institui a criação dos IFs. As negociações em torno de dissensos e consensos, que habitam o âmago do fazer político, são notórias neste processo de estabelecimento dos IFs.

A título de exemplo, guardadas as devidas proporções territoriais e regionais, temos no caso da Bahia a criação do Instituto Federal baiano a partir de quatro escolas agrotécnicas e do Instituto Federal da Bahia pela transformação do CEFET-BA. Nos casos do Maranhão, Ceará e Espírito Santo foram criados um único IF mediante integração dos CEFETs com escolas agrotécnicas. No Rio Grande do Sul foram criados três IFs, um oriundo da transformação de um CEFET e os outros dois a partir da integração de CEFETs com escolas agrotécnicas. No Paraná, foi a escola técnica vincula a UFPR que se transformou em IFPR, tendo em vista que o antigo CEFET originara a UTFPR. No caso de Minas Gerais foram criados cinco Institutos diferentes, dentro das integrações e transformações possíveis como os casos anteriores, além da manutenção de um dos CEFETs pré-existentes.

Os IFs nascem em um ideário de valorização da educação profissional e do papel do Estado como agente ativo na proposição de políticas públicas que visem reduzir as assimetrias sociais. O que parece estar em permanente tensão são as diferentes concepções que circulam sobre como as instituições públicas de ensino devem interagir com o setor produtivo. Eis um dos principais dilemas e gargalos sobre o ensino técnico e tecnológico.

O foco dos institutos federais é a promoção da justiça social, da equidade, do desenvolvimento sustentável com vistas a inclusão social, bem como a busca de soluções técnicas e geração de novas tecnologias. Estas instituições devem responder, de forma ágil e eficaz, às demandas crescentes por formação profissional, por difusão de conhecimentos científicos e de suporte aos arranjos produtivos locais. (Eliezer Pacheco e Caetana Rezende, 2009, p. 8)

Aliar e conciliar a “promoção da justiça social” e como “estas instituições devem responder, de forma ágil e eficaz, às demandas crescentes por formação profissional” se constituiu talvez como um dos aspectos da “pedra filosofal” dos IFs, o que engloba os diferentes anseios por uma educação emancipadora (FREIRE, 2019), que contemple uma sólida formação cidadã em paralelo a capacitação técnica. Essas

discussões se configuram assaz complexas e escapam dos objetivos da presente pesquisa. Outrossim, a ideia de “arranjos produtivos locais” desperta questionamentos semelhantes e remete ao artigo 6º da referida Lei 11.892/2008 mencionada alhures. Transcrevemo-lo a seguir.

Art. 6º Os Institutos Federais têm por finalidades e características:

I - ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional;

II - desenvolver a educação profissional e tecnológica como processo educativo e investigativo de geração e adaptação de soluções técnicas e tecnológicas às demandas sociais e peculiaridades regionais;

III - promover a integração e a verticalização da educação básica à educação profissional e educação superior, otimizando a infraestrutura física, os quadros de pessoal e os recursos de gestão;

IV - orientar sua oferta formativa em benefício da consolidação e fortalecimento dos arranjos produtivos, sociais e culturais locais, identificados com base no mapeamento das potencialidades de desenvolvimento socioeconômico e cultural no âmbito de atuação do Instituto Federal;

V - constituir-se em centro de excelência na oferta do ensino de ciências, em geral, e de ciências aplicadas, em particular, estimulando o desenvolvimento de espírito crítico, voltado à investigação empírica;(grifo nosso)

VI - qualificar-se como centro de referência no apoio à oferta do ensino de ciências nas instituições públicas de ensino, oferecendo capacitação técnica e atualização pedagógica aos docentes das redes públicas de ensino;

VII - desenvolver programas de extensão e de divulgação científica e tecnológica;

VIII - realizar e estimular a pesquisa aplicada, a produção cultural, o empreendedorismo, o cooperativismo e o desenvolvimento científico e tecnológico;

IX - promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente. (BRASIL, 2008)

Uma das características dos IFs é o que se pode denominar de “interiorização”. Como ilustra a figura 01, há um expressivo salto no número de unidades criadas dos IFs na “Fase II” da expansão, que permitiu uma espécie de capilaridade pelo território nacional, em consonância com o disposto nos incisos I e IV acima, em que há as referências ao desenvolvimento socioeconômico e arranjos produtivos locais e regionais. Apenas a título de ilustração, o caso do estado de São Paulo é notável. Antes da expansão havia três unidades do CEFET-SP. Neste início da terceira década do século XXI são 36 campi em funcionamento e um em fase de implementação no município de São José do Rio Preto.

Talvez seja mais emblemático ainda mencionar a existência de dois campi particularmente da região norte do Brasil. “Do Oiapoque ao Chuí” é uma frase consagrada quando se pretende destacar a vastidão do território nacional. Na cidade

do extremo norte do Amapá, onde ao cruzar uma ponte se está em território francês, há um campus avançado do IF do referido estado. Esta denominação de “campus avançado” se deve pela ausência de estrutura administrativa completa como ocorre com os campi estabelecidos. A cidade de Tabatinga, no Amazonas, também abriga uma unidade de um IF. Localizada no extremo leste do estado, ela está em um ponto em que há uma tríplice fronteira entre Brasil, Peru e Colômbia. Para se chegar em Tabatinga partindo-se de Manaus é necessário utilizar transporte fluvial ou aéreo. Entretanto, ela é conurbada com a cidade colombiana Letícia, o que permite o constante fluxo entre as duas localidades.

Voltando ao conteúdo do artigo 6º descrito anteriormente, há uma defesa pela contribuição dos IFs ao ensino de ciências nos incisos V e VI, ao concebê-los como centros de referência e excelência na promoção de práticas de desenvolvimento de uma cultura de investigação empírica e de formação continuada de professores. Isto denota a histórica carência de profissionais com sólidos saberes científico-pedagógicos integrados e os problemas com o ensino das ciências na escola básica.

O inciso V (art 6) determina como uma das finalidades dos Institutos o ensino de ciências, ressaltando que tais instituições ou os profissionais por ela formados ou em formação devem se ocupar particularmente com a aplicabilidade dos conhecimentos científicos. O texto nos indica que também é cara à concepção dos institutos o empirismo nos processos investigativos. Estas características demonstram a opção por uma determinada forma de pesquisar e ensinar que supõe sua base em um problema concreto sob o qual devem ser testadas possíveis soluções, exigindo do educando um posicionamento crítico. (Eliezer Pacheco e Caetana Rezende, 2009, p. 39)

É preciso ponderação e prudência na análise da expansão da rede federal e consequente criação dos IFs. Há diferentes compreensões acerca deste universo em que se transformou o campo de atuação dos IFs, que abrangem diversos matizes de posicionamentos políticos e ideológicos que se consubstanciam em: plena defesa; críticas mais ou menos severas e em análises com tons mais moderados de parcialidade. É icônica a abertura do artigo de Castioni, Moraes e Passardes (2019):

“Nunca antes na história deste País!”, bordão repetido diversas vezes pelo presidente Lula e que se transformou até em livro (TAS, 2009), pode ser aplicado à educação e, em particular, a educação profissional durante o período dos governos petistas. Depois do Imperador Pedro II, responsável pela criação direta de importantes estruturas educacionais no seu reinado, como faculdades e escolas de formação, inspiradas no modelo do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro, seguramente, o presidente Lula, pode ser classificado como o presidente no período republicano que mais diretamente

se envolveu na expansão da educação para a ampla parcela da população (CASTIONI, MORAES e PASSARDES, 2019, p. 106).

Algumas críticas se baseiam na influência de princípios econômicos que se tornaram perenes no contexto global e que foram endossados na condução de políticas dessa natureza no governo Lula. Otranto (2010), ao fazer uma análise do então recente processo de criação dos IFs, atribuiu a não transformação dos CEFETs em Universidades Tecnológicas aos princípios neoliberais de economia de mercado:

(...) pode-se inferir o porquê do MEC não ter incentivado, ou melhor, de ter impedido, a transformação de outros CEFETs em universidades tecnológicas. A proposta delas é atuar de forma muito similar à das universidades federais, e isso não é prioridade na política de educação profissional técnica e tecnológica da atualidade. A forma como está estruturado o IFET³⁴ prevê otimização dos custos, e total controle da nova instituição, o que pode acarretar uma fiscalização e um direcionamento mais eficaz na subordinação da educação por ela ministrada aos interesses do mercado, que deve ser fiscalizado desde já pelos docentes, discentes e técnicos dos Institutos Federais (OTRANTO, 2010, p. 15).

Moura, Lima Filho e Silva (2015), analisando a contribuição do conceito de politecnia para a ideia de formação integrada à luz de princípios políticos, históricos e sociológicos, fazem os seguintes apontamentos sobre a rede federal:

Outro movimento a ser destacado é a expansão da rede federal. É a presença do Estado brasileiro por meio de instituições reconhecidas como de qualidade nas periferias das capitais e em regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos. Isso significa a ampliação das possibilidades de muitos brasileiros terem acesso a uma educação de qualidade, posto que, atualmente, são poucas as redes estaduais com condições para garantir esse direito à população, apesar de ser responsabilidade dos estados a universalização do acesso ao ensino médio. Em contrapartida, nesse movimento o governo cunhou nova configuração para a rede federal, criando os Institutos Federais (IF), por meio da lei n. 11.892/2008. Antes disso, a centralidade das discussões na rede estava voltada à sua função social no contexto da expansão e, principalmente, no significado do ensino médio integrado, incluindo a modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA), para a sociedade brasileira. Posteriormente, deslocaram-se as discussões para as questões de cunho organizativo, ou seja, para a infraestrutura física e administrativa das novas instituições, para a ocupação dos cargos criados etc. Nesse caminho, marcado pelo imediatismo e improvisação, negligenciou-se a construção de projetos educacionais fundamentados, elaborados coletivamente e coerentes com a realidade socioeconômica local e regional de cada nova unidade (MOURA, LIMA FILHO e SILVA, 2015, p. 1074).

Pansardi (2013), em diálogo com Otranto (2010) indica que “a lógica da reforma educacional do governo Lula segue a mesma visão da gestão de Fernando

³⁴ IFET foi a primeira proposição para a sigla que designaria os emergentes institutos federais, sendo posteriormente simplificada para IF.

Henrique Cardoso” (PANSARDI, 2013, p. 141) e que “o governo Lula não promoveu uma ruptura com aquele e sim se caracterizou pela continuidade” (idem). Este autor ainda tece críticas ao que podemos denominar de princípios de eficiência de gastos públicos, criticando o teor do inciso III do já mencionado artigo 6º da lei 11.892/2008: “Na lei de criação dos institutos, a busca do mais pelo menos é evidente. Também é evidente a tentativa de evitar que os IFs sigam o mesmo caminho dos CEFETs” (ibidem).

A segunda sentença do excerto anterior de Pansardi (2013) remonta a resolução de se manter o foco dos IFs na formação técnica de nível médio profissionalizante, conciliando a oferta de ensino superior e pós-graduação, no movimento de aproximação ao contexto acadêmico, conforme almejavam os CEFETs. Os IFs desta forma podem desempenhar papel semelhante ao das universidades, mas não podem se furtar de atuar na educação básica. Em termos legais, destaca-se a seguir a redação dos artigos 7º e 8º da Lei 11.892/20018:

Art. 7º Observadas as finalidades e características definidas no art. 6º desta Lei, são objetivos dos Institutos Federais:

I - ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos; (...)

VI - ministrar em nível de educação superior:

a) cursos superiores de tecnologia visando à formação de profissionais para os diferentes setores da economia;

b) cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica, com vistas na formação de professores para a educação básica, sobretudo nas áreas de ciências e matemática, e para a educação profissional;

c) cursos de bacharelado e engenharia, visando à formação de profissionais para os diferentes setores da economia e áreas do conhecimento;

d) cursos de pós-graduação lato sensu de aperfeiçoamento e especialização, visando à formação de especialistas nas diferentes áreas do conhecimento;

e) cursos de pós-graduação stricto sensu de mestrado e doutorado, que contribuam para promover o estabelecimento de bases sólidas em educação, ciência e tecnologia, com vistas no processo de geração e inovação tecnológica.

Art. 8º No desenvolvimento da sua ação acadêmica, o Instituto Federal, em cada exercício, deverá garantir o mínimo de 50% (cinquenta por cento) de suas vagas para atender aos objetivos definidos no inciso I do caput do art. 7º desta Lei, e o mínimo de 20% (vinte por cento) de suas vagas para atender ao previsto na alínea b do inciso VI do caput do citado art. 7º. (BRASIL, 2008)

Esta determinação do Art. 8º constitui uma marca interessante na história da educação básica brasileira, uma vez que avança a possibilidade de que setenta por cento das vagas dos Institutos Federais estejam ligadas diretamente a esse nível de

escolarização. Sendo assim, mediante a Lei de criação dos IFs, essas instituições devem ofertar metade de suas vagas em cursos técnicos de nível médio, ou seja, destinados a estudantes que concluíram o ensino fundamental. Ademais, vinte por cento das vagas devem ser destinadas a cursos de Licenciatura, especialmente das áreas de Ciências e Matemática, que são fundamentais para o desenvolvimento tecnológico de um país. Ainda, considerando as disciplinas que constituem a área de ciências, como a Física, há uma grande escassez³⁵ de professores formados, o que também constitui um importante argumento para essa oferta de vagas.

São notáveis dentre os objetivos dos IFs estabelecidos pelo Art. 7º as preocupações com o mercado de trabalho e as disputas históricas pelas finalidades da educação profissional. A reserva de 50% das vagas para os cursos técnicos de nível médio, com a indicação de que esses sejam “prioritariamente” integrados ao que se pode denominar de ensino médio regular/propedêutico é o resultado de diversos embates que se desenrolaram na gestão do MEC desde a assunção de Lula à presidência da república (CASTIONI, MORAES, PASSARDES. 2019). É sobre os dilemas dos rumos da educação profissional que versam vários trabalhos sobre esse movimento de expansão da rede federal e criação dos IFs.

Em outra parte do espectro de atuação dos IFs encontram-se os cursos de Licenciatura, que se deslocam de patamar. O que antes era facultado aos CEFETs torna-se obrigatório aos IFs – o oferecimento dessas graduações, sobretudo de matemática e das disciplinas relacionadas as ciências da natureza – Biologia, Química e Física. Ainda é possível que cursos de pós-graduação em diferentes níveis sejam ofertados, conforme indicam as alíneas d) e e) do inciso VI do artigo 7º da referida lei. Assim, esta gama de cursos que abrangem da educação básica de ensino médio a pós-graduação *stricto sensu*, está relacionada com a ideia de verticalização presente no inciso III do artigo 6º, que estabelece que os IFs devem “promover a integração e a verticalização da educação básica à educação profissional e educação superior”.

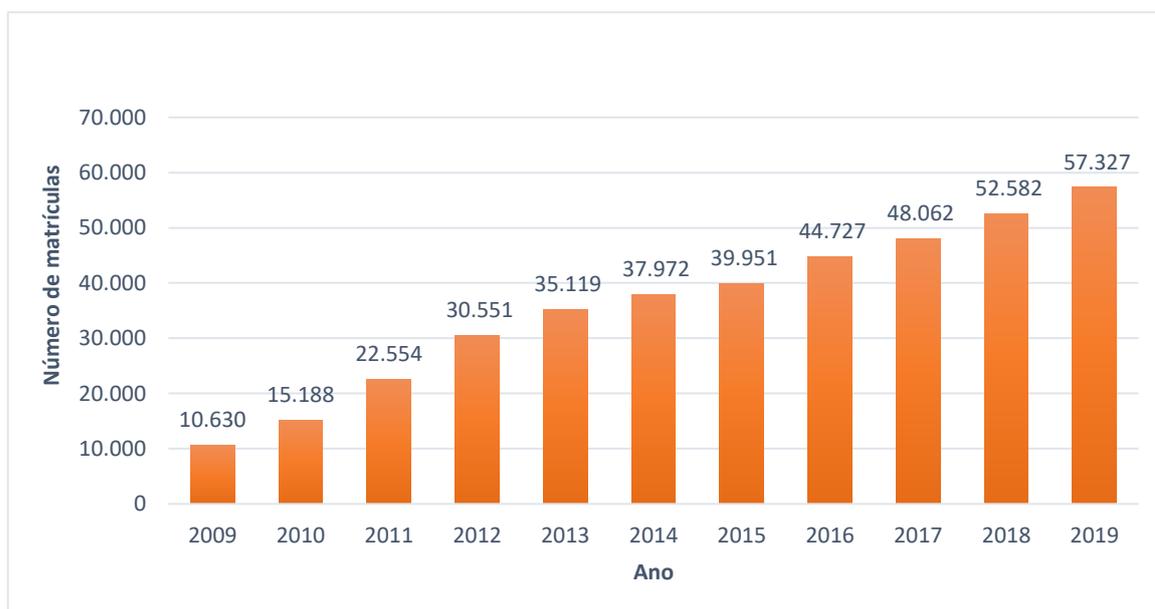
Interessa-nos destacar dentro do escopo da presente pesquisa a obrigatoriedade de oferta de Licenciaturas pelos IFs. Sem penetrarmos nos meandros

³⁵ Mais informações em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/escassez1.pdf> – acesso realizado em 20/04/2021.

da história do campo da formação de professores no Brasil, tampouco aprofundando argumentos ontológicos sobre a gênese desses cursos, podemos localizar os IFs como um novo lócus para a formação de professores (LIMA e BARREYRO, 2018), que tradicionalmente ficava sob a responsabilidade das universidades e faculdades públicas e privadas.

Desestabilizada esta predominância com o advento das licenciaturas nos CEFETs e nos IFs, sem olvidar problematizações sobre elas – conforme já argumentamos, como estranhas no ninho (PANSARDI, 2013), considerando o confronto entre as lógicas da educação profissional e do ensino superior (CIAVATTA, 2006) e a tensão “Identidade de Escola Técnica versus Vontade de Universidade” (MORAES, 2016) – consideremos o quantitativo de matrículas em licenciaturas nessas instituições nos últimos anos. O impacto no número de matriculados nesses cursos é notável no decorrer dos anos após a criação dos IFs, conforme nos mostra a figura 04 a seguir.

Figura 04: Evolução do número de matrículas em cursos presenciais de Licenciaturas nos Institutos Federais e CEFETs entre os anos de 2009 e 2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo da Educação Superior (INEP)

Em uma leitura numérica superficial, esses dados por si só evidenciam a relevância que os IFs adquiriram no cenário de cursos de formação de professores.

Colocados em perspectiva, eles denotam outros contornos que endossam e justificam essa relevância e os interesses em pesquisas sobre as Licenciaturas nos IFs desenvolvidas ao longo da última década³⁶. Consideremos assim o quadro 02, com os dados comparativos entre a totalidade de matrículas em cursos presenciais de Licenciatura no Brasil, nos anos de 2009 e 2019, por categoria administrativa.

Quadro 02: Número total de matrículas em cursos presenciais de Licenciatura brasileiros por esfera administrativa

Categoria administrativa		Ano	
		2009	2019
Total no Brasil		771.669	788.150
Pública		361.245	502.515
	Federal	157.191	297.873
	Estadual	179.225	191.604
	Municipal	24.829	13.038
Privada		410.424	285.635

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo da Educação Superior (INEP)

Apesar de um aumento no quantitativo global de matriculados em cursos presenciais de licenciatura – um incremento de 16.481 em pouco mais de dez anos – que pode ser considerado significativo, uma vez que infelizmente ainda não há uma efetiva política nacional de valorização da docência para a escola básica, ele não parece muito expressivo quando se analisa a vertiginosa expansão de matriculados nas licenciaturas ofertadas pelos IFs e CEFETs, que quintuplicou nesse mesmo intervalo de tempo, conforme mostra o gráfico da figura 04.

Nesse sentido, o quadro 02 nos mostra uma mudança da filiação institucional dos estudantes de licenciaturas presenciais. Em 2009, as instituições privadas concentravam mais da metade das matrículas desta modalidade de curso e quase 80% dos matriculados na modalidade EAD relacionados a área de Educação, conforme o quadro 03 nos mostra. Em 2019, este índice aumenta para quase 90%, enquanto a participação das instituições públicas em cursos EAD desta área aumentou muito pouco.

³⁶ (OLIVEIRA, 2018; ESTEVO, 2016; LIMA, 2016, FLACH, 2014, BARCELLOS, 2013) já mencionadas ao longo do desenrolar do presente texto.

Quadro 03: Número total de matrículas em cursos da área de Educação na modalidade EAD nos anos de 2009 e 2019.

Ano	Total	Pública			Privada
		Federal	Estadual	Municipal	
2019	903.288	55.576	48.788	1.426	797.498
2009	416.692	51.701	39.038	32	325.921

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo da Educação Superior (INEP)

A despeito das controvérsias que orbitam a educação a distância e da massiva participação das IES privadas nesta modalidade – o que é natural dentro da perversa lógica de mercado de redução de custos e maximização de lucros – da qual decorre a diminuição das matrículas presenciais nessas instituições, é fundamental, portanto, salientar a notável curva crescente de matriculados nos cursos de licenciaturas públicos, sobretudo na esfera federal. Em 2009, a maioria dos estudantes destas graduações estavam em instituições estaduais. Em 2019, as universidades federais, IFs e CEFETs concentravam cerca de 106 mil matrículas a mais do que as congêneres estaduais. Enquanto o acréscimo de estudantes foi de aproximadamente 12 mil nessas últimas, a rede federal contou com pouco mais de 140 mil novas matrículas entre 2009 e 2019.

Esta alavancagem foi resultado da expansão da RFECPT, com a criação dos IFs e a previsão legal de oferta de licenciaturas, aliada ao REUNI que possibilitou a reestruturação e expansão das universidades federais. Com a devida vigilância para não incorrer na positividade conferida a uma primeira análise quantitativa, é primordial manter no horizonte, parafraseando os matemáticos, as condições de contorno dessas emergentes licenciaturas dos IFs. No esteio das críticas alhures mencionadas sobre a constituição identitária dessas instituições, trazemos as preocupações de Freitas (2014) sobre estas “condições de contorno”:

A criação das licenciaturas nos institutos federais de educação, ciência e tecnologia (IFET), historicamente destinados à formação técnico-profissional e à expansão das licenciaturas prioritariamente a distância via Universidade Aberta do Brasil (UAB) são iniciativas que - consideradas suas especificidades, as reivindicações históricas dos educadores e as deliberações das Conferências Nacionais de Educação - vão conformando as ações no campo da formação de professores à lógica tecnocrática do afastamento das licenciaturas do campo científico da educação, realizando alterações no caráter da formação e no tempo destinado aos estudos pedagógicos. (FREITAS, 2014, p. 440)

Talvez a autora tenha se valido de uma incisividade além do essencial para argumentar sobre o contexto das licenciaturas nos IFs, o que se deve provavelmente a ocasião da escrita, próxima ainda da criação e expansão dos IFs. É evidente que não se pode olvidar um eventual esmaecimento ou apagamento da pedra basilar que são os saberes pedagógicos. Entretanto, há pesquisas que apontam não somente as potencialidades, mas também as incertezas, dificuldades e problemas no desenrolar desses cursos, que englobam a ausência de uma estrutura própria para as licenciaturas, como a não existência de departamentos de educação, a articulação de conhecimentos específicos e pedagógicos, as relações com a escola básica e a viabilidade de possíveis inovações curriculares (BARCELLOS, 2013; FLACH; 2014, LIMA; 2016; ROMANOWSKY e SILVA, 2018; SILVA, 2019; LIMA e BARREIRO, 2020).

Assim, diante deste cenário de dilemas, desafios e contendas que os IFs carregam consigo, endossamos o contexto das licenciaturas em Física do IFSP como protagonista de nosso campo empírico para estudarmos movimentos sobre a Física escolar. Neste percurso, discorreremos sucintamente a seguir sobre o IFSP.

3.3 – O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

O Instituto Federal de São Paulo é o de maior porte de todo o país, formado por 37 campus distribuídos em 35 municípios do estado, ofertando cursos de ensino médio técnico integrado, ensino técnico concomitante/subsequente, tecnólogos, bacharelados, licenciaturas, e pós-graduação lato-sensu e stricto-sensu, destacando o mestrado profissional em ensino de ciências e matemática ofertado no campus São Paulo. A sede administrativa da reitoria se localiza na capital do estado, à Rua Pedro Vicente, 625, dividindo a sede física com o campus. Uma breve síntese da história do IFSP envolve a própria história do campus São Paulo:

Nos primeiros meses de 1910, a escola funcionou provisoriamente em um galpão instalado na Avenida Tiradentes, no Bairro da Luz, sendo transferida no mesmo ano para o bairro de Santa Cecília, na Rua General Júlio Marcondes Salgado, onde permaneceu até a mudança definitiva para o endereço atual, no ano de 1976. Os primeiros cursos foram de Tornearia, Mecânica e Eletricidade, além das oficinas de Carpintaria e Artes Decorativas, sendo o corpo discente composto de quase uma centena de aprendizes.

A partir de 1965, a escola passou ser denominada com Escola Técnica Federal de São Paulo e, em 1999, Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo. Como Cefet-SP, ampliou as sua atuação e seus objetivos oferecendo cursos superiores na Unidade Sede São Paulo, e, entre 2000 e 2008, foram implementados diversos cursos voltados à formação de tecnólogos na área da Indústria e de Serviços, Licenciaturas e Engenharias. (IFSP – campus São Paulo, disponível em <https://spo.ifsp.edu.br/historico>)

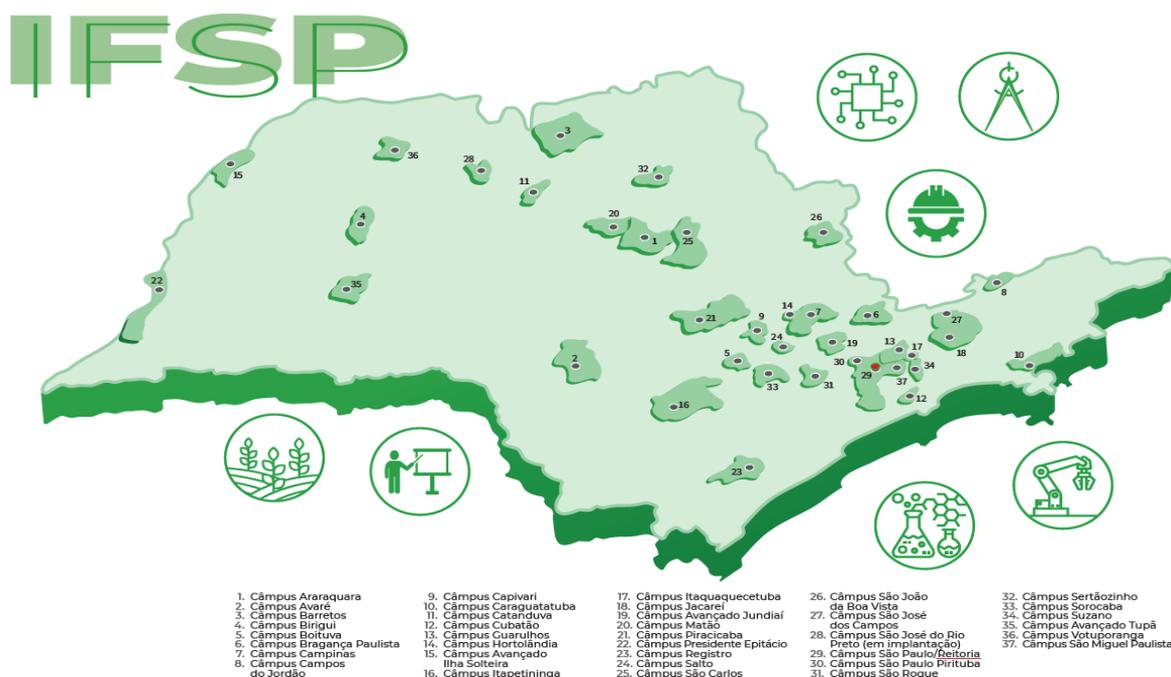
No estado de São Paulo, além do campus da capital, havia duas unidades em outros municípios: Cubatão, criada em 1987 e em Sertãozinho, criada em 1996, que somente teve sua conclusão durante os primeiros anos da expansão da rede federal que antecederam a criação dos IFs. Com a transformação em CEFET no final dos anos 90, esses campi receberam a denominação de unidades descentralizadas (UNED). Interessante ressaltar que em Cubatão funcionou a primeira escola técnica federal do país fora da capital de um estado, o que garantiu uma dinâmica muito própria do atual campus Cubatão do IFSP. É muito comum na cidade e nos municípios limítrofes se referirem a ele como a “federal de Cubatão”. Este prestígio de certa forma é herança do status que a congênere da capital também desfrutava. A então Escola Técnica Federal de São Paulo gozava de certo destaque após a sua assunção na década de 60 devido a fatores como

o ingresso de muitos físicos, professores e engenheiros de importantes universidades para o corpo docente da Escola Técnica Federal, especialmente da Escola Politécnica da USP, da Faculdade de Engenharia Industrial (FEI) e do Instituto Mauá de Tecnologia; a alteração da grade curricular para uma carga horária de 4.200 horas, que deu destaque às disciplinas de formação geral nos primeiros anos do curso e atenção para a educação técnica nos últimos anos; as aulas teóricas e as práticas realizadas em laboratórios e oficinas; e o competitivo vestibular. (LIMA, 2015, p. 96)

Entre 2005 e 2008, houve o que foi denominada de Fase I da expansão do então CEFET-SP. Foram implementadas as unidades descentralizadas, posteriormente transformadas em campus, nas cidades de Guarulhos, Caraguatatuba, São João da Boa Vista, Salto, Bragança Paulista, São Roque, São Carlos. Conforme sintetiza Estevo (2016), na Fase II da expansão, já sob a designação autárquica de IFSP, compreendida entre os anos de 2009 e 2012, foram

criados mais 18 campus em diversas cidades do estado, seguida pela Fase III completando as 37 sedes no estado, como pode ser visualizado no mapa a seguir³⁷.

Figura 05: Mapa da localização dos campi do IFSP



Fonte: Site IFSP - <https://www.ifsp.edu.br/sobre-o-campus>.

Em conformidade com aludido anteriormente, Lima (2015) indica a expectativa do então CEFET-SP de se transformar em universidade tecnológica e alguns relatórios de gestão apontavam inclusive um prazo para tal, o ano de 2013. Por um conjunto de fatores, em que pesou menos a falta de condições estruturais e a ainda incipiente atuação no ensino superior em relação aos CEFETs mais antigos, o temor do governo federal pelo abandono do ensino médio técnico, como foi ocorrendo com a UTFPR (CASTIONE, MORAES e PASSADES, 2019), inviabilizou essa aspiração com os movimentos políticos para a criação dos IFs. Mas a tensão problematizada por Moraes (2016), na ambivalência entre a “identidade de escola técnica e vontade de universidade” parece se fazer presente na expansão de cursos do IFSP, conforme aponta Estevo (2016) em sua dissertação de mestrado:

³⁷ Uma outra versão do mapa, com uma perspectiva 3D e com as distâncias de cada campus a capital, pode ser acessada em https://www.ifsp.edu.br/images/galeria_em_artigos/fotos_artigos/setembro/Mapa_3D_IFSP_A4.jpg

Ao analisar o período entre 2006 e 2014, observa-se que foram criadas 39 unidades, 92 cursos técnicos, 52 cursos superiores e 3 especializações. Observa-se também que muitos *campi* não oferecem cursos técnicos, estando em desacordo com a determinação legal da oferta de 50% de vagas para esses cursos. Alguns *campi* do IFSP foram criados e projetados para a oferta exclusiva de ensino superior, acreditando-se que os 50% referidos seriam alcançados pelo IFSP com a oferta predominante de cursos técnicos em outra localidade. Como isso não aconteceu e há resistência para a oferta de cursos técnicos em algumas localidades, o IFSP em resolução recente determina que cada campus deverá se adaptar para atender os percentuais de 50/20 na oferta de cursos. (ESTEVO, 2016, p. 86-87)

Em um processo amplo e complexo como foi a expansão da rede federal, as particularidades e contradições inerentes a cada contexto estadual inevitavelmente se fariam presentes. Ao contrário do que aconteceu com outros IFs, em que escolas agrotécnicas e CEFETs foram integrados, o IFSP nasceu da transformação de um único CEFET-SP que contava com três unidades no ente federativo mais populoso do país. Em estados como MG e RS, havia mais de um CEFET, além das escolas agrotécnicas. O estado de SP conta com uma estrutura consolidada de ensino técnico e educação superior tecnológica, o centro Paula Souza e a FATEC, respectivamente. Estevo (2016) aponta que, além dessas instituições, a existência de unidades do SENAI e capilaridade dos *campi* da UNESP pelo território paulista exerceram alguma influência no processo de interiorização e definição de cursos. Esse autor também indica que:

Durante a expansão, nota-se que no estado de São Paulo, comumente novos *campi* iniciaram pela oferta de cursos superiores de tecnologia, postergando a oferta do ensino médio integrado à educação profissional. Tavares (2012), Gianelli (2010) e Escott e Moraes (2012) são alguns dos autores que abordam a expansão como possibilidade de superação da dualidade, possibilidade alardeada nos documentos oficiais que encontra resistência nas práticas cotidianas. (ESTEVO, 2016, p. 83)

O caso de São Paulo – com as consolidadas universidades estaduais, que gozam do inquestionável respaldo de autonomia e gestão financeira na constituição estadual, além da vinculação orçamentária a um percentual fixo do ICMS arrecadado no estado – é de uma peculiaridade ímpar. Para engendrar nossa argumentação, valer-nos-emos da figura de Fernando Haddad, que pode ser considerado um ator fundamental para o sucesso da expansão da rede federal.

A saída de Tarso Genro do MEC e a posse do seu secretário-executivo, Fernando Haddad, trouxeram estabilidade às ações da educação profissional, com coordenações e políticas que se consolidaram ao longo dos anos. Ao assumir o cargo em julho de 2005, em plena crise do Mensalão,

Haddad reorganizou a gestão do MEC (...). Com a efetivação de Haddad para o cargo de Ministro, o INEP deixa de ser área de influência política e passa a ser ocupada daí em diante por um perfil mais técnico, como foi o caso de Reynaldo Fernandes, da USP de Ribeirão Preto e todos os seus sucessores. (CASTIONI, MORAES e PASSARDES, 2019, p. 114-115)

Em um artigo para a edição 129 da revista Piauí, junho 2017, Haddad narra, dentre outros episódios, o processo eleitoral que culminou na sua assunção à prefeitura da maior cidade do hemisfério sul, a relação de percalços com a gestão de presidenta Dilma, o enfrentamento das manifestações de junho de 2013 e da necessidade de reconciliação de SP com o país, no contexto do capital político que o partido dos trabalhadores dispunha naquele momento. Ele trata desta reconciliação abordando a presença das instituições federais de ensino:

Na época em que fui ministro da Educação, eu sempre disse ao ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva que, desde 1932, o Brasil nunca havia se reconciliado de fato com São Paulo, nem São Paulo com o país. E quando Lula me encomendou o maior plano de expansão da rede federal de educação superior e profissional, com universidades e escolas técnicas que interiorizamos pelo país, fiz questão de lembrá-lo da pouca presença federal no principal estado da federação. Ele então questionou: “Mas São Paulo precisa? Já tem a USP, a Unicamp, a Unesp, a Fundação Paula Souza...” Insisti: “Mas não tem rede federal.” Assim, criamos a Universidade Federal do ABC, a Unifesp foi expandida pela região metropolitana e a UFSCar, pelo interior de São Paulo. Além do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, que ocupou o lugar do Cefet [*Centro Federal de Educação Tecnológica*] de São Paulo, que até então tinha apenas duas escolas³⁸ e hoje tem mais de trinta. (HADDAD, 2017)

Ao resgatar o episódio de 1932, que os paulistas comemoram em 09 de julho, data que empresta nome a avenidas espalhadas por municípios do estado, Haddad nos permite pensar sobre o pacto federativo na constituição federal e os delírios separatistas³⁹ que parecem ser perenes como a incapacidade humana de abandonar pseudo certezas. Talvez essa reconciliação também passe pela superação

³⁸ Haddad provavelmente não incluiu o atual campus Sertãozinho do IFSP em sua fala pela então incipiente estrutura da unidade que se iniciou como uma espécie de parceria entre a então Escola Técnica Federal de SP e a prefeitura do município, acordada em 1996. Durante dez anos eram oferecidos cursos apenas de qualificação profissional, pois a unidade não contava com corpo docente para o núcleo do ensino médio. Para mais detalhes, ver <https://srt.ifsp.edu.br/sobre-o-campus>. Acesso em 08/07/2021.

³⁹https://www.em.com.br/app/noticia/politica/2017/10/09/interna_politica,907066/alem-do-sul-sao-paulo-e-estados-movimentos-para-se-separar-brasil.shtml;

“São Paulo do Sul”: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff230629.htm>

da ideia de que São Paulo seria a locomotiva do país⁴⁰. Mas talvez o ponto alto da argumentação de Haddad seja a inferência de que uma possível “locomotiva” desta reconciliação seja a população paulista reconhecer a expansão das universidades federais no estado e do IFSP⁴¹.

Os 36 campi espalhados pelo estado sob a administração de uma única reitoria são ilustrativos do que se desenrolou em São Paulo. Um aumento por um fator de doze vezes ao cenário que se tinha no ano de 2005 com o então CEFET. A título de comparação, o IFSULDEMINAS apresenta oito campi, o IFMG dezenove, incluindo um número expressivo de campus avançados que apresentam menor estrutura; o IFRJ quize, o IFF treze unidades, apenas para citar IFs de estados contíguos a São Paulo na região sudeste.

O tamanho do IFSP enseja discussões sobre possíveis divisões em outros IFs, e conseqüente criação de novas reitorias, desde 2016, ainda na gestão da presidenta Dilma Rouseff. Em 2018 essa possibilidade ganhou contornos polêmicos, quando o jornal Correio Popular da cidade de Campinas anunciou que as duas novas prováveis sedes das reitorias se localizariam uma no próprio município e a outra em São José do Rio Preto. Ao que se consta⁴², a reitoria do IFSP havia sido informada extrajudicialmente da proposta de divisão. Ao final do turbulento ano de 2018, quando o então ministro da Educação Rossieli Soares já estava com o cargo de secretário da educação de SP confirmado, foi gestado um projeto de lei apresentado ao plenário da câmara dos deputados no dia 03/01/2019⁴³, sob identificação PL 11279/2019, que previa, dentre uma pletera de proposições, a criação dos “Instituto Federal do Centro Paulista, mediante desmembramento do Instituto Federal de São Paulo e Instituto

⁴⁰ Em notícia veiculada no próprio sítio eletrônico do estado de SP a expressão “locomotiva do Brasil” abre o texto: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/sao-paulo-e-o-21o-colocado-no-ranking-das-maiores-economias-do-mundo/>

⁴¹ No momento em que este texto passava por uma revisão, em 08/04/2021, havia sido anunciado o calendário para o início da vacinação dos profissionais da educação contra a covid-19 em 24/03/2021 pelo governador paulista João Dória. Para consternação do quadro de servidores do IFSP, os profissionais da rede federal não constavam no plano divulgado, que contemplava os indivíduos acima de 47 anos das redes municipal, estadual e privada, o que ensejou o envio do Ofício 39/2021 do gabinete da reitoria do IFSP ao secretário estadual de educação. Seria este episódio um exemplo da “reconciliação” mencionada por Fernando Haddad? Como indica o ofício, o IFSP atende cerca de 20 mil estudantes da educação básica e de acordo com o relatório de gestão mais recente (IFSP, 2020), são 838 servidores, docentes e TAEs, acima de 50 anos.

⁴² <https://www.ifsp.edu.br/ex-alunos/17-ultimas-noticias/498-divisao-do-ifsp-reitoria-lanca-enquete-para-ouvir-servidores>. Acesso realizado em 08/07/2021

⁴³ <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2190325>. Acesso realizado em 08/07/2021.

Federal do Oeste Paulista, mediante desmembramento do Instituto Federal de São Paulo.” O referido PL foi retirado em 26/03/2019. Em face das instabilidades políticas do atual governo e do cenário de emergência sanitária da pandemia de Covid-19, é pouquíssimo provável que este debate volte ao foco em curto prazo.

Encerrando as incursões sobre os condicionantes políticos, salientemos um estudo quantitativo sobre indicadores de desempenho do IFSP no período de expansão (OLIVEIRA, 2018). O autor faz um estudo eminentemente técnico das diversas esferas do IFSP, salientando os aspectos orçamentários, titulação do corpo docente, perfis dos discentes, destacando a importância da inclusão social através de um efetivo atendimento à população de baixa renda. Oliveira (2018) ainda aponta uma preocupante, mas não surpreendente, situação quanto ao número de vagas ofertadas no âmbito do IFSP:

Quanto à distribuição da oferta de vagas, o IFSP não atendeu aos limites determinados pela legislação (50% para cursos técnicos e 20% para licenciatura). Observa-se uma forte predominância da oferta de vagas no ensino técnico e no ensino superior de tecnologia, ao mesmo tempo da diminuição da oferta para a licenciatura. (OLIVEIRA, 2018, p. 96)

As pesquisas de Oliveira (2018) e Estevo (2016) podem ilustrar uma espécie de inércia institucional em relação ao cumprimento dos balizadores do artigo 8º da lei 11.892, que precisa ser devidamente contextualizada. Ambos dispunham de um conjunto de informações, relatórios de gestão e documentos institucionais atinentes a primeira metade da década de 2010, que representam o contexto dos primeiros anos pós criação dos IFs. Dentre eles, o PDI relativo ao período de 2014-2018, que foi elaborado ao longo do segundo semestre do ano de 2013 (IFSP, 2014), quando o IFSP tinha pouco mais de quatro anos de experiências na nova conformação. Este documento – e outros, como relatórios de gestão dos anos de 2012 e 2013 (LIMA, 2016, p. 125) – reconheciam a dificuldade de se estabelecer um consenso institucional sobre a aplicação dos parâmetros constantes na lei de criação dos IFs.

No Campus Hortolândia, o quarto a receber a Comissão Central, o tema de destaque foi novamente os balizadores, já que a questão dos percentuais, apontados por Lei, não estavam sendo respeitados no primeiro momento pelos campi, por falta de consenso, pois havia o entendimento de que os percentuais (50% dos cursos técnicos, 20% das licenciaturas e 10% do PROEJA) seriam respeitados no âmbito geral do IFSP, e não por campus.

Como não houve consenso, a Reitoria em decisão conjunta com o Colégio de Dirigentes, decidiu por manter os percentuais por campus. (IFSP, 2014, p. 27)

O quadro apontado anteriormente por Oliveira (2018) e a constatação de Estevo (2016, p. 83) de que os “novos *campi* (do IFSP) iniciaram pela oferta de cursos superiores de tecnologia, postergando a oferta do ensino médio integrado” podem ser compreendidos como uma provável consequência do acelerado espraiamento de uma instituição com a indelével marca do ensino técnico face a demanda por conciliar a expansão e a oferta de novos cursos. Os cursos superiores de tecnologia podem ser entendidos como uma resposta da expertise de parte do corpo docente mais antigo, “em virtude da remoção de alguns servidores para os novos *campi*” (FERREIRA, ANDRADE e SOUZA, 2018, p. 6).

Ainda, qualquer análise histórica de vagas de cursos do IFSP será viciada por um evento específico no biênio 2014-2015, que foi a existência de vários *campi* avançados, que pelas condições limitadas de infraestrutura, sem sede própria eram capazes de oferecer apenas cursos de qualificação profissional. O quantitativo destes era de 11 e 12, respectivamente, nos anos citados acima (IFSP, 2016, p. 22). Portanto, pesquisas concluídas recentemente que se baseiam em dados anteriores ao ano de 2016 indicam que o IFSP era composto por mais de 40 *campi*. Este fato influenciou os balizadores do artigo 8º da lei 11.892.

O motivo da forte queda nas proporções de oferta de vagas das modalidades de ensino técnico, superior de tecnologia e licenciatura entre 2013 e 2016 foi o grande aumento da oferta de vagas dos cursos da modalidade de qualificação profissional, que ao longo do período da expansão não produziram grande impacto, a não ser a partir de 2015, quando alcançaram a marca de 39%, aumentando em 2016 para 65% do total de vagas oferecidas pelo IFSP. Conforme relatado anteriormente, isso se deveu à implantação de doze *campi* avançados destinados exclusivamente a oferecer essa modalidade de ensino nas respectivas regiões de abrangência. (OLIVEIRA, 2018, p. 76)

No cenário que antecedia a transformação do CEFET-SP em IFSP, eram ofertadas 4280 vagas no ano de 2008, das quais 2640 (62%) se destinavam aos cursos técnicos, 1080 (25%) àqueles denominados como superior de tecnologia e 400 (9%) para licenciaturas. Além de 160 (4%) para cursos de bacharelado (OLIVEIRA, 2018, p. 73). Logo, haveria uma assimetria na oferta de cursos durante os primeiros anos após a criação do IFSP, em relação ao que preconiza a legislação específica –

a oferta de vinte por cento das vagas totais em licenciaturas, que foi amplificada pela súbita elevação de cursos de qualificação profissional, conforme mostrou Oliveira (2018) no trecho destacado acima.

Enquanto Oliveira (2018, p. 73) mostra que o IFSP ofertava 1440 vagas de cursos de Licenciatura, o relatório de gestão do ano de 2019 do IFSP indica o quantitativo de 2480⁴⁴ assentos para este tipo de graduação, correspondendo a um percentual de aproximadamente 15% do total (IFSP, 2020, p. 72), o que representa um aumento de pouco mais de 2000 vagas em cursos de Licenciatura do IFSP na comparação com o ano de 2008.

3.3.1 – As Licenciaturas no IFSP

Conforme indicamos anteriormente, esta saga institucional pelos meandros dos cursos de Licenciatura se inicia no centenário campus São Paulo do hoje IFSP, em espaço compartilhado com a sede da reitoria. A primogênita foi a formação de professores de Física, seguida pelas congêneres de Geografia, Matemática, Biologia e Química.

Os primeiros cursos de licenciatura foram criados no campus São Paulo, ainda no CEFET-SP. A licenciatura em Física foi o primeiro curso, iniciado no ano de 2001. A segunda licenciatura só começou em 2007, com o curso de Geografia. Em 2008, foram criadas duas novas licenciaturas: Matemática e Ciências da Natureza, sendo que esse último curso foi extinto após um ano, dando origem aos novos cursos de licenciatura em Biologia e em Química. Os alunos que cursavam licenciatura em Ciências da Natureza optaram por continuar em um desses cursos de Química ou de Biologia, conforme seus interesses. Em 2012 teve início a licenciatura em Letras. (LIMA e BARREYRO, 2018, p. 510)

Lima (2015, p. 111 - 113), dialogando com os sujeitos participantes de sua pesquisa, elenca vários fatores presentes no processo de abertura das Licenciaturas no campus São Paulo, em que o prestígio de se atuar na educação superior e o fortalecimento político da área no âmbito institucional foram centrais nos movimentos que culminaram na proposição dos cursos. A autora sintetiza essa dinâmica: “Alguns professores das áreas técnicas foram progressivamente criando os cursos

⁴⁴ A plataforma Nilo Peçanha indica 2410. A divergência se deve provavelmente a algum parâmetro nas bases de dados de referência.

tecnológicos e os professores das áreas propedêuticas foram os responsáveis pelos projetos dos cursos de licenciaturas” (idem, p. 114).

A disputa por espaços de poder e influência nas tomadas de decisões, que a existência de um curso superior poderia proporcionar a um grupo de servidores, parece ter sido preponderante em relação a alguns limitantes institucionais, como a dificuldade de se contratar novos docentes (ibidem, p. 112) e a ausência ou inadequação de espaços como laboratórios e bibliotecas, além de problemas com a estrutura física (ibidem, p. 115). Essas situações parecem ser consideráveis no campus São Paulo, considerando o tempo de existência dele (ANDRADE, 2014, p. 120).

Os depoimentos de outros servidores públicos do *campus* São Paulo do IFSP indicam outras particularidades do processo de criação das licenciaturas. O técnico-administrativo B relata que nesse processo os coordenadores das licenciaturas apresentavam para a administração vários tipos de impasses para a realização dos cursos, tais como o número insuficiente de docentes e a escassez de recursos. O técnico-administrativo conta que a instituição também nunca teve “[...] todos os professores necessários para atender ao programa do curso. Então, às vezes, você tinha que trabalhar com substitutos e também com recursos materiais limitados” (LIMA, 2015, p. 116)

O campus São Paulo ainda guarda uma peculiaridade que é a Licenciatura de Geografia, oferecida somente nesta unidade. Lima (2015) destaca o processo conflituoso que culminou na abertura deste curso, que foi aprovado antes mesmo da Licenciatura em Matemática, o que provocou desconfortos entre aqueles mais alinhados com o perfil de formação técnica do então CEFET.

De acordo com o Professor G, uma parte do grupo de professores de Geografia tinha interesse em criar uma licenciatura nessa área e, por isso, elaborou a proposta e encaminhou para o Conselho, que aprovou o projeto. Essa licenciatura gerou muitas contestações, que permanecem até hoje entre as áreas técnicas, pois defendem que o curso não condiz com o perfil da instituição. (LIMA, 2016, p. 123)

A rápida expansão de unidades do IFSP pelo estado nos leva a questionamentos sobre a implementação das licenciaturas nos campi do interior de natureza semelhantes aos relatos trazidos por Lima (2015), que centra sua análise no desenvolvimento das licenciaturas no campus São Paulo. No entanto, a revisão da literatura não nos possibilitou encontrar trabalhos acadêmicos que se dedicassem exclusivamente ao surgimento das licenciaturas de maneira abrangente nos campi interioranos. Recorrendo ainda a dissertação de mestrado de Lima (2016),

salientamos que ela exhibe alguns parâmetros quantitativos sobre número de cursos e total de matrículas no interior para engendrar o exame sobre a expansão do IFSP. Assim, a autora sintetiza os primeiros cursos de licenciatura em municípios fora da capital paulista.

A primeira licenciatura criada no interior foi o curso de Química, no *campus* Sertãozinho, em 2008. No ano seguinte, foi criada a licenciatura em Matemática, no *campus* Guarulhos. No ano de 2011, foram criadas as seguintes licenciaturas: Ciências Biológicas, no *campus* São Roque; Física, no *campus* Itapetininga e Matemática, nos *campi* Birigui, Bragança Paulista, Caraguatatuba e Araraquara. Em 2012, foram criadas as licenciaturas: Ciências Biológicas, no *campus* Barretos; Matemática, no *campus* Campos do Jordão e Química, no *campus* Catanduva. No ano de 2013, foi criada a licenciatura em Física, nos *campi* Birigui e Piracicaba. (LIMA, 2016, p. 107)

Além de Lima (2015), as dissertações de mestrado de Oliveira (2018) e Estevo (2016), citadas anteriormente, abordam a expansão do IFSP, sem trazer aspectos qualitativos das licenciaturas. Enquanto o primeiro analisava os indicadores gerais de desempenho do IFSP, considerando parâmetros legais, o segundo discutia o universo da educação profissional. De todo modo, é notável o número de pesquisas sobre os IFs, inclusas o IFSP, sobre diversas dimensões que envolvem a orbe institucional, que podem guardar relações com variados graus de intensidade com as licenciaturas.

Sem o intuito de apresentarmos uma exaustiva lista, preocupações com a evasão dos discentes (SILVEIRA, 2017), a internacionalização do IFSP (BASSOLI, 2018), as relações entre a extensão e as relações étnico-raciais (SILVA, 2018b) são exemplos desse espectro de trabalhos que ainda incluem um estudo sobre relações dos fundamentos da escola unitária gramsciana com a educação profissional do IFSP, a partir da situação do *campus* São João da Boa Vista (GIANELI, 2010) e uma pesquisa sobre concepções de formação política de docentes dos *campi* do Vale do Paraíba – Caraguatatuba, Campos do Jordão, Jacareí e São José dos Campos – (FERREIRA, 2017). Sobre esta última cidade, encontramos o único trabalho que se dedica especificamente as licenciaturas, que são ofertadas para as disciplinas de Química e Matemática a partir do ano de 2016. A autora deste estudo (SANTOS, 2017) destaca algumas situações que envolvem o *campus*:

O *Campus* São José dos Campos (...) foi viabilizado por meio de uma parceria entre o Instituto Federal de 48 Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo e a Petrobras. O contrato de comodato datado de 01 de dezembro de 2011

prevê o empréstimo por 20 anos, a título gratuito, de terreno com 22.231,27 m², bem como os cinco prédios já edificados, na área da Refinaria Henrique Lage – Revap, unidade da Petrobras, localizado no Vale do Paraíba. (...) Os salões presentes no prédio cedido pela Petrobras foram divididos cada um em quatro salas utilizando divisórias. Também foi dividido um salão em dois para uso como auditório e biblioteca e foi feita adaptação do galpão para ser utilizado como laboratório. Apesar de ter sido contornada a falta de infraestrutura adequada, a localização do prédio é um dos pontos mais delicados que precisam ser tratados. O prédio fica distante de comércios e moradias, os funcionários e terceirizados da Petrobras possuem transporte fretado e utilizam, na maioria das vezes, outra portaria. Isso faz com que seja pouco interessante para a prefeitura a disponibilização de um ônibus que atenda a portaria do IFSP. (SANTOS, 2017, p. 47-48)

A infraestrutura parece ser um ponto delicado no cotidiano de alguns campi. A situação narrada por Santos (2017) sobre as condições de acesso e do transporte público encontra similaridades com a história do campus Registro, que apenas compartilha a dificuldade, mas em um contexto totalmente diferente. O início da Licenciatura em Física também se deu em 2016, junto com o ingresso da primeira turma de ensino médio técnico integrado, após a contratação do quadro docente para atuar nas diversas disciplinas escolares⁴⁵, o que paulatinamente foi aumentando o fluxo de estudantes no campus.

Apesar de ser localizado próximo as margens da rodovia BR-116, o acesso a época a partir da estrada não era pavimentado e não contava com iluminação pública. Alguns estudantes de cidades vizinhas que não contavam com transporte próprio ou fretado, precisavam trilhar este caminho a pé, após o término das aulas, para embarcar no ponto de ônibus na via marginal a rodovia. Para o porte da cidade, a localização do campus pode ser considerada afastada do centro. Ademais, a linha do transporte municipal que atendia o campus dispunha poucos horários, o que impunha um limite para o término das aulas noturnas.

A vivência institucional nos legou a apreensão de possíveis entreveros nos prováveis complexos processos de implementação e desenvolvimento dos campi, o que reverbera na criação dos cursos (licenciaturas). De certa forma, pode-se dizer que há um conjunto de tensões mais ou menos explícitas nas relações que os campi do interior estabelecem com o entorno de suas sedes e a reitoria. Um deles, é apontado

⁴⁵ Anteriormente, o campus Registro ofertava o ensino médio técnico integrado em parceria com a Secretaria de Educação do estado de São Paulo. As disciplinas “propedêuticas” eram cursadas em uma escola da rede estadual e aquelas do núcleo técnico nas dependências do IFSP.

pela autora Iadocicco (2019) ao estudar os PDIs do IFSP e a democratização da gestão pedagógica. Analisando uma das entrevistas com um servidor ocupante de cargo de gestão, ela diz que “grande parte dos docentes não conhecem o arranjo produtivo local, muitos não são do município ou tem experiência em grandes centros e não conseguem entender essa demanda, em especial de regiões interioranas” (IADOCICCO, 2019, p. 171). O caso de Registro é emblemático neste sentido.

A infraestrutura física de cada campus é um universo particular. Há unidades com espaços bem distribuídos, outras nem tanto; há campus com auditórios amplos, no formato de anfiteatro, outros com espaços adaptados para que cumpram minimamente a função de auditório; há campus cujas prédios foram construídos, outros adaptados de instalações pré-existentes, herdadas de escolas municipais. Estudando o caso da implementação no campus de Salto, Honório (2017) menciona “que o aproveitamento de infraestruturas físicas existentes era um dos critérios da SETEC para o critério de seleção para a escolha de cidades polos que deveriam receber uma unidade da Rede Federal” (HONÓRIO, 2017, p. 70), situação observada na primeira fase da expansão, ainda sob a condição de CEFET.

Embora não se possa cortinar os percalços estruturais, que se devem em partes ao célere movimento de expansão da rede e talvez a interpretações rasas e inadequadas da tão propalada “eficiência⁴⁶ dos gastos públicos”, que distorcem o princípio da economicidade e a própria ideia de eficiência⁴⁷, o número de cursos de licenciatura aumentou significativamente ao longo da última década. Em 2012, eram 18 ofertas (IFSP, 2016) e em 2019 consta-se a existência de 57 licenciaturas para as seguintes formações: Ciências Biológicas, Física, Geografia, Letras, Matemática, Pedagogia, Química e um curso denominado Programa Especial de Formação

⁴⁶ O dicionário Houaiss de língua portuguesa traz, dentre outras, as seguintes definições para o termo eficiência: “virtude ou característica de (uma pessoa, uma máquina, um empreendimento etc.) conseguir o melhor rendimento com o mínimo de erros e/ou dispêndio de energia, tempo, dinheiro ou meios; produtividade econômica”. Quando se transpõem esses conceitos para políticas públicas educacionais sem o devido escrutínio crítico, incorre-se em uma espécie de “vício processual” como os doutos juristas bem dizem.

⁴⁷ Consideremos o Art. 37 da CF: “A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência e, também, ao seguinte: (...)”. Cabe salientar que na redação original não havia o termo “eficiência”, que foi inserido através da EC n. 19 de 1998, sob o governo de Fernando Henrique Cardoso. Para uma análise técnica-jurídica do “princípio da eficiência”, ver <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/82/edicao-1/principio-da-eficiencia> Acesso em 30/03/2021.

Pedagógica de Docentes, segundo dados da Plataforma Nilo Peçanha⁴⁸, incluindo os casos em que há oferecimentos em mais de um turno do mesmo curso.

Deste total de cursos, 47 encontram-se fora da capital paulista, distribuídos em 27 unidades. Neste número incluem-se as licenciaturas dos campi da região metropolitana de São Paulo, presentes nas cidades de Guarulhos, Suzano e Itaquaquecetuba. Com os dados mais recentes disponíveis de 2019, esses cursos somam 5429 matrículas. Estes dados foram extraídos de consulta a Plataforma Nilo Peçanha.

Considerando as múltiplas histórias e trajetórias que cada campus compõe, algumas situações *sui generis* emergem, como são os casos dos campi de Campinas e São Carlos, que não oferecem nenhum curso de Licenciatura. É notável que essas unidades estão em municípios que são referências no desenvolvimento de pesquisas.

Em São Carlos, o campus do IFSP se localiza contiguamente a UFSCAR e apresenta a particularidade de contar com um hangar, uma vez que oferece os cursos técnico integrado em ensino médio em manutenção de aeronaves em aviônicos e o superior de tecnologia em manutenção de aeronaves. Também há um campus da USP na cidade. Em Campinas, além da Unicamp, há várias instituições de pesquisa⁴⁹, que conferem uma singularidade a região, como um polo nacional de referência em pesquisa e desenvolvimento. O campus do IFSP no município se localiza junto a um órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações:

Diferente das demais unidades do IFSP, o Câmpus Campinas é uma parceria entre o MEC e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A Unidade faz parte de um novo e promissor arranjo: o Complexo Tecnológico e Educacional (CTE), que visa fomentar e impulsionar processos de inovação e formar cidadãos comprometidos com o desenvolvimento social e econômico. O Câmpus está localizado no Centro de Tecnologia da Informação - CTI Renato Archer, o que possibilita integração com setores acadêmicos, de pesquisa e desenvolvimento e de produção industrial, visando à oferta de bens e serviços à sociedade. (Disponível em <https://portal.cmp.ifsp.edu.br/index.php/apresentacao> - acesso em 30/03/2021)

Não deixa de ser curioso o campus se apresentar como “diferente” dos seus congêneres. Delineadas as apropriadas condições de contorno, é possível

⁴⁸ <http://plataformanilopecanha.mec.gov.br/2020.html>

⁴⁹ CNPEM – LNLS, LNBio, LNNano, LNBR; O acelerador SIRIUS, CPQD, Emprapa...

atribuir uma coerência a esta diferença. Resgatando o disposto no Art. 8º da Lei 11.892 (BRASIL, 2008), que estabelece o balizador de 20% de vagas para

cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica, com vistas na formação de professores para a educação básica, sobretudo nas áreas de ciências e matemática, e para a educação profissional. (idem, Art. 7º, inciso Vi, alínea b)

Nota-se, através da consulta ao sítio eletrônico do IFSP – campus Campinas a oferta de dois cursos de Especialização que recebem o prenome de Pós-Graduação *Latu Sensu* em Formação Docente, sendo uma delas em TICs aplicadas ao ensino de ciências e a outra em Educação para inserção social. No atual PDI (IFSP, 2019, p. 283) vemos que esses dois cursos são considerados para efeito do cumprimento legal de 20% de vagas em “formação de professores”, apesar que esta porcentagem relativa era de 9,4% em 2019. O campus prevê a abertura de uma Licenciatura em Pedagogia na modalidade EAD para o ano de 2021, mas ainda não é possível encontrar nenhuma informação a respeito no sítio eletrônico.

A situação do campus São Carlos é análoga, entretanto mais distante ainda da meta de 20%. Há apenas um curso deste tipo intitulado: Especialização em Educação: Ciência, Tecnologia e Sociedade. No PDI (IFSP, 2019, p. 304), há a previsão de criação de um Mestrado profissional em ensino⁵⁰ para o ano de 2022, de maneira que o balizador do quantitativo de cursos de formação de professores venha atingir 6,4%.

Diante de todos esses “fótons”, nos parece promissor e necessário o estudo de problemáticas sobre as licenciaturas no âmbito dos IFs e no IFSP em especial, nosso locus de pesquisa. Pelos motivos aludidos anteriormente, desperta particularmente nosso interesse a seara das licenciaturas em Física do IFSP. Discorreremos sucintamente sobre elas na finalização do presente capítulo.

3.3.2 – As Licenciaturas em Física no IFSP

Os cursos do IFSP que formam professoras e professores de Física estão distribuídos em oito municípios do estado, incluindo a capital, conforme já mencionado. Com a Matemática em primeiro lugar, é o segundo curso mais presente

⁵⁰ O texto legal se refere a “cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica”. Parece que há um entendimento de que cursos de pós-graduação na área de educação/ensino, *latu* ou *stricto sensu*, possam cumprir este requisito.

no IFSP, seguido pelas Licenciaturas em Química e em Biologia, em consonância com a lei 11.892 que prevê a oferta de Licenciaturas nos IFs preferencialmente nas disciplinas de Ciências da Natureza e Matemática. Lima (2015) realça a argumentação prévia a criação dos IFs para se destinar o foco nas ciências da natureza.

O documento *Concepção e Diretrizes: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia*, publicado pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec) em 2008, destaca a existência de uma demanda por professores, principalmente, para as áreas de “[...] Ciências da Natureza: Química, Física, Biologia e mesmo a Matemática [...]” (BRASIL, 2008a, p. 29). O documento expõe uma demanda de 272.327 professores, apenas para a área das Ciências da Natureza, o que justificaria a oferta desses cursos nos Institutos Federais. Observa-se, portanto, que essa motivação expressa no documento é semelhante àquela apresentada pelos professores e técnico-administrativos da instituição. (LIMA, 2015, p. 110)

Além da cidade de São Paulo, as outras licenciaturas em Física encontram-se nos campi dos municípios de Itapetininga, Piracicaba, Birigui, Registro, Votuporanga, Caraguatatuba e São João da Boa Vista. Este último apresenta uma proposta diferente em relação aos demais, de maneira a conferir duas habilitações para o estudante ao término do percurso formativo. O nome do curso é Licenciatura em ciências naturais: habilitação em Física, que divide espaço com a habilitação em Química. O intuito é formar um professor para lecionar as ciências no ensino fundamental e Física. Na tabela 01 a seguir listamos esses cursos com o início de funcionamento de cada um.

Tabela 01: Início de funcionamento das Licenciaturas em Física em cada campus do IFSP

Campus	Início do funcionamento	Início da Licenciatura em Física
São Paulo	1910	29/07/2001
Caraguatatuba	2007	02/2017
São João da Boa Vista	2007	02/2017
Birigui	2010	01/02/2013
Itapetininga	2010	16/08/2010
Piracicaba	2010	01/02/2013
Votuporanga	2011	15/02/2016
Registro	2012	15/02/2016

Fonte: Elaboração própria a partir de dados dos PPCs dos cursos

Os campi guardam particularidades que remetem ao contexto histórico de cada um. A relação de casualidade se fez presente no caso do campus São Paulo sem nenhuma surpresa, onde a Licenciatura em Física convive com as outras formações. O campus Itapetininga foi o pioneiro a abrir um curso de Física no momento de início das atividades. Os demais cursos iniciaram aos pares: Piracicaba e Birigui em 2013; Registro e Votuporanga em 2016 e Caraguatatuba e São João da Boa Vista em 2017.

As particularidades dos campi do interior são notáveis. Em Piracicaba a licenciatura divide espaço com outros três cursos de engenharia, o que é incomum nos campi fora da capital. Em Votuporanga a situação é similar, com duas engenharias e um bacharelado em sistemas de informação compartilhando o espaço de cursos superiores. Em Registro, o curso de Física é acompanhado por uma engenharia de produção e pela licenciatura em Pedagogia que se iniciou em 2021. Em São João da Boa Vista a proposta de licenciatura integrada entrou em funcionamento dez anos após o surgimento do campus. Em Caraguatatuba, que compartilha o tempo de vida com SBV, já havia uma licenciatura em Matemática desde 2011. Essa parceria Física-Matemática se repete nos campi de Itapetininga, em que a Matemática foi posterior a Física, e Birigui, que seguiu a sequência do campus do litoral norte do estado.

Cada licenciatura, em cada campus do IFSP, compõe um enredo específico levando-se em consideração a constituição do campus e a cultura das áreas disciplinares que venham estar em voga. Naturalmente, as experiências e histórias de vida dos envolvidos entram na trama. Uma licenciatura em Física per si, no escopo desta pesquisa, é sinônimo de interesse. O caso dela no IFSP torna-se mais instigante por ter sido a pioneira na instituição e também figurar entre as precursoras das Licenciaturas nos então CEFETs. Destacando um trecho da pesquisa de Lima (2015), em que ela mobiliza a fala de professores do campus São Paulo que ela entrevistou:

A licenciatura em Física foi o primeiro curso criado na instituição e teve início no segundo semestre de 2001. O Professor F relata algumas dificuldades desse período, marcado por poucos recursos e poucos laboratórios para as aulas. O Professor destaca que, naquele momento, a legislação havia permitido a oferta, mas não “[...] colocou dinheiro extra para fazer os laboratórios necessários. Então, nós tivemos bastante dificuldade para montar. Até hoje nós ainda não temos todos os laboratórios que deveríamos ter” (PROFESSOR F).

A escolha pelo curso de Física ocorreu porque havia uma recomendação para a abertura de cursos na área das Ciências. A área de Física, naquela ocasião, possuía as condições mais favoráveis para ofertar a licenciatura, principalmente porque apresentava a maioria dos professores com mestrado ou doutorado da instituição, além da própria correlação de forças dos docentes da área de Física, embora tenha havido algumas resistências internas para a sua criação (PROFESSOR H).

Segundo o Professor B, o curso de Física surgiu porque era um projeto interno do então CEFET-SP e traduzia um desejo da direção de “[...] migrar o CEFET um pouco para o ensino superior. Inclusive, interesse de transformar o CEFET numa Universidade Tecnológica” (PROFESSOR B). (LIMA, 2015, p. 122)

Este excerto da dissertação de mestrado de Lima (2015) se insere no bojo dos pormenores e problemas na implementação das Licenciaturas no campus São Paulo também salientados na seção anterior. É bastante complexa qualquer tentativa de comparação entre os contextos de surgimento das licenciaturas na capital e no interior, onde os campi já nascem sob a égide da normativa legal do oferecimento dos cursos de formação de professores.

Porém, é razoável admitir que as dificuldades indicadas por Lima (2015) sejam semelhantes. Além de questões de infraestrutura, aspectos qualitativos da organicidade dos cursos podem ser relevantes em todas as licenciaturas do IFSP considerando-se as dinâmicas institucionais. A exceção do campus São Paulo, a inexistência de departamentos nos moldes das universidades é a tônica organizacional dos docentes do IFSP. Há no campus da capital paulista um “Departamento de Ciências e Matemática”, com as quatro subáreas – Biologia, Física, Química e Matemática bem definidas. Em contrapartida, o Departamento de Humanidades não dispõe de subdivisões, o que gera alguns desconfortos em relação ao escopo das licenciaturas.

A leitura dos documentos institucionais mostra que não há, todavia, uma área de Educação, na instituição, que contribua com as discussões de caráter pedagógico. Segundo depoimento do Professor F, as aulas da área de educação são ministradas pelos poucos professores que possuem formação na área pedagógica:

“São os que têm formação na área pedagógica, porque nós não temos muitos professores. Veja a incongruência, até hoje com todas essas licenciaturas, nós não temos aqui no *campus* São Paulo uma área de Pedagogia, porque tem a área de Física, Química, Biologia. Nós tínhamos que ter uma área só constituída por pedagogos e que esses pedagogos fossem distribuídos entre as licenciaturas. Então, isso não existe” (PROFESSOR F). (LIMA, 2015, p. 128)

Os concursos para ingresso nos IFs não exigem trajetória acadêmica em nenhum ramo específico dentro das disciplinas. Pela oferta dos cursos de nível médio,

a exigência de pós-graduação não é obrigatória na maioria dos editais. Os docentes, portanto, não se organizam de acordo com suas trajetórias e especificidades de atuação em pesquisa, vinculando-se às coordenações de curso em que atuam.

Os docentes que ingressam para trabalhar especificamente com os cursos de Licenciatura pertencem a uma área comumente denominada de Educação/Pedagogia e não há obrigatoriedade de o docente apresentar formação em alguma das áreas consagradas como Psicologia da Educação, Filosofia da Educação, Sociologia da Educação, Didática, Administração Escolar. No campus São Paulo os docentes dessa área integram o departamento de humanidades, sem uma subárea específica de pedagogia. Nos demais campi, geralmente eles são vinculados as coordenações do curso de licenciatura em que atuam. Assim, em cada campus é possível encontrar docentes com perfis bem distintos, o que também se aplica às outras disciplinas.

Distintamente da crítica salientada por Lima (2015) na citação anterior, há outros professores que consideram essa especificidade como a “riqueza” das licenciaturas dos IFs, destacando potencialidades de se pensar a superação da dicotomia entre formação específica e pedagógica.

Nos depoimentos de alguns professores do IFSP, a proposta de licenciatura na instituição surgiu, também, como possibilidade de oferta de um novo formato integrado de formação de professores, justamente, por não existir a separação da oferta do curso entre departamentos como na universidade (PROFESSORES A, B e H). O Professor B sintetiza o exposto: “Então, o curso tem uma organização que eu acho que é uma riqueza da proposta do IF, que não distingue o que seria formação específica da formação pedagógica em departamentos. Logicamente que existem disciplinas que são mais ligadas à formação específica e outras que são mais ligadas à formação pedagógica, mas não é uma dicotomia. Então, os cursos de formação específica procuram já trabalhar também, a formação pedagógica e vice-versa (PROFESSOR B)”. (LIMA, 2015, p. 145)

Diante deste instigante cenário das licenciaturas no inquieto contexto da rede federal, continuemos a “viagem” em nosso “átomo” recorrendo aos “fótons de raio-x” para edificarmos como aprofundar este mergulho. No capítulo seguinte, trazemos algumas considerações metodológicas sobre a pesquisa.

Capítulo 04 – Dizeres metodológicos – interações eletromagnéticas

III – recorrendo aos fótons dos raios-x

Somos eternos aprendizes... não posso nem falar que sou um grão de areia da imensa praia.... se eu conseguir ser um elétron de um dos átomos estaria feliz, apesar de eu estar mais para um quark buscando ser parte de um próton...

Para construir nosso caminho metodológico inspiramo-nos no pensamento de dois notáveis estudiosos inseridos nesta tradição ocidental que vivemos: Walter Benjamin e Ivor Goodson. As contribuições de Benjamin são inúmeras para vários ramos do saber humano, de forma que nos apropriamos de uma pequena parte de sua obra, em que sublinhamos as ideias de narrativa e experiência. Destacamos um excerto do texto “Experiência e Pobreza” que ele escreveu no ano de 1933:

A horrível mixórdia de estilos e visões de mundo do século passado mostrou-nos com tanta clareza aonde esses valores culturais podem nos conduzir quando a experiência nos é subtraída, hipócrita ou sorrateiramente, que é hoje uma prova de honradez confessar nossa pobreza. Sim, confessemos: essa pobreza não é apenas pobreza em experiências privadas, mas em experiências da humanidade em geral. (BENJAMIN, 2012, p. 125)

Em 1936, Benjamin escreve um outro ensaio que compõe o centro gravitacional de nossa proposta metodológica: O Narrador, em que ele enaltece a arte de narrar como guardião da sabedoria e da tradição oral que carrega a verdadeira experiência e aborda o declínio das narrativas no bojo da ascensão da imprensa, do surgimento do romance e da transmissão de informações. “O narrador retira o que ele conta da experiência: de sua própria experiência ou da relatada por outros. E incorpora, por sua vez, as coisas narradas à experiência de seus ouvintes” (BENJAMIN, 2012, p. 217).

A narrativa se torna protagonista em nosso fazer metodológico justamente por essa característica apontada por Benjamin: ouvir, incorporar, aprender e apreender a experiência que um narrador nos conta. Aqueles com quem conversamos são mais que sujeitos participantes da pesquisa. São narradores, com experiências que são mais potentes e significativas que uma informação.

Se a arte de narrar é hoje rara, a difusão da informação tem uma participação decisiva nesse declínio. A cada manhã recebemos notícias de todo o mundo. E, no entanto, somos pobres em histórias surpreendentes. A razão para tal é que todos os fatos já nos chegam impregnados de explicações. Em outras palavras: quase nada do que acontece é favorável à narrativa, e quase tudo beneficia a informação. Metade da arte narrativa está em, ao comunicar uma história, evitar explicações. (BENJAMIN, 2012, p. 219)

Assim, os estudos narrativos acenam para outros modos de compreensão de nossas realidades, neste contraponto ao fluxo da modernidade capitalista, uma perspectiva a contrapelo das influências da racionalidade técnica (GALZERANI, 2008). Há diversos trabalhos na Educação e no Ensino de Ciências que se inspiram na ideia de narrativa (GOODSON e PETRUCCI-ROSA, 2020; TEIXEIRA, 2020; QUIMENTÃO, 2020; IGLESIAS, 2019; FREITAS, 2018; MOREIRA, 2017; GONÇALVES, 2017; SILVA, 2017; GOMES, 2016; CALADO, 2016, BORTOLATO, 2015, dentre outros⁵¹).

Especialmente aqui destacamos a argumentação de Petrucci-Rosa (2017) sobre a narrativa como uma forma de transgressão para se pensar práticas curriculares: “as narrativas dos sujeitos e as histórias das instituições tornam-se fios condutores para tomadas de decisão referentes ao currículo e ao ensino, configurando-se também como formas de transgressão” (p. 563-564). No intuito de (re)significar o currículo nesse resgate da narrativa no campo da Educação e do Ensino de Ciências, a obra do professor Ivor Goodson nos é imprescindível no percurso teórico e metodológico da presente pesquisa. Nas palavras dele, ao abordar a emergência das narrativas no mundo contemporâneo:

(...) penso que podemos ver, na atividade cultural contemporânea, como o movimento para menores escalas, para as narrativas mais individuais de vida, está emergindo. Curiosamente, nosso tempo é frequentemente chamado de uma “era da narrativa”: de narrativas políticas, de “contação” narrativa de histórias, de identidade narrativa. Posto em perspectiva histórica, em oposição aos últimos séculos desde o Iluminismo, deveríamos considerá-lo como o início não da “era das narrativas”, mas da “era das pequenas narrativas”. (GOODSON, 2019, p. 121)

A noção de narrativa adquire tal centralidade no pensamento de Goodson que ele traz o conceito de *capital narrativo*, inspirado na noção de capital cultural, como estabelece Bourdieu.

⁵¹ Trabalhos desenvolvidos no âmbito do Geprana – Grupo de estudos sobre práticas curriculares e narrativas docentes. Disponíveis em www.geprana.com, acesso em 30/04/2021.

Nossas “estórias”⁵² de vida nos proporcionam um estoque de capital narrativo: um arsenal de recursos narrativos com os quais não apenas nos relacionamos, mas que nos permitem responder de forma flexível às transições e eventos críticos que compõem nossas vidas e nos proporcionam recursos para desenvolver ativamente cursos de ação e estratégias de aprendizagem. (GOODSON, 2013a, cap. 6, p. 1/10, tradução nossa⁵³)

Ao dizer que nossas “estórias” de vida são fundamentais para compreendermos como lidamos e respondemos a processos de mudanças, Goodson confere um status às narrativas que alguém tem para contar. Dessa forma, a “era das pequenas narrativas” a que ele se refere pode adquirir um importante significado ao pensarmos no nicho particular que compõe as experiências de cada indivíduo em diferentes aspectos (GOODSON, 2019).

Podemos ver, então, como a “era das pequenas narrativas”, de narrativas de vida, tem se expressado em padrões emergentes da arte, das políticas e dos negócios. Nesse sentido, as problemáticas inerentes ao estudo da vida das pessoas são parte de um contexto mais amplo de relações sociais, propriedades e provisões. (GOODSON, 2019, p. 129)

Esses imbricamentos de contextos e situações apontados por Goodson em que se inserem narrativas de vida são localizados cultural e temporalmente. Neste “contexto mais amplo de relações sociais” as narrativas de vida guardam histórias de vida profissional, que por sua vez podem ser constituintes do capital narrativo. Portanto, o conjunto das vivências e experiências dos professores transborda a dimensão pessoal e pode ser reveladora de influências de políticas de implementação, reestruturação ou reformas educacionais e curriculares. Assim, “a importância vital de depoimentos de vida e de trabalho docente está na exposição da superficialidade, para não dizer imprecisão, das visões prescritivas e empresariais de mudanças na escola”⁵⁴ (GOODSON, 2004, p. 254, tradução nossa).

⁵² Na construção metodológica sobre narrativas que Goodson propõe, ele diferencia as “estórias” de vida das “histórias” de vida. As primeiras são as experiências e vivências que cada sujeito tem a contar, levando-se em consideração as diferentes instâncias da vida de um indivíduo. Quando situamos essas “estórias” dentro de um contexto político, histórico e social elas adquirem um outro contorno e podem ser, portanto, entendidas como “histórias” de vida. (GOODSON, 2013a, cap. 3 – p. 9/9 – penúltimo parágrafo)

⁵³ Our life stories provides us with a stock of narrative capital: an armoury of narrative resources with which we not only render accounts but flexibly respond to the transitions and critical events which comprise our lives and equip us to actively develop courses of action and learning strategies

⁵⁴ “the vital importance of teachers’ life and work testimonies is that they expose the shallowness, not to say inaccuracy of the managerial, prescriptive view of school change” (GOODSON, 2004, p. 254)

4.1 – Delineando as incursões metodológicas

Para compor o percurso de investigação acerca dos movimentos da Física escolar, elegemos como locus da pesquisa o contexto das Licenciaturas em Física do IFSP, diante dos argumentos erigidos no capítulo anterior. Ressaltamos que a presente pesquisa foi devidamente aprovada pelos comitês de ética das instituições envolvidas⁵⁵.

Inspirados em trabalhos de Goodson (2019) e Lindblad e Goodson (2011), assumimos que diferentes instâncias de um campo podem ajudar a compreensão do fenômeno estudado. Assim, consideramos que distintas relações se configuram em níveis que podem ser denominados de supra, macro, meso e micro (Rudd e Goodson, 2016), de acordo com suas possibilidades de abrangência e influência.

Esses quatro níveis, de maneira sintética, podem ser relacionados da seguinte forma: o nível supra diz respeito a movimentos globais, que ultrapassam o âmbito dos países, como ondas de reformas e reestruturação subjacentes a princípios econômicos; o nível macro compreende a esfera nacional, políticas e ideologias estabelecidas em diretrizes de instituições da administração federal; o nível meso, por sua vez, corresponde a nichos mais específicos, representando interesses de grupos específicos que possam atuar nacional, regional ou ainda localmente, desde que sejam capazes de exercer alguma influência; por fim, o nível micro representa pequenos grupos sem poder de influência e os indivíduos em suas diversas atividades pessoais e profissionais. A esses níveis que Goodson associa a existência de narrativas. As que ele denomina de sistêmicas correspondem aos níveis supra, macro e meso. As narrativas de vida são inerentes ao nível micro. Como sumarizado por Petrucci-Rosa (2016):

Goodson define, pelo menos, dois tipos de narrativas. O primeiro é chamado de narrativa sistêmica, que é encontrado em fontes documentais de iniciativas de reforma e reestruturação em cada contexto particular. O segundo tipo é a narrativa da vida profissional, que é antagônico ao primeiro oriundo de entrevistas com professores imersos na rotina escolar. (PETRUCCI-ROSA, 2016, p. 11)

⁵⁵ CAAE – CEP-CHS/Unicamp: 17495419.2.0000.8142;
CAAЕ – Comitê de Ética IFSP: 17495419.2.3001.5473.

Assim, consideramos, portanto, que há narrativas sistêmicas sobre a disciplina escolar Física. Estas narrativas consubstanciam-se na forma de diversos documentos oficiais, que são textos curriculares repletos de sentidos construídos sobre um tema. No escopo desta pesquisa, os projetos pedagógicos dos cursos (PPCs) de Licenciatura em Física dos cursos do IFSP compõem narrativas sistêmicas sobre concepções de docência na relação com a Física escolar. Propomos a análise referentes a estes cursos, com diferentes tempos de funcionamento, com propostas mais ou menos reformuladas. Compreendemos os PPCs como artefatos curriculares que guardam narrativas sistêmicas de uma comunidade disciplinar (GOODSON, 2019), que revelam como diferentes interesses são negociados na confecção de princípios, orientações e programas de disciplina que serão referência para um dado contexto.

Aliado a eles, há outro documento que circula no nível institucional, denominado de currículo de referência. Por meio da aprovação pelo Conselho Superior do IFSP foi determinada a construção de diretrizes para cada curso, do ensino básico, técnico e superior, que aglutinassem os saberes estruturantes para cada formação oferecida pelo IFSP. De acordo com as instruções oficiais, a ideia não é padronizar, mas elencar princípios basilares. Em todos os grupos de trabalho havia a presença de um servidor docente ou técnico-administrativo que fosse licenciado e demonstrasse conhecimentos sobre o campo do currículo. No caso das Licenciaturas, os coordenadores dos cursos compunham juntamente com esse profissional a comissão para conduzir os trabalhos.

Ainda, por outro ângulo de abordagem, podemos considerar outras narrativas sistêmicas sobre o conhecimento escolar da Física, em um âmbito macro, de abrangência nacional. O PNLD, como uma política educacional, através de um rigoroso processo de avaliação por especialistas, seleciona obras das diversas disciplinas escolares passíveis de serem adotadas por professores nas escolas públicas do país. O conjunto de avaliadores dos livros didáticos produzem um Guia sobre elas, destacando as principais características de cada uma, com comentários aos professores. Junto com este documento, o edital que o precede de convocação de inscrição e avaliações das obras, com as diretrizes gerais e específicas de cada disciplina, também pode compor narrativas sistêmicas sobre a Física escolar.

Por sua vez, as narrativas de vida profissional podem revelar outras realidades, potencialmente enriquecedoras para contribuir com a elucidação do problema de pesquisa. A experiência dos sujeitos, professores e professoras em nosso caso, é uma fonte de perspectivas de mundo, que carregam sentidos múltiplos dentro dos contextos sociais e políticos que eles vivem. Assim, foram realizadas entrevistas com docentes atuantes nos cursos de Licenciatura em Física, uma vez que esse espaço de formação é por excelência um lugar privilegiado para se mobilizar as questões relacionadas ao conhecimento escolar.

Para nossa perspectiva metodológica, o ato de ouvir o que o outro tem a nos contar é pedra angular. Consideramos que os professores com suas experiências profissionais são detentores de um arcabouço de experiências que podem ser narradas. Dessa forma, procedemos com entrevistas para podermos escutar e aprender com aquele que gentilmente se predispõe a contar suas histórias de vida. Petrucci-Rosa (2017) sintetiza nossa forma de compreender e trabalhar com a narrativa:

Não operamos com a narrativa como dispositivo de autorreflexão ou de revisão das práticas. Não consideramos uma imagem que se forma no espelho a partir da qual subjetividades se constituiriam. Ao contrário, não há espelho, há um alguém que conta uma história, e que por tê-la vivido e poder contá-la, é considerado um conselheiro, alguém que tem algo a dizer a um ouvinte que, por sua vez, aprenderá com o narrador. (PETRUCCI-ROSA, 2017, p. 566)

As entrevistas realizadas não seguem padrões como estruturadas ou semiestruturadas, comumente utilizados. Nossa perspectiva está assentada na premissa de que os sujeitos têm histórias de vida para *contar* que podem ser carregadas de sentidos vários, considerando as experiências vivenciadas por eles. Segundo Benjamin:

A narrativa, que durante tanto tempo floresceu num meio artesão – no campo, no mar e na cidade –, é ela própria, num certo sentido, uma forma artesanal de comunicação. Ela não está interessada em transmitir o “puro em si” da coisa narrada, como uma informação ou um relatório. Ela mergulha a coisa na vida do narrador para em seguida retirá-la dele. Assim, imprime-se na narrativa a marca do narrador, como a mão do oleiro na argila do vaso. (BENJAMIN, 2012, p. 221)

Desta maneira, a entrevista transcorre mais como uma conversa, com eventuais intervenções que o pesquisador/entrevistador julgue necessárias. Ao

receber as palavras que são ouvidas como conselhos, como saberes da experiência vivida por quem narra experiências em um processo que lembra e resgata a potência do “*artesanal*” no ato da narrativa, o pesquisador se coloca na condição de ouvinte que aprende com as experiências e memórias do outro.

Assim, imbuídos deste conceito de experiência que Benjamin nos proporciona, que permite ressignificar espaços e tempos de contextos históricos e sociais, é que colocamos em voga a experiência que os professores carregam como profissionais que agem e reagem as diversas interpelações que lhes são colocadas. O professor é o sujeito da experiência, com percursos formativos e trajetórias de vida que guardam em seu imo ricas possibilidades de construções sócio-históricas que possam ser mobilizadoras de luta por justiça social

Dadas as circunstâncias históricas (de uma bateria de diretrizes governamentais), nos encontramos inaptos a seguir a tendência pós-moderna em compreender a identidade docente como múltipla, díspar e fluída, sujeita a constantes mudanças e fluxos. Tal visão das possibilidades de agência docente ignora os espaços socializados e circunscritos e as trajetórias de vida e trabalho professoral. (GOODSON, 2004, p. 257, tradução nossa⁵⁶)

A narrativa opera em uma tensão que mobiliza o “individual x social”, “estrutura x agência” e “macro e o micro”. Como pode-se inferir do argumento de Goodson, as interpelações que os professores recebem de diretrizes governamentais não são simplesmente acomodadas e dispersas em um secundarizar do enraizamento docente. Uma normativa institucional não apaga as experiências que um professor carrega. Entrevistar os professores, ouvir as contribuições das histórias de vida dos docentes para nossa pesquisa é um ato político.

Em consonância com os escritos de Benjamin sobre narrativa, nós, na condição de pesquisador, não pretendemos analisar tecnicamente o que nosso entrevistado nos fala. Desejamos, pois, nos aconselharmos, recebermos a experiência que nos é contada, para posteriormente compormos nosso material empírico, que se constitui de fragmentos, excertos da entrevista transcrita. Sendo

⁵⁶ Given this historical circumscription (of a battery of government regulations), we find ourselves unable to follow post-modern fashion in seeing teachers as having selves that are multiple, disparate and free-floating, subject to constant change and flux. Such a vision of the possibilities of teacher agency ignores the socialised and circumscribed spaces and trajectories of the teacher’s life and work

assim, podemos dizer que a escolha pelos sujeitos participantes de nossa pesquisa segue dois critérios: a disposição em narrar e contar histórias; e ter experiências relacionadas com o problema de pesquisa. Em termos operacionais, realizamos o seguinte:

Na primeira fase da constituição do quadro empírico, são realizadas entrevistas, que usualmente são propostas a partir de uma questão única. Nesse sentido, há uma preocupação em não trabalhar com roteiros pré-definidos, tampouco com entrevistas semiestruturadas. A abertura de cada entrevista geralmente se dá com um convite que pode ser formulado assim: “Conte-me sua história a respeito de...” (PETRUCCI-ROSA, 2014, p.10)

Em nosso caso, começamos as entrevistas com os docentes a partir da seguinte frase disparadora: “Eu gostaria que você me contasse a sua história sobre suas práticas profissionais de atuação na Licenciatura em Física e suas relações com os conhecimentos da Física.” Os áudios foram gravados e posteriormente transcritos e textualizados. Ao longo do percurso da pesquisa, realizamos entrevistas com seis professores e duas professoras, que serão devidamente apresentados no capítulo seguinte.

Neste processo de textualização, são suprimidas marcas de oralidade, repetições e eventuais elementos muito externos ao contexto da pesquisa. Informações que identifiquem o participante da pesquisa e/ou outros sujeitos são retiradas, observando as questões éticas da pesquisa. Posteriormente, os entrevistados recebem o texto para que possam anuir a publicação do conteúdo das entrevistas sob irrestrito anonimato.

4.2 – Trabalhando com as narrativas – a ideia de mônada

O processo de análise das entrevistas é completamente artesanal, no sentido que Benjamin se referia a analogia da “mão do oleiro” que imprime suas marcas. O sentido da experiência que a narrativa carrega é adensado por aquele que ouve no encontro das suas inquietações como pesquisador com as histórias de vida contadas pelos professores. O ouvinte atribui um sentido, um significado para aquilo que escuta. Assim, nos debruçamos sobre a transcrição da entrevista para confeccionarmos diálogos com nosso problema de pesquisa. Não cogitamos, de forma alguma, a utilização de quaisquer recursos eletrônicos destinados a “análises

qualitativas”. Conforme aponta o professor Goodson, nós mergulhamos em nosso material empírico bruto.

Um grande banco de dados de transcrições de entrevistas pode ser gerado dessa forma, e o processo de análise desses dados é inevitavelmente minucioso e complicado. Existem vários computadores e pacotes que podem ajudar, desde o simples uso de "palavras-chave" através de programas como QualiData e Ethnograph (...) Minha preferência pessoal, no entanto, é por um processo manual que chamo de 'tomar banho nos dados' (alguns podem dizer 'afogamento nos dados' e pode parecer assim no início!). Isso significa imergir paulatinamente na leitura da transcrição. (GOODSON, 2013, cap. 5, p. 1/16, tradução nossa⁵⁷)

A análise das entrevistas dar-se-á inspirada na ideia de mônada (PETRUCCI-ROSA et al., 2011), como faz Walter Benjamin em *Infância em Berlim por volta de 1900*, recriando a sua infância através de fragmentos, as mônadas, constituindo diversas historietas. Essas mônadas são representações de um *todo*, porém não são meras partes desconexas da unidade que representam, carregando em si a própria unidade. Elas não são, portanto, parte de um todo, mas sim partes-todo “que são centelhas de sentidos que tornam as narrativas mais do que comunicáveis: tornam-nas experienciáveis” (PETRUCCI-ROSA et al., 2011, p. 203). Ainda nos dizeres destes autores:

A imagem da mônada, utilizada por Walter Benjamin em seus escritos, é inspirada, segundo referências do próprio autor, na “Monadologia” de Leibniz. As mônadas são conceituadas como os elementos das coisas, indivisíveis e indissolúveis, substâncias simples e sem partes, que conformam o real em sua totalidade. Sendo a realidade múltipla e diferenciada, tais elementos mínimos diferem entre si e estão sujeitos a mudanças naturais. (PETRUCCI-ROSA et al., 2011, p. 204)

Assim, as mônadas são confeccionadas por excertos do conteúdo textual da transcrição das entrevistas, a partir da “mão” do pesquisador, de maneira que elas constituam diálogos possíveis com os objetivos da pesquisa. As mônadas tem a potencialidade em si de mostrar, recriar, elucidar um contexto, local, época, ideia, acontecimento por meio da interface entre o fragmento e a totalidade. Dessa forma, quando pinçamos uma mônada do mar textual, não encerramos nela mesma um único

⁵⁷ A large data bank of interview transcripts can be generated in this way, and the process of analysing this data is inevitably painstaking and complicated. There are various computer aids and packages that can help, from the simple use of 'keywords' through programmes such as QualiData and Ethnograph (...) My personal preference, however, is for a manual process I call 'bathing in the data' (some might say 'drowning in the data' and it may feel like that in the beginning!). This means reading through the transcripts in a slow, incremental manner.

sentido passível de ser transmitido. Ao contrário, uma mônada pode guardar brechas em si que levem aquele diante dela para diferentes fragmentos do todo, indicando distintos elementos que o compõe. Esta é a potência da mônada como “partes-todo”. Nesse sentido, o pesquisador atribui um título a mônada que seja representativo do teor que ela carrega, de modo que um outro sujeito, debruçado sobre o mesmo material, poderia ainda conferir outro título para o mesmo conteúdo. Diferentes ouvintes podem ressignificar uma narrativa em múltiplas bifurcações.

Podemos estabelecer uma comparação imagética das mônadas terem um potencial de constituírem um fio condutor muito longo, com um comprimento que se pode assumir “*infinito*”. Sabe-se que esse fio tem um início e tem um fim. Mas devido a sua extensão, esses limites se perdem na dimensão local e, ao se cortar esse fio, teremos um fragmento com um outro começo e um outro término, aparentemente idênticos as extremidades do fio inteiro, que apesar de não as serem, representam-nas.

As histórias de vida dos professores participantes constituem o nosso *tudo* que pode minuciosamente ser transformado nos fragmentos pululantes de sentidos e significados. Ao contar uma situação, narrar uma experiência, o professor traz à tona suas memórias que representam não somente o experienciado por ele, mas também contextos em que essa lembrança se consolidou, o que pode nos indicar pistas sobre as questões envolvendo o conhecimento da Física e suas características enquanto disciplina escolar no cenário de um Instituto Federal.

Assim, constituímos nosso corpus de análise dentro de dois níveis: um mais abrangente, sistêmico, representado pelos documentos do PNLD, projetos pedagógicos e o currículo de referência proposto para as Licenciaturas em Física, entendidos como documentos. O outro, mais particular, próprio das histórias de vida e experiências dos professores, representado pelas narrativas de vida, cujo conteúdo é transformado nas mônadas. Aliados, esses níveis de representação constituem um interessante dispositivo analítico-metodológico.

No capítulo seguinte, compomos, portanto, o nosso “núcleo atômico”, com seus “prótons e nêutrons”, simbolizados pelas narrativas sistêmicas e pelas mônadas produzidas a partir das narrativas de vida dos sujeitos entrevistados. Perfazendo um conjunto de 97 mônadas, elas estão dispostas por cada um dos oito professores

entrevistados. Essa maneira de apresentação das mônadas baseia-se na ideia de “portrayal”, traduzida como “retrato” por Petrucci-Rosa (2016), que é apresentada por Goodson (2013a), também desenvolvida em outros trabalhos: “Esses retratos nos mostram narrativas de ortodoxia e transgressão, de inovação e conformidade, de aceitação e resistência (...)” (Rudd e Goodson, 2016, p. 101-102, tradução nossa⁵⁸).

Nos escritos de Petrucci-Rosa (2016):

Goodson (2013a) considera que na escuta das histórias de vida, densidades temáticas emergem a partir dos episódios que são narrados em diferentes abrangências e profundidades. Com esse desafio de compreender tal densidade, ele propõe um método de organização dessas narrativas denominado “*portrayal*”, por mim traduzido como “retrato”. (PETRUCCI-ROSA, 2016, p. 82)

Assim, vamos denominar os “portrayals” de retratos narrativos, de modo que cada professor participante da pesquisa terá um retrato narrativo de suas histórias. As mônadas foram confeccionadas, portanto, buscando possíveis densidades temáticas nas relações experienciadas pelos docentes entre o conhecimento físico, a Física enquanto disciplina escolar e atuação nos espaços formativos das Licenciaturas em Física dos campi do IFSP em que trabalham.

Devidamente munidos dos “fótons de raios-x”, prossigamos para as minúcias de nosso material empírico através das narrativas sistêmicas e das narrativas de vida, perfazendo os “prótons e nêutrons” que compõem nosso “núcleo atômico”.

⁵⁸ These portrayals provide us with ‘tales’ of orthodoxy and transgression, of innovation and conformity, of compliance and resistance (...)”

Capítulo 05 – As Narrativas – chegando no núcleo atômico

Pensar sobre narrativas sistêmicas consiste em nos dedicar ao exame de documentos elaborados em diferentes níveis de órgãos, sobretudo da esfera pública, veiculadores de políticas diversas. Segundo o professor Goodson, a narrativa sistêmica é “a narrativa que os sistemas produzem acerca das mudanças”⁵⁹. Goodson compreende essas “mudanças” relacionadas as influências de pressões que os sistemas recebem: “(...) denominamos ‘narrativas sistêmicas’, que compreenderam as principais fontes documentais sobre as iniciativas de reforma e reestruturação em cada área nacional e regional” (GOODSON, 2019, p. 73-74).

As narrativas sistêmicas são respostas institucionais documentais as influências que políticas de diferentes matizes ideológicas exercem sobre estruturas governamentais e não governamentais, que possam ter influência em processos de tomada de decisão que afetem setores da sociedade em alguma medida. Assim, um documento institucional conta uma história; pode apresentar um conjunto de ideias e dogmas de uma organização, referendados por grupos de indivíduos que tenham algum poder de pressão e influência.

Nesse sentido, podemos dizer que documentos oriundos de uma ou de um conjunto de políticas podem ser considerados narrativas sistêmicas. No caso das disciplinas escolares, considerando a relação delas com as respectivas comunidades disciplinares (GOODSON, 2001), que constituem um grupo coeso, pode haver diferentes narrativas sistêmicas sobre elas. No nível nacional, que podemos denominar de macro (RUDD e GOODSON, 2016), o PNLD, como política pública instituída, pode produzir narrativas sistêmicas sobre as respectivas disciplinas escolares. Um conjunto de especialistas, um grupo de interesse, define e valida o que é legítimo acerca de uma determinada disciplina escolar e que deve constar em livros

⁵⁹ Excerto extraído de <https://www.fpce.up.pt/ciie/sites/default/files/IvorGoodson.pdf> (Acesso em 06/04/2021). A data de [atualização do arquivo no diretório deste sítio eletrônico é de 07/11/2012, alguns dias após a participação de Goodson no Seminário "Avaliação externa de escolas: Princípios, processos e efeitos", que ocorreu em 27/10/2012.](https://www.fpce.up.pt/ciie/?q=content/semin%C3%A1rio-avalia%C3%A7%C3%A3o-externa-das-escolas-princ%C3%ADpios-processos-e-efeitos) (<https://www.fpce.up.pt/ciie/?q=content/semin%C3%A1rio-avalia%C3%A7%C3%A3o-externa-das-escolas-princ%C3%ADpios-processos-e-efeitos>) Acesso em 06/04/2021.

didáticos que podem ser adotados por diversas escolas públicas pelo país. É possível elencar, no âmbito do PNLD 2018, o edital de convocação a inscrição de obras (BRASIL, 2015a) e o posterior guia (BRASIL, 2017) com os livros aprovados que podem ser escolhidos pelos professores e escolas.

5.1 – Narrativas sistêmicas sobre a Física escolar

No esteio dessas considerações, podemos citar o trabalho de Pereira e Londero (2019). Os autores trazem uma interessante e ampla análise sobre questões atinentes ao contexto do PNLD e dos livros didáticos de Física. Destacam pesquisas que abordam diferentes temáticas e o fio condutor do artigo é a forma como a produção científica da Física nacional é narrada nas obras. As considerações dos autores nos parecem indicar a dupla possibilidade dos livros contribuírem para a construção de narrativas sistêmicas tanto sobre a Física escolar, como sobre a Física enquanto campo científico.

O universo dos livros didáticos é dotado de particular complexidade. Eles constituem importantes artefatos no âmbito dos processos de escolarização. Petrucci-Rosa (2018, p. 67) indica que “no Brasil, as formas de didatização do conhecimento escolar são especialmente marcadas pela presença de livros didáticos em práticas pedagógicas” e “em média, 30 milhões de estudantes brasileiros são apoiados pelo PNLD a cada ano” (idem). Ademais, as obras que são aprovadas são submetidas a um escrutínio de seus conteúdos e necessitam atender a uma série de rigorosos critérios. Esse processo era devidamente conduzido por uma equipe de especialistas em ensino de Física e em outras áreas dela (BRASIL, 2017, p. 4).

Sendo assim, ao pensar em narrativas sistêmicas sobre a Física enquanto disciplina escolar, consideramos que elas podem nos ajudar a pensar sobre as seguintes questões: o que se ensina, quando se ensina Física? Qual a finalidade da Física escolar? Documentos como o edital de convocação do PNLD 2018 (BRASIL, 2005a) e o conseqüente guia do livro didático de Física (BRASIL, 2017) podem nos trazer pistas sobre elementos constituintes da Física escolar em um nível sistêmico. Selecionamos alguns trechos do subitem 3.4.1.3 do anexo III do referido edital que trata especificamente dos princípios que deve compor a Física nos livros didáticos

Para a construção do conhecimento físico, elaboram-se modelos, construídos a partir da necessidade explicativa de fatos, em correlação direta com os fenômenos que se pretende explicar. Daí, a importância do papel da experimentação na produção do conhecimento físico, característica que, de resto, é comum a todas as Ciências da Natureza. Porém, sendo uma atividade social e cultural humana, realizada por indivíduos em articulação, ou seja, de modo coletivo, esse processo caracteriza-se também pela sua historicidade.

(...)

Como decorrência, é fundamental que, no âmbito escolar, a Física, como uma das Ciências da Natureza, seja apresentada de forma a se possibilitar uma compreensão global dessa ciência. (p. 54)

(...)

Apesar de partirem de pressupostos distintos para sua constituição, e de terem âmbitos de utilização mais ou menos restritos, todos os ramos desses dois conjuntos (Física clássica e Física moderna e contemporânea) continuam absolutamente importantes e necessários de serem compartilhados com todos os cidadãos, de modo geral. (p. 54)

(...)

É certo que todo esse conhecimento físico não deve e não pode estar representado em qualquer configuração curricular ou planejamento de ensino e, conseqüentemente, em qualquer obra didática dirigida para a Física escolar. Nesse sentido, escolhas devem ser feitas, porém todas elas precisam ser justificadas. (p. 54)

(...)

Nesse sentido, a Física escolar, ou seja, a Física como componente curricular na educação básica, deve guardar uma forte relação com a Física acadêmico-científica, porém não pode ser subserviente a ela. Para se constituir como tal, a Física escolar deve considerar, sobretudo, a sua pertinência como um saber socialmente relevante na formação de crianças, adolescentes e jovens. Por isso, o equilíbrio entre esses dois fatores deve ser sempre buscado em qualquer apresentação da Física escolar. Os assuntos tratados na Física escolar devem fazer sentido para nossos jovens durante o seu processo formativo (BRASIL, 2015a, p. 53-55)

O Guia, por sua vez, constrói um panorama sobre a Física no ensino médio nas primeiras páginas, que pode ser compreendido como um conjunto de narrativas sistêmicas sobre a disciplina escolar Física. No decorrer do documento, são apresentados elementos do processo de análise e a avaliação das 12 coleções aprovadas, que são sinteticamente descritas na sequência. Cabe mencionar que os volumes dos livros organizam-se de maneira muito similar quanto aos conteúdos, que dialogam com os objetos de conhecimento que constam na matriz de referência do ENEM (BRASIL, 2009).

Sem adentrarmos em discussões de cunho ontológico e epistemológico sobre os conhecimentos que os livros didáticos de Física apresentam, destaquemos apenas que todas as obras compreendem, com sutilíssimas diferenças, que o estudo dessa disciplina deve se iniciar pelos conhecimentos de mecânica clássica e se

encerrar pela Física moderna e contemporânea. Como constam os termos nas unidades iniciais dos Volumes I: o estudo da cinemática; descrição de movimentos; movimentos em uma/duas dimensões; e as unidades finais dos Volumes III trazem diferentes abordagens para a Física moderna. No edital de convocação não há nenhuma exigência de disposição desses conhecimentos. O próprio edital reforça que “escolhas devem ser feitas”. É de se destacar esta espécie de consenso tácito na comunidade de físicos educadores. A sequência do conteúdo apresentada de maneira muito similar pelas obras revela a estabilização que os conhecimentos escolares da Física gozam. Diante dessas considerações, destaquemos alguns dos Critérios eliminatórios específicos para o componente curricular Física (BRASIL, 2017, p. 19-20).

g. traz uma visão de experimentação afinada com uma perspectiva investigativa, mediante a qual os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, onde se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, é absolutamente necessário que a obra, em todo o seu conteúdo, seja permeada pela apresentação contextualizada de situações-problema que fomentem a compreensão de fenômenos naturais, bem como a construção de argumentações;

k. evita utilizar somente situações idealizadas, fazendo referências explícitas sobre as condições das situações trabalhadas, quando essas se fizerem necessárias; e evita, também, apresentar situações de realização impossível ou improvável, sinalizando claramente quando se utiliza de referências do gênero ficção científica;

l. evita apresentar fórmulas matemáticas como resultados prontos e acabados, sem trazer deduções explícitas, quando forem pertinentes e cabíveis, ainda que na forma de itens complementares ou suplementares ao texto principal;

m. apresenta expressões matemática de leis, sempre acompanhadas de seus enunciados próprios e em forma adequada, bem como da especificação de suas condições de produção ou criação;

n. evita apresentar enunciados de leis, caracterização de teorias ou modelos explicativos, desacompanhados de suas condições de utilização, bem como de seus limites de validade;

o. trata, sempre de forma articulada, tópicos conceituais que são claramente inter-relacionados na estrutura conceitual da ciência Física e introduz/apresenta cada tópico ou assunto mediante a necessária problematização;

p. trata de forma adequada e pertinente, considerando os diversos estudos presentes na literatura atual da área, tópicos usualmente classificados como de Física Moderna e Contemporânea e que sejam considerados importantes ou mesmo imprescindíveis para o exercício da cidadania ativa, crítica e transformadora, bem como para a inserção ativa, crítica e transformadora no mundo do trabalho; (grifos nossos)

Como o item **p** coloca, a obra seria eliminada se não abordasse tópicos de Física moderna e contemporânea, sem especificar em que momento do ensino médio estes devem ser inseridos. Os outros trechos destacados parecem mostrar uma certa

preocupação em se evitar que uma abstração matemática idealizada e descontextualizada do mundo físico, a concepção dogmático-instrumental a que se referem Braga, Guerra e Reis (2008), oriente as delimitações do conhecimento escolar da Física.

Assim, o guia do PNLD 2018 (BRASIL, 2017) se refere a Física escolar como “*mais que uma disciplina científica*” e que ela “deve articular um equilíbrio entre a importância relativa dos tópicos de Física programados e a relevância vivencial e social desses conteúdos para os sujeitos em formação, ou seja, para nossos estudantes do Ensino Médio” (p. 9). Concebe ainda que “a Física escolar faz parte de uma programação básica de assuntos para tratamento no Ensino Médio, que foi se estruturando pela tradição das práticas escolares e se firmando como razoavelmente aceita por professores e escolas de todo o país” (idem). O guia também destaca o papel da contextualização no ensino de Física para mostrar que a abstração matemática não é mero recurso retórico no contorno da disciplina escolar.

Especificamente no ensino de Física, a contextualização é entendida como o instrumento que permite conectar o conteúdo específico a ser ensinado às experiências do cotidiano ou aos conhecimentos já obtidos pelos estudantes, pleiteando-se assim uma aprendizagem significativa, entendida como a interação eficiente entre conhecimentos novos e conhecimentos já dominados pelo estudante, compondo uma estrutura cognitiva mais desenvolvida e mais abstrata.

É hoje indefensável, na educação básica, o desenvolvimento de um ensino de Física organizado exclusivamente a partir de seu formalismo. (idem, p. 10)

Além de destacar que a relação dos conhecimentos físicos com os fenômenos passíveis de serem descritos e observados em nosso mundo sensorial cotidiano é determinante para a contextualização no ensino de Física, o guia argumenta sobre as contribuições da História da Ciência nesses processos de contextualização dos conhecimentos escolares da Física. “Em ambos os casos há a preocupação de se transcender a perspectiva empirista, evitando que o conhecimento científico seja identificado como aquele que é absoluto e inquestionável” (p. 11). O Guia também discute as potencialidades de se contextualizar o ensino de Física pelas contribuições do movimento CTSA.

Depois dessas incursões mais gerais sobre a Física escolar, o documento traz comentários sobre as estratégias de ensino comumente utilizadas no âmbito da

disciplina. A primeira delas: “A resolução de problemas a lápis e papel é a estratégia de ensino de Física mais presente em nossas escolas, chegando a ser confundida com o próprio ato de aprender Física” (p. 12). Sobre a ideia do uso de “problemas” no ensino de Física, cabe destacar a proposição dos “três momentos pedagógicos” de Delizoicov (2001), com o intuito de “promover a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal” (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2014, p. 620), em que ele acena para outras formas de compreensão do uso de problemas como estratégia metodológica de ensino.

Na sequência, o guia traz considerações sobre o emprego das atividades experimentais, apontando que apesar de não serem amplamente utilizadas, constituem uma importante estratégia didática, salientando as diferentes formas de adotá-la sem que se transformem em uma atividade mecânica e meramente ilustrativa, tal como a dissertação de mestrado de Oliveira (2010) também sinaliza.

Embora menos frequentes em nossas escolas que a resolução de problemas de lápis e papel, as atividades experimentais são defendidas pela maioria dos professores como uma prática fundamental ao ensino de Física. Propostas de atividades práticas estão presentes em todos os livros aprovados no PNLD 2018 (...) Podem ser realizadas com o objetivo de demonstrar uma situação ou fenômeno físico, verificar relações entre grandezas, princípios ou conceitos físicos ou, ainda, promover a investigação de situações-problema. (...) Uma atividade experimental pode exigir maior ou menor autonomia do estudante no seu desenvolvimento (BRASIL, 2017, p. 13)

Em uma espécie de síntese dessas duas estratégias, o documento menciona que a concepção de atividades investigativas pode ser utilizada nas estratégias de ensino da Física escolar.

Mesmo quando organizadas a partir de diferentes concepções de ensino, atividades investigativas têm sempre seu foco na ação do estudante. Dependendo da finalidade para a qual se destinam e do contexto que problematizam, podem possibilitar ao educando aplicar seus conhecimentos físicos a fenômenos naturais, ou desenvolver as habilidades necessárias à discussão de problemas de relevância social como, por exemplo, aquecimento global e formas alternativas de obtenção de energia. Habilidades como a de formulação de hipóteses, coleta e análise de dados, busca de informações, desenvolvimento da argumentação, interpretação, conclusão e socialização dos resultados, são aspectos a serem trabalhados e desenvolvidos pelo estudante a partir das investigações propostas. (Idem, p. 14)

O guia do PNLD 2018 ainda se refere as possibilidades de utilização e recursos computacionais, que, de certa maneira, abarcam todas as estratégias descritas anteriormente.

Dentre as estratégias de ensino que utilizam recursos computacionais, a que tem recebido maior destaque no ensino de Física é a utilização de simulações. Diferentemente das animações, as simulações computacionais são elaboradas sempre a partir de um modelo físico para o qual se busca dar significado, e envolvem, em diferentes níveis, a interatividade entre o estudante e o simulador.

A utilização de simulações pode trazer vários benefícios para o ensino de Física, mas é preciso estar alerta para o fato de que essa ferramenta poderosa pode, também, comunicar imagens distorcidas da realidade. Uma animação jamais é uma cópia do real, ao contrário do que acontece com a simulação. Contudo, toda simulação apresenta limitações, mesmo estando baseada em uma modelagem do real que relaciona grandezas e variáveis físicas por leis e postulados consolidados. Se a modelagem não estiver clara para os professores e educandos, ou mesmo se os limites de validade do modelo não forem claramente explícitos, o uso de simulações pode causar danos enormes. Confundir o real com o virtual – seja a partir de uma animação sem modelagem física, seja por simulação cujos modelo e validade não são explicitados – pode levar a grandes equívocos sobre o processo de construção do conhecimento. Portanto, é fundamental que fenômenos apresentados por simulação computacional sejam avaliados em comparação à experiência real. Afinal, na Ciência, não é possível fazer qualquer comprovação teórica por meio de simulações, por mais aparentemente verdadeiras e espetaculares que sejam. (Idem, p. 15)

A ideia das simulações como “ferramenta poderosa” que o guia apresenta é também argumentada por pesquisas como a de Silva, Tavares e Silva (2018), que faz uma defesa da importância de se utilizar diversos recursos tecnológicos nas práticas educativas em Física, como os softwares Modellus e Phet. Galvão e Rezende-Júnior (2019) discutem o uso de laboratórios remotos no ensino de Física. A despeito das diferenças entre uma “animação” e “simulação”, a ideia de que a segunda seria uma cópia do real é um tanto quanto controversa e complexa. Da mesma forma que os laboratórios remotos criam uma linha muito tênue entre “confundir o real e o virtual”. De todo modo, esta parece ser uma tendência que se incorporará cada vez mais às narrativas sistêmicas sobre a Física escolar.

Além do escopo documental sobre os livros didáticos, que constituem narrativas sistêmicas sobre a Física escolar em um nível macro, destaquemos, pois, as narrativas sistêmicas no âmbito do IFSP, no nível meso, a que Goodson se refere, de abrangência regional e local. Esses documentos são representados pelos PPCs das Licenciaturas em Física e pela minuta do currículo de referência desses cursos.

Lima (2015), citando a tese de doutorado de Uglar (2014), traz uma possível compreensão sobre os PPCs.

Uglar debate o enfoque das áreas de conhecimentos presentes nos currículos das licenciaturas do *campus* São Paulo do IFSP e afirma que as matrizes dos cursos de licenciatura “[...] em Química, Biologia e Matemática – e de maneira mais atenuada a Licenciatura em Física – enfatizam os saberes específicos em detrimento dos saberes pedagógicos, filosóficos e culturais” (UGLAR, 2014, p. 159). De acordo com a autora, os cursos com enfoque nos conhecimentos específicos não garantem uma formação compatível com as demandas da docência na educação básica (LIMA, 2015, p. 142-143)

Apesar da autora Uglar (2014) dedicar sua tese de doutorado ao estudo das disciplinas de cunho filosófico na licenciatura em Geografia do IFSP, que é oferecida apenas no campus São Paulo, ela realiza uma análise comparativa com as congêneres das outras disciplinas no sentido de compreender os papéis dos saberes específicos e pedagógicos em contraste com o seu foco de pesquisa. Além de indicar que há um desequilíbrio menor entre as valorações desses saberes no curso de Física, ela salienta em uma nota de rodapé referente ao trecho que Lima (2015) destacou.

No caso da licenciatura em Física, vemos na matriz curricular além dos saberes específicos, uma maior ênfase no desenvolvimento de conhecimentos pedagógicos e filosóficos, diferentemente do que acontece com as Licenciaturas em Química, Biologia e Matemática. (UGLAR, 2014, p. 159, nota de rodapé 89)

A percepção de que a licenciatura em Física do IFSP carrega um tom um pouco diferente do que as propostas formativas para as outras disciplinas das ciências da natureza e da Matemática também é destaca por Barcellos (2013) em sua tese de doutorado, referindo-se a trechos do precursor PPC da Licenciatura em Física ainda na época de CEFET no início dos anos 2000.

A matriz curricular do curso foi: “concebida de modo a articular, no processo de formação do futuro professor, os conhecimentos didáticos, pedagógicos, os específicos em Física e aqueles relacionados à interface da Física com outras áreas da ciência e da cultura (Biologia, Química, Astronomia, Ciências da terra, História, Linguagem, Filosofia e Tecnologia).” (CEFETSP, 2003). (BARCELLOS, 2013, p. 176)

Ela ainda se refere a “dinâmica diferenciada do curso de Licenciatura em Física que surge no IFSP” (idem, p. 180) e evocando um excerto de uma das entrevistas que realizou com professores do campus São Paulo justifica que o

modelo de licenciaturas em IFs (antigos CEFETs) é diferenciado como fica explícito na seguinte fala do professor C: “Agora existem projetos muito interessantes, do ponto de vista do que é uma licenciatura, em CEFETs ... então assim, Os CEFETs trouxeram um novo modelo que não é o 3+1”. (ibidem)

O modelo do PPC do curso do campus São Paulo naturalmente influenciou as demais licenciaturas em Física que adquiriram lugar nos campi do interior. Este argumento sobre as potencialidades de ruptura com o modelo “3+1” é apontado como um simbólico diferencial dessas emergentes licenciaturas nos campi fora da capital. As reverberações da estrutura da licenciatura em Física do campus São Paulo também são nítidas nas definições das disciplinas que compõe a organização curricular dos cursos. Apesar de potente, nos furtaremos de adentrar em minúcias sobre as disciplinas que os compõe, evitando que a presente discussão se torne exaustiva e que se desfoque de nossa busca por narrativas sistêmicas sobre a Física escolar nos PPCs das licenciaturas, que conforme mostraremos a seguir, é tímida.

As licenciaturas que surgiram no bojo da expansão da rede federal depois da criação dos IFs tiveram seus PPCs orientados por um documento que figura no âmbito do MEC – intitulado “Contribuições para o processo de construção dos cursos de licenciatura dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia”⁶⁰, que figura em diferentes trabalhos ao longo da última década que se dedicam a estudar as licenciaturas e a formação de professores nos IFs (MORORÓ e PEREIRA, 2019; LIMA 2015; LIMA e SILVA, 2014; NONENMACHER e PANSERA-DE-ARAUJO, 2011).

Este documento traz definições, orientações e ponderações sobre quais devem ser objetivos dos cursos, o perfil profissional do egresso – que compõem capítulos específicos de todos os PPCs das licenciaturas em Física do IFSP – e a estruturação didático-pedagógica dos cursos, que estão incorporadas ao longo das seções. Quanto a estrutura, todos eles são bem padronizados quanto a divisão dos temas. O primeiro capítulo de todos PPCs trata brevemente do histórico do IFSP e do campus. O segundo capítulo intitula-se “Justificativa e demanda de mercado” e em linhas gerais há um panorama da formação de professores de Física no Brasil,

⁶⁰ Este é um documento que circula pela “rede mundial de computadores”. Pelo sítio eletrônico do MEC, não consegui encontrar nenhum caminho que levasse a ele. Ao digitarmos o título no buscador dominante na rede, é possível acessá-lo pelo link: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/licenciatura_05.pdf. Nele não há identificação de autoria, nem ano de publicação. Outros trabalhos o referenciam como publicado no ano de 2008.

ressaltando a escassez de docentes da área. Os campi do interior trazem alguns dados sobre o quantitativo de professores lecionando Física na região em que se inserem. Essas informações corroboram os dados apresentados por Beltrão et. al. (2020) em relatório técnico sobre o panorama da Física no Brasil.

Os capítulos sucedentes apresentam os objetivos, perfil profissional do egresso, forma de acesso e lista das legislações pertinentes antes de adentrarem na organização curricular específica dos cursos. Antes de prosseguirem para o conjunto das ementas das disciplinas, considerações sobre TCC, estágios, atividades complementares e questões de infraestrutura, os PPCs abordam a necessidade de se trabalhar os temas de relevância social como educação em direitos humanos, educação das relações raciais e história e cultura afro-brasileira e indígena, educação ambiental e a disciplina de LIBRAS.

Em relação a ideias sobre a Física enquanto disciplina escolar e o conhecimento associado a ela, não encontramos nos PPCs elementos que pudessem constituir narrativas sistêmicas sobre ela, como é possível identificar no guia do PNL D 2018 e no respectivo edital de convocação. São notáveis as questões pedagógicas mobilizadas sobre a prática docente em diversos aspectos, mas os PPCs não abordam discussões que sinalizem para uma possível epistemologia do conhecimento escolar da Física. Cabe ressaltar que todos eles são versões reformuladas dos projetos originais, mesmo aqueles das licenciaturas em Física mais recentes. Um caso que desperta particular atenção é a nova proposta do curso do campus São Paulo, que apresenta uma significativa mudança em relação a organização prévia. Além da ampliação do tempo do curso para cinco anos, foram introduzidas e reformuladas disciplinas com o objetivo de possibilitar “uma forte integração entre a formação específica em física e a formação pedagógica” (IFSP-SPO, 2018, p. 23).

Procurou-se, na presente proposta, manter o princípio do projeto original do curso de estabelecer uma estrutura fractal que evite a fragmentação em conteúdos estanques e favoreça a percepção da interligação entre conhecimento teórico e experimental, conhecimento específico e pedagógico, contexto cultural e tecnológico, pensamento e ação (IFSP-SPO, 2018, p. 22)

Nesse sentido, a estrutura curricular apresenta disciplinas como “Energia e estruturação do conhecimento físico” e “Temas atuais da educação” no primeiro semestre. Há outras disciplinas com propostas heterodoxas em relação aos cursos do

interior, como p. ex., “Filosofia da Educação e das Ciências”, “Ciência, História e Cultura”, “Física e Química” e ainda duas componentes curriculares que se propõe a discutir relações entre Física, meio ambiente e “ciências da terra”, e “ciências da vida”. Apesar de não adentrar no cerne de discussões sobre conhecimento escolar e conhecimento científico e as implicações no desenho da Física escolar, o percurso formativo proposto pelo campus São Paulo se constrói em torno de uma diferente forma de se pensar a episteme da Física.

É um pressuposto deste curso a não dicotomização entre o desenvolvimento do conhecimento específico em física e a formação profissional do professor de física. Nesse sentido, em cada disciplina do curso, a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e as metodologias de ensino e de avaliação utilizadas serão um foco de atenção, favorecendo a constituição de um olhar discente crítico e reflexivo a respeito de sua própria vivência de aprendizagem, possibilitando assim que o estudante, mesmo quando está aprendendo algum tema disciplinar bastante específico, vá ampliando seu repertório, de maneira crítica e não simplesmente mimética, a respeito das diferentes possibilidades de relações de ensino e aprendizagem (IFSP-SPO, 2018, p.36)

Dentro das nuances de cada proposta, há algumas que cabem ser salientadas. O campus Itapetininga, em que há junto com a Física uma licenciatura em Matemática, o que também ocorre em Birigui e Caraguatatuba, propôs a disciplina “Fundamentos da Mecânica Clássica nas Ciências Naturais e Matemática”, em uma tentativa de integração das áreas. A licenciatura em Física em Itapetininga foi a primeira a ser implementada no interior e o projeto original era de 2010. Na reformulação feita em 2016, um dos fatores que

levou o colegiado do curso de Licenciatura em Física e o Núcleo Docente Estruturante do curso em repensar o projeto político pedagógico do curso foi a oportunidade de entrada em funcionamento de um curso de Licenciatura em Matemática em nosso campus. Este evento propiciará uma ótima oportunidade para o aumento de experiências acadêmicas em áreas distintas da Física e permitirá ao licenciando em Física uma cultura geral mais ampla, característica imprescindível ao professor da sociedade moderna onde a informação é muito abundante, mas o conhecimento é um item mais escasso. (IFSP-ITP, 2016, p. 17)

Salientemos que considerar as disciplinas dos cursos isoladamente, com seus programas e objetivos, pode se constituir em uma distorção da ideia de narrativas sistêmicas, pois se dissociariam do conjunto de políticas de “reestruturação e reforma” que estimulam a produção dos PPCs. Em certo sentido, a escolha e organização delas no percurso formativo é uma resposta institucional sobre que caminhos um futuro professor de Física pode vir a trilhar, dentro do que dispõe as normativas legais.

Assim, caso desejassemos pensá-las como narrativas sistêmicas, precisaríamos analisar os imbricamentos entre elas na organização curricular geral que um PPC propõe. Teríamos assim, narrativas sistêmicas mais próximas sobre a formação de professores de Física em si, do que sobre a disciplina escolar Física. Com efeito, não se pode dizer que essas duas instâncias existem isoladamente. Como argumentamos alhures, há uma literatura sobre estudos curriculares que demonstram a compreensão de uma disciplina escolar para além de um monólito (GOODSON, 2001).

A adoção de políticas e ideias inovadoras, per si, na formação de professores, não implica necessariamente em reorganizações substanciais da dinâmica do conhecimento escolar, a despeito da inegável vinculação entre essas dimensões. É crível admitir, portanto, que a implementação de novas disciplinas em uma configuração curricular, de uma licenciatura em Física p. ex., pode induzir efeitos sobre a compreensão de como os conhecimentos escolares são produzidos na estrutura da correspondente disciplina. Todavia, há outros atores curriculares e escolares envolvidos no processo. Assim, uma análise profunda das disciplinas de uma licenciatura demandaria uma investigação específica, com as devidas justificativas, para se estabelecer relações entre a teia formada pelo conjunto delas e as possíveis influências sobre a respectiva disciplina escolar.

No transcurso do ano de 2018, o IFSP através da Resolução nº 37/2018 aprovada pelo seu conselho superior (CONSUP) propõe a construção dos currículos de referência para todos os cursos técnicos integrados e superiores oferecidos. Encontramos, assim, no âmbito institucional do IFSP, o documento “currículo de referência (CR) para as licenciaturas em Física”, que podemos dizer que se encontra “finalizado”, mas ainda não foi referendado pelo CONSUP. A princípio, a despeito das polêmicas e discussões geradas, pretende-se estabelecer parâmetros gerais para os cursos, sem a intenção de padronizá-los.

O currículo de referência não tem como propósito padronizar ou engessar o desenvolvimento dos cursos superiores do IFSP, mas sim reunir os princípios norteadores para a elaboração dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) a fim de fortalecer a identidade institucional, dentro dos quais se observa, ainda, meios inovadores e exitosos para atender as demandas e particularidades locais e regionais. (IFSP, 2020a, p. 1)

Na minuta para a licenciatura em Física há pontos em comum a alguns elementos dos PPCs, como as delimitações dos objetivos do curso, perfil do egresso, referenciando o arcabouço legislativo da formação de professores. Há também construções sobre a organização do conhecimento físico que permite ilações ao conhecimento escolar da Física, o que era possível identificar apenas no PPC do campus São Paulo. O caráter normativo fica explícito quando se lê que “o conteúdo desse documento deverá estar contido nos Projetos Pedagógicos do curso de Licenciatura em Física a serem implementados no IFSP” (IFSP, 2020b, p. 7). Interessante destacar a constante preocupação institucional com a formação de professores que

deve ser integral, diversificada e integrada no que se refere aos conhecimentos pedagógicos e específicos na busca da superação do “Modelo 3 + 1” de formação de professores ou restringindo os conhecimentos pedagógicos a um quarto da carga horária do curso. (Idem, p. 9)

A proposta de estruturar os cursos em três núcleos desde o documento “Contribuições para o processo de construção dos cursos de licenciatura dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia”, produzido no bojo da criação dos IFs parece ter prosperado. No currículo de referência da licenciatura em Física, propõem-se que os conhecimentos essenciais organizem-se em três conjuntos:

- I – Conhecimentos Essenciais pedagógicos comuns aos cursos de Licenciatura do IFSP;
- II – Conhecimentos Essenciais de formação geral comuns aos cursos de Licenciatura do IFSP;
- III – Conhecimentos Essenciais específicos à Licenciatura em Física (Idem, p. 6)

Todos os conjuntos são organizados em eixos que recebem a denominação de “Grupos de conhecimento”, que por sua vez agrupam subdivisões que são representadas pelos “conhecimentos essenciais” de cada uma. O segundo conjunto é o mais simples e compreende que todas as licenciaturas devem conter conhecimentos básicos de “Libras”, “Matemática” e “Português”, essenciais à formação geral docente. O primeiro conjunto, com os conhecimentos essenciais pedagógicos, abrange os seguintes eixos e subeixos, sumarizados no quadro 04.

Quadro 04: Conhecimentos Essenciais pedagógicos comuns aos cursos de Licenciatura do IFSP

Eixos - Grupo de Conhecimento	Subeixos
Fundamentos da Educação	- Filosofia da Educação - Sociologia da Educação - História da Educação - Psicologia da Educação
Didática	- Ensino e aprendizagem - Planejamento e avaliação - Métodos e técnicas de ensino - Tecnologia e mídias
Currículo	
Política e organização da educação brasileira	- Gestão - Legislação
Diversidade, direitos humanos e inclusão	- Educação especial - Educação para as relações étnico- raciais e indígenas - Educação em direitos humanos
Educação Profissional e Tecnológica	

Fonte: Minuta currículo de referência das licenciaturas em Física do IFSP

A cada um desses subeixos estão relacionados conhecimentos específicos que compõe o “Grupo de conhecimento” conforme dispõe o documento. A presença do eixo “educação profissional e tecnológica”, que é uma espécie de mote dos IFs, poderia ser entendida como autoexplicativa se não estivéssemos tratando das licenciaturas. Apesar das possíveis controvérsias em torno dela, parece, em tese, que os cursos terão autonomia para construir os sentidos sobre esses conhecimentos.

O Currículo de Referência apresenta-se, pois, como uma diretriz para a construção, elaboração e revisão dos projetos pedagógicos dos cursos. Nesta perspectiva, as formas como cada NDE irá incorporar os conhecimentos essenciais são particulares, ou seja, os conhecimentos essenciais deverão ser incluídos nos diferentes cursos da maneira como o grupo entender que seja a melhor, respeitando as características dos estudantes, do câmpus e do perfil do egresso. (IFSP, 2020b, p. 10)

Ao eixo que compreende a didática foi incorporado a díade planejamento e avaliação, que costumeiramente é associada a questões curriculares. Também merece destaque a definição de conhecimentos relacionados a tecnologia e mídias no campo da didática. A presença de artefatos tecnológicos, as interações síncronas e assíncronas por diversas plataformas digitais e o uso das redes sociais parecem irreversíveis nos processos educacionais. Isto não significa que seja algo positivo, muito menos negativo, mas que ainda não estabelecemos contornos evidentes sobre

os potenciais benefícios e danos que elas podem proporcionar. Portanto, o debate sobre elas nos espaços formativos se faz urgente e necessário.

A definição do Currículo como um grupo de conhecimento essencial a todas as licenciaturas também nos impele a destacá-lo, tendo em vista que são poucas as possibilidades de diálogo e interface com o campo no currículo nas licenciaturas. Como os próprios PPCs das licenciaturas em Física mostram, as disciplinas relacionadas aos fundamentos da educação, a organização e políticas educacionais e as questões relacionadas a diversidade, direitos humanos e inclusão têm sido minimamente contempladas. A possibilidade de discussões sobre os conhecimentos escolares estão presentes nos conhecimentos essenciais de Currículo.

- 3.1. Currículo como construção social e cultural: ideologia, relações de poder na seleção de conhecimentos e de conteúdos escolares.
- 3.2. Teorias do currículo: tradicionais, críticas e pós-críticas.
- 3.3. Currículo real, prescrito e oculto.
- 3.4. Currículo integrado no contexto da Educação Profissional: fundamentos e especificidades.
- 3.5. Currículos organizados por conteúdos, competências e habilidades.
- 3.6. Currículo escolar na perspectiva interdisciplinar e transversal.
- 3.7. Currículo no contexto da Educação Especial e Educação de Jovens e Adultos. (IFSP, 2020b, p. 13)

Estes conhecimentos sobre currículo compreendem diversas perspectivas teóricas. O primeiro item se coaduna com nossas considerações engendradas no capítulo 02 sobre as produções de Goodson (2019, 2013, 2007, 2001), Petrucci-Rosa (2018), Moreira (2012), Apple (2011), Lopes e Macedo (2011), Lopes (2007, 2005a, 2005b). Se não há nos PPCs até o momento discussões sobre “seleção de conhecimentos escolares”, acena-se com a possibilidade em construções futuras. Consideremos então os conhecimentos específicos às licenciaturas em Física, apresentados a seguir no quadro 05.

Quadro 05: Conhecimentos Essenciais específicos às Licenciaturas em Física do IFSP

Eixos - Grupo de Conhecimento	Subeixos
A Matemática como uma linguagem estruturante do Conhecimento Físico	<ul style="list-style-type: none"> - A matemática como linguagem descritiva e integrativa - O papel da estatística na construção do conhecimento científico - A importância da linguagem geométrica, das entidades vetoriais e escalares na Física - O Cálculo Integral e Diferencial e seu diálogo com a modelagem das teorias da Física
A experimentação como parte imprescindível da atividade científica e do ensino de Física	<ul style="list-style-type: none"> - O papel da experimentação no conhecimento físico - As distintas etapas do trabalho experimental - O papel da experimentação no ensino de Física - Tecnologia e mídias
A estrutura do Conhecimento Físico	<ul style="list-style-type: none"> - As noções de leis da natureza e de leis fenomenológicas e o processo científico de modelização de fenômenos - Problematização e utilização das metodologias científicas - A relação entre Física e Realidade: os domínios macroscópico e microscópico e a problematização da passagem de um domínio a outro - A estrutura do conhecimento científico e o ensino de Física
A contextualização da Física: História, Filosofia e as relações CTSA	<ul style="list-style-type: none"> - A Física e as Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) - A História e a Filosofia da Física dentro do contexto histórico, social, econômico e cultural. - A presença da Física do/no cotidiano e a presença deste no Ensino de Física.
A organização conceitual da Física	<ul style="list-style-type: none"> - As leis de conservação associadas a simetrias, à unificação de conceitos e à regularidade dos fenômenos - A descrição da realidade em termos de partículas, campos, ondas, espaço e tempo - O conceito de interação na Física - A energia como elemento intra e interdisciplinar - A astronomia como conhecimento articulador - As interfaces entre a física e as demais ciências
As interfaces entre a Física e o Ensino	<ul style="list-style-type: none"> - As investigações em Educação e a formação do/a professor/a de Física - A pesquisa no Ensino de Física - Linguagens, educação não formal e divulgação Científica - Políticas públicas e o ensino de Física - Didática e metodologias de ensino

Fonte: Minuta currículo de referência das licenciaturas em Física do IFSP

A organização proposta para os conhecimentos físicos, se por um lado não trata especificamente de questões sobre a dimensão da disciplina escolar e dos conhecimentos associados a ela, conforme há a indicação no eixo curricular, por outro representa narrativas sistêmicas sobre o ensino de Física, que dialogam com a comunidade de pesquisa dessa área. Por exemplo, a referência a Matemática como estruturante do conhecimento físico (PIETROCOLA, 2002). Parte da construção desses conhecimentos corrobora os aspectos abordados no guia do PNL D 2018, como considerar as relações CTSA e a História e Filosofia da ciência no estabelecimento de contextualizações no ensino de Física, e as discussões sobre o papel da experimentação nas práticas pedagógicas e científicas.

As narrativas sistêmicas carregam “histórias” institucionais sobre as interpelações advindas de ondas de mudança. Porém, por si só, elas limitam nossa capacidade de compreensão sobre uma problemática. Nesse sentido, Goodson (2019, p. 74) propõe “aproximá-las (...) das narrativas de vida profissional”, a partir de entrevistas que busquem ouvir histórias de vida de professores. Vamos a elas.

5.2 – Os retratos narrativos – as mônadas produzidas a partir das histórias de vida de docentes – “convertendo hertz em bits”

Apresentamos os retratos narrativos de seis professores e duas professoras envolvidos com diferentes cursos de Licenciatura em Física do IFSP. Devido aos desdobramentos da pandemia de covid-19, não foi possível concretizar o plano inicial de conversar com pelo menos um docente de cada campus onde há uma licenciatura em Física, dentro do desejo de realizar todas as entrevistas presencialmente. Os docentes serão identificados por pseudônimos, a fim de resguardar a identidade deles, de acordo com os procedimentos éticos da pesquisa. As professoras serão denominadas de professora Goeppert-Mayer e de professora Meitner⁶¹. Os professores serão denominados com nomes de partículas ou de família

⁶¹ Maria Goeppert-Mayer foi uma das quatro mulheres laureadas com nobel em Física por suas contribuições para a teoria do núcleo atômico e partículas elementares, particularmente pela descoberta e aplicações dos princípios fundamentais de simetria; Lise Meitner participou da descoberta do processo de fissão nuclear em colaboração com Otto Hahn, que sozinho recebeu o prêmio nobel de Química por este feito. Ainda com seu sobrinho, o também físico Otto Robert Frisch, Meitner interpretou e explicou corretamente o processo de fissão do urânio-235

de partículas elementares. Serão eles: professor Hádron, professor Lepton, professor Píon, professor Neutrino, professor Múon e professor Bóson.

I – Retratos narrativos da professora Goeppert-Mayer.

A professora Goeppert-Mayer é bacharela e licenciada em Física. Tem sua trajetória acadêmica na área de Educação/ensino, com 21 anos de experiência docente. É professora do IFSP desde 2003.

Mônada 01

Nem em um, nem em outro

Esse curso (licenciatura em Física) foi o primeiro do CEFET SP, mas foi o segundo do Brasil, o segundo de licenciatura aberto em CEFET, o primeiro foi no CEFET Campos, se não me engano, e aí teve o nosso aqui no campus, ele foi concebido, penso eu, de uma forma muito interessante, assim, pra gente hoje, hoje não, naquela época a gente já tinha um pouco dessa percepção, que foi muito bom a gente não estar nem num instituto de física, nem numa faculdade de educação, porque de certa forma, foi o que viabilizou o curso trilhar um caminho que penso que foi bastante ímpar

Mônada 02

Tínhamos que ousar

A ideia de que a investigação e experimentação deviam fazer parte da formação sempre foi muito presente. Então, por exemplo, numa física experimental para alunos que chagavam no curso, a gente tinha sempre muito presente a discussão de qual o papel do laboratório na ciência e no ensino dessa ciência. Naquela época no CEFET existia reuniões do curso superior, então a gente olhava para o conjunto daquelas disciplinas e falava que uma ia ter um foco maior na investigação; outra vai ter um foco maior na tomada sistemática de dados e tratamento estatístico, porque se tem experimentos que favorecem isso, sempre estaria no fazer do aluno, propor algo para a sala de aula. Acho que a gente tinha que ousar.

Mônada 03

O intruso

Para falar da formação do curso lá atrás, ele causava muito estranhamento na comunidade, porque não era só a ideia do ensino superior, mas também formar professores numa instituição com vocação técnica, que era até então pensada e construída pra isso, então causou muita estranheza.

Mônada 04

Fico constrangida

A gente poderia ter a instituição olhando para isso de outra forma, eu acho que o processo de construção dos currículos de referência, foi um processo interessante, mas está tendo um desfecho bastante temeroso, quer dizer, é um documento que foi construído a partir de uma diretriz de 2015, mas que traz no momento de sua aprovação o documento de 2019. Então aí a gente já vê uma certa contradição, porque são documentos diferentes, que apresentam visões de educação diferentes. Nossa discussão não estava com esse viés tecnicista dessa nova resolução, então me constrange, me assusta um pouco, a gente está vivendo esse impasse institucional, até porque, o que a gente vai ter como reforma dos currículos?

Mônada 05

A Física está aqui, ali, acolá ou perdida?

Porque a diretriz curricular traz a mesma nomenclatura da BNCC, temos que entender como que isso vai influenciar nossos cursos, seja os de ensino médio, seja os de formação de professores. Então a gente está com a faca e o queijo na mão, porque estamos numa instituição que tem as duas modalidades (ensino médio e superior), quer dizer, à medida que eu posso pensar como que eu organizo essa área, você já deve ter visto os livros agora do PNLD, que vem em área, então como eu vou lidar com a área de conhecimento, e como eu vou lidar com a formação de um professor que ainda não está organizada em área de conhecimento. Estamos tentando juntar as peças de um quebra-cabeça que não sabemos qual imagem tem que ser.

Mônada 06

Alguma coisa chamada Física

Os conhecimentos têm dimensões diferentes, porque um é da ciência e o outro é escolar, mas não pode ter dimensões tão diferentes como tem sido. A gente ainda se prende e as vezes se cobra por levar coisas da física. Como diz o Menezes - essa frase é muito velha - a gente está muito preocupado em ensinar as coisas da física e a física das coisas a gente não ensina. Então que ideia de ciência é essa que a gente está ajudando o adolescente a construir desde o primeiro ano do ensino médio? Ele vê lá escrito no livro que física é uma ciência experimental. Tudo bem, mas num universo de três anos ele não foi lá no laboratório fazer um experimento ou também não fez algum exercício de pensamento, não fez uma simulação.

Mônada 07

Já fomos vanguarda

Sobre o currículo de referência, se você olhar a formação pedagógica, o que me incomoda muito dessa resolução do MEC 2019? Ela está estratificando de novo a formação, então existe uma formação pedagógica, uma formação em física. Por que falei que nossa sorte lá em 2001 era que a gente não estava nem numa faculdade de educação nem numa faculdade de física? Porque a gente tinha que resolver as duas questões juntas. O que me incomoda é que a formação pedagógica dos currículos de referência foi escrita pelos pedagogos, não conversou com quem estava fazendo a parte de física. Então quando você olha para o documento e nossa maior preocupação é ter currículos, e se a gente lá atrás esteve na vanguarda de propor cursos que rompiam totalmente com o três mais um, hoje me parece que isso volta. É essa reflexão que a gente precisa fazer institucionalmente, porque o documento novo do MEC, dá vários passos pra trás, ele nega o três mais um, mas ele institui o três mais um.

Mônada 08

Vamos ter uma licenciatura em ciências da natureza?

O IFSP teve a primeira licenciatura em física, a segunda em geografia, a terceira matemática, e então foi implantada uma licenciatura em ciências naturais, surgiu um elemento que trouxe uma descontinuidade e ela depois virou ciências biológicas e química. Mas uma das questões que trouxe a descontinuidade era que o MEC não avaliava licenciaturas em ciências naturais, ele avaliava por formação disciplinar. E olha só, hoje a gente está nesse drama. Vai ter área de conhecimento organizada na escola média, mas a gente tem ainda área específica organizada na formação do professor que vai para essa mesma escola média.

Mônada 09

A Física não pode morrer

Trabalhar com área de conhecimento é algo bastante difícil, quer dizer, eu acho que a gente pode olhar com mais cuidado o PNLD do ensino fundamental II. Como que está se organizando essas ciências naturais lá? A gente vê que tem essa ciência mais ancorada na biologia, centrada naquela coisa de classificação, com pinceladas de física e química, e no nono ano que é aquela fase de transição, física e química aparecem com mais força. Então veja que é uma discussão que a gente precisa fazer, na universidade, nos institutos federais, centros de formação, o que é essa coisa de trabalhar com ciências naturais. Às vezes eu fico pensando, pelo menos no campus São Paulo, a física não perde espaço, os cursos técnicos se apoiam nela, mas por outro lado, não é apenas a manutenção da física que está em jogo, mas a manutenção da física articulada com o ensino médio.

Mônada 10

A licenciatura se forjou

Acho que talvez a gente tenha conseguido avançar um pouquinho, até pela nossa história de ter tido que responder pela formação de um curso de licenciatura na condição que o CEFET oferecia. A gente foi ficando calejado, apanhando aqui e ali. E pela formação do corpo docente, que está no mestrado e doutorado interunidades. Uma coisa a gente precisa ter muito claro, parece retórica, mas eu não posso achar que uma formação pedagógica é um resumo de uma formação em pedagogia e também não posso achar que uma formação em física é um resumo da formação de um bacharel.

Mônada 11

Uma Física diferente

Quando a gente foi propor a volta do ensino integrado no antigo CEFET, porque lá em 1999 rompeu, não tinha mais curso integrado, mas acho que já em 2003 eles puderam voltar. Fiz parte dessa discussão um pouco e a gente na área da física levou a discussão de como essa disciplina voltaria na proposta do ensino médio. Essa discussão, com um corpo docente que tem uma pós-graduação em ensino, que já lidava com algumas questões no curso de licenciatura e com o contexto em que se dava, nos levou a propor que a estrutura das disciplinas de Física do ensino integrado voltaria da seguinte maneira: começaria com a ideia de energia, sem aquela física com soma vetorial, com força. A gente chegava aí, mas o começo era outro. Por quê? Porque a gente estava preocupado que o aluno identificasse a física com uma visão diferente dessa soma de vetores.

Mônada 12

Nosso jeito de pensar a Física

Então na “nossa física”, ela ousava propor uma organização desse conteúdo que não fosse aqueles bloquinhos de cinemática, mecânica, conservação, ótica. A gente misturou um pouco, foi uma experiência lá atrás quando iam voltar os integrados. Esse amadurecimento também foi para o ensino superior, da gente tentar pensar a organização das disciplinas como licenciandos, que tentasse romper com essas caixinhas. Então uma disciplina que tentasse abordar energia, ou que tentasse trabalhar força ou interações, no nosso grupo isso sempre foi muito importante. Mais importante que falar sobre força, é entender o que é uma interação física, e o que é o resultado dessa interação, de como eu percebo isso. Então a gente acreditava que trabalhávamos muito mais a natureza da física e historicidade dela, de como se chegou a esse conceito historicamente.

Mônada 14

O zero da Física não é o da matemática

Aqui no campus São Paulo fomos convidados a pensar quatro disciplinas, que são as interfaces da matemática. Hoje é um pouquinho diferente porque o curso foi reorganizado, mas eram discussões assim, junto com o ensino de física. Discutíamos sobre o que é o zero, o zero da física não é o da matemática, não é o espaço vazio; o zero graus celsius me dá uma medida, ele não é vazio, não é ausente de significado. A gente discutia também sobre a posição variando com sétima potência, então eu podia derivar sete vezes, mas que significado físico teria avançar tanto com a derivação. Então eu entendia a variação das funções dentro da velocidade, da posição, da aceleração, junto com o conteúdo da física.

Mônada 15

Tocar o sinal no ensino superior

Mas aí no campus, a grande maioria, se torna professor de ensino superior, a medida que surgem esses cursos. A lógica de pensar é diferente. Então foi um movimento mesmo no campus de pensar nossa ação. Tinha muito aquela coisa de tocar o sinal, hoje não tem mais. Na época tinham os inspetores de alunos, eles corriam atrás dos meninos da graduação também para não matar aula. Foi uma instituição que teve que aprender a lidar na prática com os sabores e os dissabores de ter tantas modalidades no mesmo universo.

Mônada 16

Não somos escola nem universidade

Muitas vezes eu me deparo com colegas que acham que aqui é a universidade, foi criada essa percepção. Nos EUA, Europa, o significado de instituto tem um peso, o MIT, por exemplo. Mas aqui no Brasil, o instituto federal, a ideia de instituto, parece que diminui o significado. Não sei se é por isso, mas muitos acham que a gente é uma universidade. Então a maior dificuldade é como a gente sai da situação de um professor da escola básica para posição de um professor de um instituto, que tem na sua atribuição, mais do que apenas a carga horária de aulas.

II – Retratos narrativos da professora Meitner

A professora Meitner é licenciada em Educação Física e em Pedagogia. Tem 23 anos de experiência na educação, com ênfase para o ensino superior como docente e tutora em cursos EAD. Sua trajetória na pós-graduação se deu na área de Educação em História, Política e Sociedade. É docente do IFSP desde 2016,

ministrando disciplinas pedagógicas em uma Licenciatura em Letras. Ela participou do processo de elaboração dos currículos de referência do IFSP.

Mônada 17

O essencial é não engessar

Eu entrei para tentar contribuir para que não ficasse um currículo engessado, até porque se fosse por esse caminho, eu tentaria barrar isso, porque não iria contribuir com algo que fosse contra meus princípios. No começo teve mesmo essa ideia de fazer tudo unificado, aí a gente brigou, os próprios consultores. No final saiu aquela instrução normativa, que a gente tinha que pensar no perfil do egresso, nos objetivos e conhecimentos essenciais, o que seria essencial, o que um licenciado em física não pudesse sair do curso de física sem ter esse conhecimento.

Mônada 18

Não formamos bacharéis

As pessoas que estão atuando no curso de física sabem que estão formando professores e não bacharéis. Os documentos produzidos procuram levar em consideração isso. O pessoal que atua na licenciatura em física sabe que estão formando licenciados, pelo menos na teoria, não sei se isso acontece na prática.

Mônada 19

Eu tive que lembrá-los

Mas em alguns momentos na definição dos conhecimentos essenciais eu precisei lembrá-los que eles estavam formando professores. Na hora da discussão dos conhecimentos essenciais para formar um professor, eles entravam num embate dos conhecimentos da física clássica com a física moderna, que eu não domino, mas vi que eles entravam numa discussão sem fundamento pedagógico. Tinha que intervir para questionar a eles se aquilo era essencial para formar um professor que iria ensinar física no ensino médio, isso é essencial? Eles diziam que não, mas que os licenciandos precisavam saber. Mas tinha que saber por quê? Então eles não conseguiam muito defender o porquê de ser essencial. Então eu percebia que eles perdiam a dimensão do professor de física do ensino médio. Eles estavam pensando no curso de bacharelado, queriam que o licenciado tivesse um domínio muito grande do conhecimento científico da física.

Mônada 20

Não sou da área

Mas em alguns momentos eu percebi que eles queriam garantir um determinado conhecimento, mas quando eu questionava, eles percebiam que realmente aquilo não era essencial para o professor de física. Se a gente coloca isso num currículo de referência, você está dizendo que todas as licenciaturas do IFSP têm que garantir. Quando via que estava dando conflito entre eles mesmos sobre o que é importante ou não na licenciatura, eu percebia que ainda falta a dimensão do que é a formação de um professor de física, do que é uma licenciatura. E aí alguns se pronunciavam dizendo: “Eu não sou da área de ensino de física, eu não entendo disso.” A parte dos conhecimentos específicos da física a gente ficou meses discutindo. E a parte do ensino de física, não teve tanta discussão, porque teve uma proposição de quem era da área de ensino de física e ela foi acatada. Não teve debate, como na parte dos conhecimentos específicos, porque ali tinha muitos especialistas, cada um defendendo seu campo de interesse. E o ensino de física, muita coisa passou sem muito questionamento. Veio uma proposição de ensino de física de quem entende, de quem é pesquisador da área, e foi acatada.

Mônada 21

A capital e o interior

Então quando falo que não teve contribuição do ensino de física é porque vinha muita contribuição das outras áreas e uma ou outra do ensino de física. O campus que mais chamou a atenção para questão do ensino de física, e que brigou muito pela proposta, para o nosso currículo de referência ficar com uma cara de licenciatura, foi o campus São Paulo. O pessoal não gosta muito do campus São Paulo, não sei por que, não entendi esses meandros. Mas é que lá tem muitos professores de física para dar conta dos cursos todos, e tem um número muito grande de professores de ensino de física, não sei se é muito grande, mas é bem maior que nos outros campus.

Mônada 22

Podem vir de qualquer lugar

Aqui no IF nós não temos gente. Como nossos concursos não podem exigir áreas para o ensino superior, então quando você põe lá que a pessoa tem que ser licenciada em física, ela pode vir de qualquer área, não necessariamente do ensino de física.

Mônada 23

A cara do professor

Tem muito PPC que tem a cara do professor que está no campus, aí pronto, o professor é removido e ninguém consegue dar aquela disciplina. Então acho que o currículo pensou nessa

questão, de não fazer de acordo com um grupo de professores. A gente tentou deixa-lo o mais aberto possível pra que os PPCs tenham autonomia para fazerem os arranjos que acharem melhor.

Mônada 25

Parecia um sumário de livro didático

Quando a gente começou a construir os conhecimentos essenciais da física estava bem nos moldes do ensino tradicional. Então tinha assim: mecânica, aí tinha os conteúdos em mecânica, alguns falavam que parecia sumário de livro didático; termodinâmica, aí tinha seus conteúdos; ótica, e os conhecimentos da ótica, aquelas grandes áreas da física e ali tinha os conteúdos essenciais. Então parecia uma grande lista de conteúdos.

Mônada 26

Ode à astronomia

Eu lembro que uma discussão grande foi quando falaram de astronomia. Creio que tem alguns professores no IF que são da área de astronomia, fazem pesquisa na área, e eles defenderam a inclusão de astronomia no currículo. Mas eles estavam aprofundando em um nível a astronomia que começou a causar estranheza em alguns. Começaram a questionar o porquê de ser importante para um licenciado, e quem ia dar esse conhecimento. Diziam - no meu campus por exemplo, não tem ninguém dessa área, quem vai dar isso. Não tinham professores com esse conhecimento em alguns campus, então quem ia dar aula de astronomia?

Mônada 27

Vencendo a resistência

Tinha resistência geral, eu acho que ninguém queria currículo de referência, primeiro porque dá trabalho fazer e segundo que vai mexer naquilo que já está pronto, e todo mundo tem um apreço pelo seu PPC. No começo tinha muita resistência, o grupo de física não discutia, não se envolvia, eu tive muita dificuldade, quase desisti, mas conforme as coisas foram progredindo e os prazos foram ficando apertado. tínhamos que fazer de qualquer jeito. A coisa começou a sair e eles começaram a se envolver. No final eles perceberam a importância daquela discussão e alguns falaram que pela primeira vez estavam sentando e pensando o curso, não era aquela coisa automática e burocrática de fazer o PPC. Apesar de estarem construindo um documento burocrático, estavam entendendo a importância, viram que a gente estava indo por um caminho que não iríamos engessar os PPCs.

Mônada 28

Adoraria se tivesse

Acho que aí é muito mais baseado na ideia do que um físico precisa saber, alguém da área de física, seja um bacharel ou licenciado, apesar de saberem dessa diferença, se pensava sobre o que um professor de física precisa saber sobre física, não sobre ensino de física, não sobre digamos, a recontextualização desse conhecimento científico para pedagógico, não tinha essa preocupação, essa discussão, eu ia adorar se tivesse, mas não tinha.

III – Retratos narrativos do Professor Hádron

O professor Hádron tem mais de 30 anos de experiência como professor de Física em escolas públicas e privadas. É docente no IFSP desde 2010, atuando principalmente na Licenciatura em Física. Tem trajetória acadêmica no Ensino de Ciências.

Mônada 29

Diferenciado!

Participei bastante da recém reformulação que fizemos. Temos agora dois currículos em andamento: o pessoal que está terminando o curso, na grade antiga, e o pessoal da grade nova. Sobre a grade antiga, segundo minha análise, era um curso em licenciatura diferenciado em relação a maioria do que temos no Brasil. Por quê? Porque era um curso que tinha muitas horas destinadas a laboratório. Digo diferenciado pois acho que o padrão, até mesmo em relação à licenciatura que fiz há muito tempo, era que aula teórica era uma coisa e aula de laboratório outra, ou seja, eram disciplinas separadas.

Mônada 30

Fugindo do padrão

Na grade antiga, há quatro disciplinas relacionadas ao estágio que são muito diferentes e interessantes, distintas do padrão, que chamamos de Oficinas de Projetos de Ensino. Trabalhei várias vezes com essa disciplina e a ideia é que seja uma disciplina mais autoral, em que o professor que escolhe essa disciplina vai desenvolver alguma temática com seu aluno. E essa temática naturalmente muitas vezes está relacionada com alguma pesquisa que ele está fazendo ou fez no seu mestrado, doutorado ou outra pesquisa qualquer. O aluno então participa dessa oficina e vai ao estágio trabalhar com essa temática.

Mônada 31

A Física como um todo

Logo no primeiro semestre do primeiro ano, o novo licenciando que ingressa (já estamos na terceira turma que se inicia [na nova grade]) tem uma disciplina chamada Energia e Estrutura do Conhecimento Físico. Qual é a ideia que está na ementa dessa disciplina? É que aquele [aluno], ao sair desse primeiro semestre com essa primeira disciplina, tenha uma visão global da física. Então [essa disciplina] vai discutir (e como a energia é um tema que permite isso) o aluno terá uma noção de todos os tipos de energia e como que essas energias se transformam na outra, problemas sociais e econômicos, matriz energética, relacionados à questão energética. O aluno sai da disciplina com uma abertura, uma visão global de toda física.

Mônada 32

Grandes dificuldades

Há muitos professores aqui que tem uma formação parecida. Então acho que há uma conjunção maior em termos do entendimento do que é física e como como ela deve ser ensinada. Nosso maior entrave foi outro, com a pró-reitoria de ensino. Com eles o embate foi violento, duro, pesado, várias idas e vindas, várias versões de projetos negados e tendo que ser refeitos. Algumas contribuições [da pró-reitoria] foram interessantes, contribuiu para melhorar, mas na minha visão as posturas eram arrogantes e pareciam uma tentativa de “engessar” o curso, [pois na visão deles] toda licenciatura em física tem que ter tais e quais disciplinas, enquanto que nós entendíamos que não é bem assim. A pró-reitoria também possuía um entendimento não muito correto de algumas ementas que fazíamos, no sentido deles não enxergarem a parte pedagógica. Então tivemos muitas idas e vindas e foi difícil ter o nosso PPC.

Mônada 33

Se não negociar...

Então era uma visão que eles (pró-reitoria de ensino) queriam enxergar no nosso currículo: onde que está a física e onde que está a educação, a parte pedagógica. A mistura que a gente faz era uma mistura que era vista com muito maus olhos porque era uma desconfiança de que “vocês vão acabar não fazendo nenhuma uma coisa nem outra porque não tem claramente o objetivo focado nem na física e nem na área pedagógica; então com isso vocês não vão conseguir passar para o aluno nenhuma das duas visões, e vai ficar um currículo confuso”. Mas a gente acha que não, nosso currículo anterior, que veio lá de 2001 e ainda tem alunos nele, já é um pouco assim. Estávamos só deixando isso mais explícito, mas o fato de ser mais explícito causou desconfiança deles. Acabamos tendo uma negociação no final das contas.

Mônada 34

Ser ou não ser cinematográfica

Nas primeiras aulas do primeiro ano daqueles caderninhos (proposta curricular de SP) tinha um exemplo que era sobre, na prática, cinematográfica, mas não era a cinematográfica do ponto material, de fazer aquele desenho, “aqui é a Praça da Sé, marco zero”. Era uma reportagem de um jornal em que colocava um problema de um carro de radar. Então colocava a problemática de como o radar mede a velocidade e a partir daí o conceito de velocidade vinha. Discutir cinematográfica desse jeito, ok, porque você não está discutindo cinematográfica na verdade, você está discutindo os conceitos de velocidade, aceleração que o cara usa no dia a dia.

Mônada 35

Física moderna fora do armário

Tenho tentado trabalhar mais com foco em física moderna. E ainda que esse currículo novo, como eu disse, logo no terceiro semestre tem uma disciplina de física moderna, ainda estão em voga disciplinas do currículo velho. Mas, de um modo ou de outro, poderia dizer que meu interesse de trabalhar com física moderna é no sentido de discutir com o aluno a problemática de como levá-la para o ensino médio. Portanto, eu dou um peso grande nessas disciplinas que eu trabalho na questão pedagógica de discutir com aluno: “olha, se fossem vocês como professores da escola média, como vocês ensinariam o efeito fotoelétrico?”. Então tenho tido enfoque grande nisso porque dialoga com minha própria pesquisa que começou no mestrado com a problemática de como levar a física moderna para o ensino médio, como levar a física moderna para lá de um modo interdisciplinar, integrado com outros conteúdos da física de tal modo que ela não seja uma caixinha a mais, uma gaveta a mais lá no armário da física.

Mônada 36

Destituindo a gaveta

No mestrado fui com essa problemática de como levar a física moderna para o ensino médio, de uma forma que não fosse uma gavetinha mais. E calhou que meu orientador estava justamente numa época em que tinha sido convidado para orientar a elaboração de fascículos para uma rede de escolas. Esses fascículos iam ter essa conotação interdisciplinar. Ele me convidou para escrever junto com ele o fascículo de física moderna, já que era minha temática do mestrado. No entanto, ao começarmos a discutir e elaborar como seria esse fascículo, percebemos que se não queremos física moderna como gavetinha, então não vamos discutir só física moderna, vamos discutir o conjunto dos conhecimentos. E começamos escrever. Moral da história: eram seis fascículos, participei diretamente em quatro e depois isso virou um livro didático para participar do programa nacional de livros didáticos.

Mônada 37

Física moderna com moderação

Então eu digo que é plenamente possível e diria não só possível, como também recomendável que a física moderna seja ensinada no ensino médio logo nas primeiras aulas. Outra coisa é como ensinar. Você vai trabalhar o formalismo matemático da física quântica? Óbvio que não. Nem na licenciatura a gente consegue direito, nem sei se num bacharelado se consegue direito. Então óbvio que não dá para você pensar em ensinar a equação de Schrödinger para o aluno do primeiro ano do ensino médio.

Mônada 38

Elétron versus Velocidade Média

Fazer o $E = hf$, matematizar o que é o quantum de luz, que o quantum de luz azul é mais energético do que o quantum de luz vermelha, a própria fórmula que o Einstein conceituou, o efeito fotoelétrico da força, a função trabalho e que cada material tem a sua energia mínima para que a luz consiga “roubar” o elétron, arrancar o elétron, trabalhar com a questão de que cada elemento químico tem uma espécie de DNA, que é seu espectro óptico e que quando você põe um prisma ou põe uma rede de difração, pela chama do material incandescente a gente percebe pela difração, pela imagem que forma se no material tem Hélio ou não, se lá tem hidrogênio. Essas são coisas que eu não vejo nenhum problema em trabalhar com o primeiro ano. Acho na verdade que os alunos têm mais facilidade de aprender isto do que aprender quanto tempo demora para um móvel saindo do quilômetro 30 da rodovia “X” com velocidade tal se encontrar com outro móvel que sai do outro ponto, que não serve para nada no dia a dia, enquanto que a discussão de como funcionam as coisas acho que é muito mais fácil do aluno aprender. Tudo depende de como você vai levar a discussão, depende da visão que você tem da física. Se você acha que tem uma visão muito cartesiana, linear de pré-requisitos, é difícil você pensar em como levar a física moderna no ensino médio, tanto no primeiro ano como no terceiro.

Mônada 39

Um cartão de visitas: a física quântica

Em uma das disciplinas de oficinas de ensino eu começo na primeira aula fazendo questões assim: o ensino da cinemática precisa necessariamente vir antes do ensino da dinâmica, o ensino da mecânica precisa vir necessariamente antes da Ótica? A tendência da maioria dos alunos é que vão colocando que é isso mesmo. Depois começo com algumas perguntas lá pelo meio do caminho: “a sociedade hoje é impregnada por tecnologias que até mesmo professor universitário tem dificuldade de explicar como funciona”. Ou seja, vou colocando

algumas contradições e mostrando para eles que a física que é necessária para explicar a tecnologia é a física moderna. Já no final volto a algumas questões e coloco: “a física quântica poderia ser uma temática para fazer um enredamento de todos os conteúdos da física?” E ainda pergunto “a primeira aula do primeiro ano do ensino médio poderia ser sobre física quântica?”

Mônada 40

Ponto material versus corpo extenso

A questão que fica é: o que é mais difícil ensinar, pensando mesmo no ensino médio? O que é mais fácil para prender a atenção do aluno e que ele saia daquela aula tendo curiosidade de aprender mais? A primeira discussão que faço com os licenciandos é a cinemática do ponto material. Qual pergunta é melhor: o que é ponto material versus corpo extenso ou a pergunta sobre como funciona o celular, por exemplo, ou como que a luz do poste da rua sabe que ele tem que acender, quando chega perto das seis horas da tarde e ele tem que apagar quando amanhece o dia; ou por que quando você aperta o botãozinho aqui da sua televisão ela liga, o que sai daqui e o que chega lá...

Mônada 41

Estorvando

Em geral os livros didáticos não contribuem. Eles contribuem para manter o status quo, essa defesa do currículo escolar tradicional. Tem uma ou outra sessão, mas a maioria deles não contribui. Por isso que na minha trajetória antes do IFSP, no ensino médio, sempre usava vários livros didáticos. Mas esses livros que são a grande maioria que segue o script da cinemática, dinâmica, mecânica, Ótica, a terminologia e física moderna lá no fim, eu diria que não contribui em nada, pelo contrário, mais estorvam do que contribui.

Mônada 42

Ensino de Física não é Física

Assim como nossos colegas professores, que você vai falar “vamos começar o primeiro ano desse jeito, com esse tipo de discussão e o cara acha que “não, você está sendo muito pragmático, você tá discutindo a física do dia a dia, que ele usa, mas Física não é isso, física é uma ciência que é fortemente ligada a matemática” e é verdade, o que eu tive no mestrado e no doutorado da USP, o orientador colocava isso, a matemática é o dedo da física apontando para a natureza, é só pela matemática que a física interage com a natureza, a matemática faz parte, é essencial para a física. Mas tudo bem, estamos falando do ensino de física, e não da física necessariamente, então acho que é uma diferença grande. A matemática tem que entrar, mas não é do jeito que o cientista usa.

IV – Retratos narrativos do professor Lépton

O Professor Fóton tem 10 anos de experiências como professor de Física em escolas públicas e privadas, nos ensinos médio e superior. Foi docente substituto no IFSP por dois anos e é docente efetivo desde 2014. Construiu sua trajetória acadêmica na área da Educação.

Mônada 43

Eu gostava daquilo

Gostava na infância de fazer o clássico experimento com feijão, gostava do mundo Beakman. Não que eu possa dizer “Nossa eu fui fazer física por causa disso”, mas acho que talvez tem alguma influência. Eu sempre gostei da parte mais de matemática desde o fundamental. Quando chegou no ensino médio que eu tive contato com Física pela primeira vez. Até então nunca tinha ouvido falar de Física, essa é a grande verdade. Quando eu entrei em contato com a Física, comecei a gostar dela e aqui vale dizer uma coisa importante: as minhas aulas de não fugiam daquilo que é a Física “tradicional”, que é a exposição da teoria clássica e exercícios para a turma fazer. Eu gostava daquilo e até então não tinha muito ideia da profissão que eu seguiria.

Mônada 44

Entendia a Física como uma matemática aplicada

Eu fui para física muito por conta de eu gostar daquela ideia que eu entendia, que ela fica mais como matemática aplicada, na minha cabeça eu entendia física como uma matemática aplicada. Ou seja, você pegar lá matemática e colocar um contexto. Enfim, uma situação, bloquinhos com carro e foi muito por conta disso que eu fui fazer um curso de física. Só que quando você entra, você começa em algumas disciplinas e especialmente algumas da área de educação, da área de ensino de física. Então você começa a desconstruir um pouco essa física que te levou até ali naquele momento.

Mônada 45

Enraizando a Física

Olhando minha trajetória lá desde que eu entrei aqui no IF, na minha visão eu tenho caminhado cada vez mais para desconstruir essa física como conteudista, e tenho caminhado mais para ideia de trazer uma física mais com um texto com recursos que vão para além dos slides. E nesse sentido acho que o contato com os alunos que eu tenho tido aqui no IF, dos futuros professores de física, têm contribuído muito para essa minha mudança. Eu digo isso porque muitos deles estão em sala de aula no ensino médio e trazem as experiências deles

para a gente conversar. Fui coordenador do Pibid aqui no Instituto, e que agora está na residência. Essas estão proporcionando um contato muito mais próximo com a realidade do ensino médio e até mesmo dos nossos alunos aqui. Parece que cada vez mais eles não se contentam apenas com aquela física de teoria e exercício. Acho que por parte deles também há um certo desejo ou interesse em conhecer uma física mais contextualizada, mais real.

Mônada 46

Semi bacharelado

Acho que a nossa proposta enquanto curso de licenciatura se diferencia um pouco da proposta da universidade aonde eu fui formado. Eu acho que aqui a gente tem muito mais um viés para formar o professor de Física, mais do que no curso que eu fiz. Era muito mais um semi-bacharelado junto com uma licenciatura tímida.

Mônada 47

Elas são diferentes

Uma coisa é o bacharel em física, outra é o licenciado em física. Uma coisa é a física aqui no curso, outra é a física escolar lá no ensino médio. Claro, elas tem que se conversar, mas eu acho que não dá simplesmente para a gente pegar a física da graduação, tirar o cálculo e falar “essa é a física do ensino médio”; tira o cálculo diferencial e integral e essa é a física do ensino médio; ou pega o Halliday, tira toda a parte de cálculo e essa é a física que vamos ensinar nas escolas. Não é nesse sentido a ideia.

Mônada 48

Faça o que eu fale

Algo que também apareceu um pouco na minha tese, que é a ideia de você só falar para o licenciando coisas do tipo: “quando estiver dando aula lá no ensino médio é legal que você faça assim, é legal que você faça assado. Olha esse recurso, parece interessante, essa forma, essa metodologia de ensino para o ensino médio”. Mas eu acho que isso tem um resultado limitado porque é importante que o licenciando vivencie aquela experiência de “ser ensinado” com aquela metodologia. Então vamos supor que quando o licenciando estiver lá dando aula de termodinâmica no ensino médio, ele trabalhe com experimentos, trabalhe com simuladores. Mas durante a aula de termodinâmica aqui ele não está vendo nada disso, ele está vendo giz e lousa, ele não está vendo o experimento, não está vendo o simulador. Aí então você fala para ele fazer de um jeito, mas ele está aprendendo de outro.

Mônada 49

Na disciplina é outro mundo

Em uma aula de mecânica clássica um aluno que me perguntou: “ah mas tem como a gente considerar o atrito nesses cálculos?” Acho que era o cálculo de queda livre ou lançamento vertical, alguma coisa assim. Ele me falou: “mas e se a gente considerar a resistência do ar, a gente pode considerá-la?” Eu respondi alguma coisa nesse sentido: “aqui na disciplina a gente não vai usar a resistência do ar, mas é impossível no mundo real você desprezá-la, por exemplo, um avião pode desprezar a resistência do ar?”

Mônada 50

Dilemas de cada um no seu quadrado

Se chegassem assim para mim: “Ah, você vai dar a disciplina de relatividade”. Teria que estudar para caramba para conseguir dar uma atividade. Da mesma forma, do outro lado por exemplo, se você chega no professor que é mais da área de física dura, que fez mestrado, doutorado, em física ou física aplicada ou algo assim, ele vai ter mais facilidade de trabalhar por exemplo, com relatividade. Só que de repente ele não vai ter tanta facilidade, não vai ter embasamento para poder trabalhar com ensino, em como discutir questões do ensino de relatividade.

Mônada 51

Bloquinhos ou radiografias?

Será que faz sentido para um aluno de ensino médio você ficar resolvendo exercícios e mais exercícios, aqueles exercícios de cinemática, por exemplo, e deixar de lado discussões do tipo de usina de produção de energia elétrica o Brasil deve investir? Hidrelétrica, nuclear, solar, eólica... Até que ponto no ensino médio vale a pena você insistir, investir tempo, investir didática, investir recursos resolvendo exercícios, exercícios de bloquinhos das leis de Newton, ao invés de conversar com aluno sobre temas relevantes para a vida e o mundo? É algo que veio bastante forte na minha tese, por exemplo, a questão do funcionamento dos exames de imagem, dos exames da Medicina, de como funciona uma radiografia e para que ela serve, qual é a diferença entre radioatividade e radiações; o que que é contaminação por radiação. Vale a pena deixar isso de lado para investir nos exercícios?

Mônada 52

O que fazer com Física Moderna

Nessas disciplinas de oficina a gente discute, livros, artigos de pesquisadores da área de ensino de física, ensino de ciências, questões de recursos e estratégias de ensino, metodologia para o ensino de física, o que, claro, envolve essa parte da instrumentação, de

“mão na massa”, de construir experimento, de articular experimentação com determinados conteúdos. Mas elas vão além, até porque, por exemplo, na oficina de física moderna, normalmente têm sido eu que tenho lecionado, você vai pensar “mas que experimento de baixo custo eu posso fazer com física moderna?” É extremamente limitado, porque como fazer um experimento de relatividade, com velocidades próximas a da luz, como é que vai fazer isso com baixo custo? Experimento de quântica, que envolve o mundo microscópico, com materiais de baixo custo? Como você vai fazer experimento de radioatividade com materiais de baixo custo? Então na oficina de física moderna, é preciso ir além. Eu vou muito mais na linha de pensar o ensino de física moderna e trabalhando com recursos estratégicos, metodologias, até mesmo com discussões conceituais em sala de aula nesta disciplina de oficinas, do que a parte experimental.

Mônada 53

As caixinhas da Física

Há uma tradição da mecânica, a física escolar se ensina assim, termodinâmica se ensina assim, ótica se ensina assim, eletromagnetismo se ensina assim. E física moderna, acho que ainda não há essa tradição de como ensinar seus conteúdos. O que ensinar de física moderna no ensino médio? Então é interessante pensarmos que existem essas caixinhas da física. Então a hora que você vai estudar mecânica, se esquece que existe fenômenos de temperatura, calor envolvido, energia envolvida ali. Na hora que você vai estudar Ótica, se esquece também que existem as outras coisas envolvidas, e que no fundo está tudo envolvido, você não tem como separar na realidade o que é mecânica, o que é termodinâmica, eletromagnetismo.

Mônada 54

Buscando um consenso

No último PNL D, eu não tenho acompanhado muito, mas eu sei que em física, um dos critérios eliminatórios para os livros didáticos era ter física moderna na coleção. Livros que não tenham nada de física moderna, a princípio não poderiam ser aprovados. Acho que dos 12 que foram aprovados, eu tenho nove, e dei uma olhada neles. Há uma ou outra coisa de física moderna, só que não há ainda esse, como dizer, consenso a respeito do que a física moderna teria que abordar nos livros e como trabalhar essa física moderna. Se você pega as coleções, lá no terceiro volume, a gente encontra coisas sobre relatividade e quântica em uma; em outra, vemos relatividade, radioatividade. Em uma terceira aparece quântica e efeito fotoelétrico, enfim, há muita diferença entre as coleções.

Mônada 55

A Física atual

Então acho que vale muito mais a pena a física moderna no ensino médio por conta das ideias, por conta da filosofia envolvida, das novas visões de mundo que a relatividade trouxe com a questão do tempo relativo, a ideia da probabilidade do mundo quântico microscópico, enfim, todas essas questões mais filosóficas, do que aquele ensino como se fosse mecânica clássica, onde você expõe teoria e exercícios. Inclusive uma discussão que a gente também faz no escopo de oficina de física moderna é de que na mídia como um todo frequentemente surgem notícias relacionadas à física moderna. Por exemplo, uma das últimas “notícias famosas” foi a foto do buraco negro e a relativamente recente detecção de ondas gravitacionais. Daí a gente se pergunta: o aluno então tem contato com física moderna por meio de um jornal nacional e não tem contato com a física moderna na escola? Será que não há alguma coisa incoerente nesse sentido? Um aluno estuda uma física do século 17, do século 18 e não tem contato na escola com uma física atual.

V – Retratos narrativos do professor Píon.

O Professor Píon tem quase 20 anos de experiência como professor de Artes e de Física em escolas públicas e privadas. É graduado em artes plásticas e licenciado em Física. Sua trajetória de pós-graduação é no ensino de ciências. Foi docente substituto em um Instituto Federal de outro estado por dois anos e é docente efetivo no IFSP na área de Física desde 2016.

Mônada 56

O que a Física não me deu

Das artes plásticas para física, porque isso aconteceu não sei explicar agora. Mas lembro que nos dois momentos em que eu fiz ensino de terceiro ano e fui me preparando para fazer vestibular. nos dois momentos eu escutava assim: “olha, física é algo que ninguém quer fazer e meu sentimento de que ninguém quer fazer me chamou atenção no sentido de que quero ir para onde ninguém quer. Não sei por que isso acontece. Entrei em artes direto do ensino médio, e entrei nesse curso muito mais por questões pessoais do que profissionais. Acho que o perfil de quem ia estar ligado em artes ia saber dialogar com os meus afetos ou com a falta que eu sentia. No curso de artes plásticas conheci uma das coisas mais importantes que me transformou como ser humano que foi a dança de salão. Ainda estou construindo essa comparação na minha cabeça. Então uma série de questões afetivas, não necessariamente afetivas do campo amoroso, mas que tem muito a ver com o campo pessoal, pois

conseguimos conectar com o campo pessoal, foi muito forte e acho que foi completando coisas que a física não me deu. Antes de me sentir capacitado para ser professor, lá no curso de artes plásticas eu estava coletando capital para eu me tornar um ser humano, algo que não sei se seria capaz de me sentir se eu tivesse graduação só em física.

Mônada 57

Em busca de padrões

Uma das principais coisas que continuamente me transformam num professor de física e me reforçam como tal, é a capacidade de olhar padrões, porque um físico olha padrões, e busca reagir a esses padrões. Um físico descreve esses padrões, tenta entender por que eles acontecem. Ele tenta publicar e tornar público seus achados.

Mônada 58

Encantemos os alunos, pois o Enem ainda não chegou

A todo momento eu sinto que, como professor, eu falo para meus alunos de licenciatura: “encantem os alunos de vocês. Se vocês querem que a física se torne uma realidade cada vez maior e que em determinado momento ela se transforme inclusive em cultura, como o João Zanetic insiste, nós temos que fazer com que as pessoas se encantem por esse assunto. Se elas não se encantarem, esse assunto não vai vir se sobrepujar sobre a massa. Se a gente quer falar sobre o cometa Halley, que em 1984 fez um monte de gente olhar para o telescópio, se queremos falar sobre a partícula de Deus que fez um monte de gente acessar YouTube e tentar entender o que é uma partícula de Deus, porque ela se encanta muito mais por Deus do que pela física, e então ela busca a partícula de Deus. Se a gente quer que essas pessoas falem sobre esses assuntos, quando elas estiverem nas ‘nossas mãos’, temos que tentar encantar ao invés de apenas cobrar desses alunos, como se eles já estivessem no dia do Enem.

Mônada 59

Criar expectativa

Temos que fazer eles se espantarem. Escrever as três equações da dilatação: linear, volumétrica e superficial, a respectiva fórmula de cada uma, e “tome” exercício, vai causar indiferença. Eles já esperam que a aula de física seja isso. Eles não esperam que você vai pegar, vai grudar uma moeda e vai falar “acabou hoje”, e na semana seguinte você volta com o ímã e a moeda grudada e você começa a pensar sobre aquilo.

Mônada 60

Paramagnético, ferromagnético e diamagnético

Você quer falar de magnetismo e eletricidade, os dois juntos, e os alunos não entenderam muito bem o que é um circuito elétrico e o que são as leis de Kirchoff, porque nos primeiros momentos no terceiro ano do ensino médio, você não trouxe um grande conjunto de ímãs até explorar o fato de que, por exemplo, a linha de ação magnética é diferente da linha de ação da força. E aí você faz eles manipularem tanto o ímã para eles entenderem essas coisas. Você os coloca para poder encostar a moeda no ímã e deixar um ímã ali quietinho com a moeda alguns dias. Na semana seguinte você volta e fala “vamos tirar então as moedas do ímã e vamos ver o que acontece com as moedas?”. Aí eles vão entender o que é paramagnético, ferromagnético, diamagnético, olhando o fenômeno.

Mônada 61

Inveja da Literatura

O que o professor de física, na minha opinião, faz? Ele antecipa o dia do desespero. Porque toda aula de física é o momento do desespero! Assim eu sinto que as artes plásticas, a literatura, com muita crítica, com ataque, com acidez, com tristezas, com revesses é que me revelaram formas diferentes. Às vezes de forma poética, às vezes de forma bonita, às vezes de decepção. Eu não posso ser o professor que antecipa o ENEM na hora que estou fazendo uma aula de física, enquanto o professor de Literatura está declamando um poema e os convidando a compor uma letra de música. E eles estão se sentindo encantados. O professor de física pode fazer isso, mas não faz.

Mônada 62

A Física não me basta

Porque todo momento você se sente assim: fiz uma licenciatura em física. Aí você entra em sala de aula. “Caraca, eu achava que sabia isso.” Uma vez um aluno me perguntou algo que eu não soube responder. Aí você fala “caraca, eu estou mal treinado tecnicamente.” E aí o professor volta para os livros, estimulado pelo fato de que ele se percebeu incapaz em alguns aspectos. Volta para sala de aula, sabe responder, o aluno pergunta qualquer outra coisa e ele sabe. Ele foi não só no eletromagnetismo, ele foi de novo na mecânica, ele foi na terminologia, ótica, acústica. Ele sabe responder, é técnico. Então eu tenho que ter conhecimento técnico sofisticado, bem treinado, saber explicar por que ΔL é igual a tantas vezes α , vezes a variação de temperatura. Mas isso não basta, você tem que ter jogo de cintura numa sala de aula.

Mônada 63

O erro realmente existe

Até que um dia alguém mostrou alguma coisa. Você pega uma xícara, você pega outro recipiente. Coloca uma quantidade padrão de líquido dentro da xícara, passa para esse outro recipiente. A altura de água nesse outro vai mudar, porque a forma do recipiente número dois mudou. E se esses dois recipientes forem exatamente retangulares, ou cúbicos? Esse aluno vai falar “peraí, as dimensões do primeiro recipiente são x , y e z . Dá para calcular o volume muito fácil. As dimensões do segundo recipiente são a , b e c . Esse volume passado do recipiente um para o dois vai ocupar altura tal. Eu sei a altura da água no recipiente dois.” Aí eles jogavam a água para o recipiente dois e “oras, professor, porque não está dando o tamanho que a gente sabia que ia dar?” E num exercício extremamente rotineiro tiveram um espanto. Eles aprenderam que é o erro. Eu trabalhei as leis da hidrostática, mas eu falei rapidamente o que é o erro na física. Existe uma diferença entre aquilo que você prevê e aquilo que acontece. Portanto, a física é dotada de erro, a matemática também é dotada de erro, a química também tem erros. O erro não cai no ENEM, mas se você não trazer o aluno para o encantamento, para o espanto, para a diferença em oposição à indiferença, você não vai caminhar na física como um ideal de educação que eu espero que aconteça.

Mônada 64

Duplo sentido

Eu sinto que eu sou o único professor que erra. Nenhum professor manda um aluno colocar o pirulito dentro da bolinha de gude, e isso soar mal-educado, sendo que o primeiro momento que eu falei eu não tinha essa intenção. Só depois percebi a conotação erótica que isso tinha. Uma vez fiz isso numa aula de ótica, e a questão tratava de um estudante aproximar um pirulito próximo a uma bolinha de natal e as alternativas de a , b , c , d , e falavam sobre o espelho ser côncavo ou convexo. Uma aluna questionou muito, ela fez várias questões sobre a possibilidade dessa bolinha ser côncava. E ela disse: “professor, eu imagino que deva existir a possibilidade de explorar essa bolinha como côncava.” Eu respondi para ela “só se você colocar o seu pirulito dentro da sua bolinha.” A sala baixou a cabeça de rir só depois eu percebi que falei algo com conotação erótica. Isso me dói, mas olha só, esse caso só não parou na coordenação porque eu era o “professor bravo”.

Mônada 65

Se ninguém queria, por que seria melhor?

Eu estava sendo elencado e cogitado para uma disciplina de introdução às ciências experimentais e fui indicado para dividir com um colega essa disciplina. E aí eu falei, eu quero

uma teórica, não quero mais laboratorial. Eu via todo mundo brigando pelas teóricas e me disseram “Píon’, a laboratorial vai ser até melhor”. Então está todo mundo brigando pelas teóricas, mas estão abrindo mão da disciplina que dizem que é melhor?

Mônada 66

Eu posso colocar minha cara aqui

Quando a disciplina de LMO (laboratório de mecânica e ondas) foi oferecida, e eu não tenho expertise para matérias práticas e continuo não gostando delas, eu me percebi falando assim: 1 – “Que péssimo”, foi o primeiro momento que eu recebi a disciplina. 2 – “Que péssimo, vamos trabalhar, é a vida”. Ao longo do curso eu falei: “apesar de ser péssimo, eu posso colocar minha cara aqui” e isso está me levando na direção das disciplinas de laboratório já que as ninguém quer, porque tradicionalmente as aulas de laboratório são roteirizadas. Na primeira semana vai ter um roteiro. Na semana dois entrega do relatório referente ao roteiro 1 e roteiro 2. Na semana 3, entrega do relatório referente ao roteiro 2 e roteiro 3, e assim sucessivamente. É só isso. Uma matéria de laboratório é isso, é uma roteirização irrefletida e “irraciocinada”, mas quase ninguém questiona isso.

Mônada 67

O laboratório é meu casulo

Ir aonde ninguém quer, te protege, te coloca num casulo. Eu não sabia colocar isso em palavras, eu acho que por alguma coisa parecida com essa justificativa me fez entrar na física. E quando entrei na licenciatura, eu acho que eu estou escolhendo laboratório por um motivo muito parecido com a entrada na física.

Mônada 68

Pode o professor mandar na natureza?

No roteiro de laboratório aparece assim: “olha, pegue o resultado do primeiro experimento e utilize no segundo, colocando a pontinha do resultado que você obteve com esse circuito montado aqui com a pontinha desse medidor”. Mas não dá certo e você diz: “derreteu, porque coloquei a temperatura que o roteiro mandou. O que eu faço, professor?” Ele responde. “Venha refazer com base no roteiro para ficar com a cara que se espera que tenha”. Então as duas coisas têm pontinha e aí manipula-se, e continua o roteiro inquestionado, irrefletido, mas com a cara que tinha que estar para que o roteiro seja seguido com sucesso. Outro acontecimento numa aula quando estava na graduação: No dia da entrega do relatório corrigido, os alunos se espantaram com a nota baixa e foram perguntar ao professor a razão. Ele respondia - “mas gente, vocês tinham que colocar o valor aqui e estão dando valores igual

a zero.” Retrucávamos - “mas professor, era um exercício de dilatação, e medimos e deu zero”. Quando o professor disse: “não podia ser zero, a dilatação”. E dilatação é um troço muito pequeno. E a galera lá brigando, e tal - “peraí, professor, deu zero.” E ele diz “Mas não pode dar zero”? Agora o professor manda na natureza?

Mônada 69

O trauma do circuito RLC

Minha trajetória foi extremamente roteirizada, em nenhuma aula de laboratório houve espaço para se refletir se aquela chave tinha que ser virada de uma forma ou de outra, ou se aquele pino de jacaré tinha que ser ligado em outro ponto do circuito. Não houve um momento para pensar nisso. Me lembro até hoje, um dos experimentos mais difíceis chamado circuito RLC (resistor, indutor e capacitor) provoca o tipo de ondas mais específicas em MHS e essas ondas, se você conseguir fazer uma coesão, promovem um máximo. Sei que isso acontece porque eu me lembro disso acontecer na minha frente, mas eu não me lembro de falar “por que você colocou isso aqui?” E teve momento que falei “espera, olha aqui, não é RLC? Isso aqui não tem que ficar em série assim? Isso que você está colocando em série não estou entendendo esses pinos cruzados. E os pinos não estavam bonitinhos como na figura, e até hoje não entendi o porquê. Houve um cruzamento disso e daquilo, e os fios entrecruzados de uma maneira diferente do que eu esperava que eles estivessem. E o professor nunca deu tempo para nós nos perguntarmos por que aquilo aconteceu diferente do que estava na teoria.

Mônada 70

Ninguém morre de fome com arroz e feijão

Os terceiros anos estavam totalmente empolgados no primeiro semestre, mas no segundo já nem tanto, pois viram o ENEM bater na porta deles. Nós temos três cursos, dos três cursos técnicos, um deles não aceita nenhuma atividade cultural porque é um curso que tem de 20 disciplinas. “Então, professor, faz o arroz com feijão, por favor. Não vem com essa de teatro, a gente não quer não.” Isso no curso de mecatrônica

VI – Retratos narrativos do Professor Neutrino

O Professor Neutrino é bacharel e licenciado em Física. Doutor em Educação e Mestre em Física. Tem 20 anos de experiência como professor de Física em escolas públicas e privadas. É docente efetivo do IFSP desde 2011.

Mônada 71

O magnetismo da sala de aula

Sempre pensei a física como um físico. A primeira experiência como professor foi no final do mestrado. Acabou a bolsa e vi [um anúncio] “precisa-se de professor de física”, fui lá dar aula. Nesse momento eu entrei em sala de aula e vi que gostava de ser professor. Até brinco com os alunos da licenciatura. Se você não quer ser professor, não entre numa sala de aula. Se você entrar e se for para ser professor, você nunca mais sai.

Mônada 72

Não havia uma única resposta

Em uma apresentação do meu trabalho lá no grupo que passei a frequentar no doutorado, vieram me falar “por que você não trabalha com casos no ensino médio? Você é professor de escola pública, porque você não muda isso, e trabalha com casos?” Então casos, você tem que tomar decisões, são histórias que desenvolvi em que os alunos utilizavam conhecimentos físicos para tomar decisões para resolver os casos, essa era minha ideia. Falo isso porque quando eu trabalhei com casos no ensino médio teve um aluno que me disse uma coisa: “foi a primeira vez que em física eu vi um problema que tem mais de uma resposta”.

Mônada 73

A imagem e semelhança

Era previsto ter um curso de licenciatura em física lá no campus, era eu e mais um colega, e ele tinha feito licenciatura, mas o doutorado em física mesmo. Então o diretor resolveu nos chamar para fazer o PPC da licenciatura em física, apesar da resistência dos nossos colegas engenheiros. Alguns não sabiam a diferença entre licenciatura e bacharelado, alguns achavam que a licenciatura era como se fosse um tecnólogo para engenharia. Até hoje alguns falam “quando vocês vão montar o bacharelado?” Então você vê que o conhecimento dos engenheiros é muito exíguo. Resumo da ópera: quando fomos montar o PPC, esse meu amigo me deixou muito à vontade, “você que conhece mais a parte de ensino, monta o PPC”, só que a grande questão é que os IF’s tem o PPC um parecido com outro...

Mônada 74

Sem Donos

A facilidade do nosso PPC é o seguinte, nós damos todas as disciplinas. Então eu ia revezando, não era dono da disciplina, dava mecânica, introdução à mecânica num semestre, no outro era ele que dava, e assim foi. Cheguei a dar 50% do curso. E eu já trazia aquela metodologia de (aprendizagem baseada em) casos e tínhamos muita liberdade.

Mônada 75

O que é mais importante

Trabalho muito com conceitos, tanto eu como esse meu amigo gostávamos muito desse Hewitt, física conceitual que dá muito mais valorização aos conceitos da física do que a tantas fórmulas. Então, as primeiras turmas saíram muito com essa questão, de valorizar muito a questão dos conceitos, já que importa mais você entender os conceitos, e para isso as coisas não são só questão de decorar uma frase para entender o que é massa. Logo, íamos trabalhando isso com os alunos de várias formas diferentes, trabalhando a questão do erro, acerto.

Mônada 76

O padrão da Física

Então há esse grupo de professores que procuram fazer uma física que não é a física idealizada, mas sim a física que o aluno tem que parar, pensar, ver, errar. Tem outros professores que tem doutorado em engenharia, professores que fizeram física, alguns fizeram licenciatura, outros só bacharelado, licenciatura de fim de semana e outros fizeram doutorado em elétrica, mecânica e esses já são outra história. O padrão de física deles é a física ideal mesmo, eles têm alto índice de reprovação nas disciplinas que ministram e é difícil ver um diálogo com nosso grupo, pois para eles nós aliviamos para os alunos.

Mônada 77

Mas algo ele aprendeu

Nosso grupo de professores procura ter essa mesma linha: se o aluno vem todo dia, faz as coisas, tenta, mesmo que não consiga, depois faz de novo, você vê que ele não domina a ciência física ideal, mas algo ele aprendeu, é impossível que ele saia daqui sem saber nada. Depois ele terá que correr atrás, para cumprir os déficits dele, as exigências que vai ter na vida real. Mas ficar reprovando e falar “você não vai ser professor”, não é esse o caminho

Mônada 78

Sucesso de público e renda

Lá estamos formando alunos que estudar a noite para dar aula de Física para o ensino médio. Tem um aluno que quer trabalhar no CNPEM⁶². Ele viu o exame unificado de física e se assustou. O problema é esse, falo isso no primeiro ano, “vocês estão aqui para se formar

⁶² Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais, organização social vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, localizada em Campinas-SP.

professor”, a gente já os conscientiza. Inclusive eu e esses colegas acordamos para darmos aula para o primeiro ano, porque os outros professores “acabavam” com os alunos, eles iam embora. Formamos uma turma de 17 alunos, “sucesso de público e renda”, por mais que você queira formar mais, são 17 alunos de 40, em um curso de Física. Ainda ficamos preocupados, porque já se formou turma com 23.

Mônada 79

E a integral tripla?

As vezes eles cobram: “professor, por que o senhor não dá integral tripla?” Eu digo: primeiro, porque vocês vão reprovar. E outra, vocês precisam saber bastante os conceitos porque isso vocês vão ensinar no ensino médio. Vocês serão professores de física. “Por que o senhor não ensinou aquele assunto?”, então eu digo que esses conceitos não são importantes para o ensino médio. É importante vocês saberem o que é importante para o ensino médio. Essas discussões eu tenho por que eu sou cobrado, tem certos conteúdos que eu tiro da disciplina. E eu falo para os alunos, que só vou mostrar para eles que tem, por exemplo, uma equação diferencial da onda. “Não irei ficar resolvendo essas equações diferenciais com vocês porque não irão usar isso no ensino médio. Não sei se eles conseguem depois ter clareza que isso que estou falando é conhecimento escolar, o que é conhecimento científico. O que eu falo mais é o seguinte: “isso aqui vocês vão usar para ensinar na escola, isso aqui é para quem vai trabalhar com mecânica quântica. Vocês não vão fazer pesquisa, mas sim dar aulas no ensino médio.” E eles perguntam: “Ah professor, e se eu quiser fazer doutorado?” Aí respondo: “Você pode estudar por fora, vir aqui, tiramos dúvidas e tal”.

Mônada 80

Ele não sabe

Tem a Oficina de Ondulatória, que é para mostrar como se ensina ondulatória no ensino médio. Então é nessa disciplina que eu dou mapas conceituais de ondulatória. Posso fazer o que quiser nessa disciplina, mas é muito mais ligada na didática. Alguns alunos confundem e acham que iriam aprender ondulatória apenas. O objetivo da disciplina é ensinar aos alunos como se ensina ondulatória no ensino médio. Quando você tiver a disciplina de didática, é o professor de didática que vai dar, pois o pedagogo não sabe ondulatória.

Mônada 81

Será que vale a pena?

Mas acho que a questão da física moderna no ensino médio poderia mudar. Mudaria até a perspectiva do ensino de física no ensino médio. Atiçaria a curiosidade dos alunos. Agora, o

problema é o seguinte: física hoje no ensino médio é um curso de 3 anos para o vestibular. A física moderna não é cobrada no vestibular, então esquece. Se for cobrado, será matematicamente. Então não vale a pena.

Mônada 82

Mostrei a ele que a Física e Matemática andam de mãos dadas

A matemática tem um papel de cientificidade. Uma coisa que acho legal para trabalhar conceitos da física assim é a modelagem. Quando você sai do padrão, do algoritmo, se você põe uma força que não vai ser resolvida lá, os alunos se perdem. Passam três, quatro aulas e não conseguem sair do lugar. Tem que fazer a modelagem, e isso quase não é dado em sala de aula. Fiz isso uma vez numa aula e um aluno me disse que havia chegado muito tarde na vida dele. Disse que o raciocínio matemático ele já tinha, mas tem que juntar com o raciocínio físico, usar conceitos e modelar para ver o que acontece com dada situação.

Mônada 83

Tem que matematizar

Na mecânica aplicada eles têm que fazer um muito, pois proponho um lançamento oblíquo que não é simples. Aí tem essa maldita força aqui. Eles sabem falar: “se essa força for suficiente ele cai do outro lado. Se ele for jogado muito alto, ele cai do outro lado, dá tempo de chegar no alvo. Dependendo da velocidade que ele for jogado, se for bastante, ele cai do outro lado. Se a largura do rio for pequena, ele cai do outro lado. “Agora quero que você diga como se relaciona tudo isso. Eles sabem falar, mas quero vê-los matematizar o problema. Só isso. Então essa modelagem é simples, mas [o aluno] se complica. Eles sabem falar. Tem que matematizar.

VII – Retratos narrativos do professor Múon

O Professor Múon tem 35 anos de experiência como professor do ensino médio e superior em diversas instituições públicas e privadas, não somente em disciplinas envolvendo a Física. Ele é bacharel e licenciado tanto em Física e em História. A trajetória da pós-graduação foi na área de Física Nuclear. É docente efetivo do IFSP desde 1995.

Mônada 84

Não precisa de FLA-FLU

Nem era CEFET. CEFET foi em 1998/1999. Então eu sou pré- pré histórico, OK? Mas eu já vinha com essa preocupação com história da ciência. Eu acho que a história da ciência realmente ela faz essa ponte entre as duas culturas. Que um escritor inglês, que não me recordo o nome agora, escrevia sobre a duas culturas do mundo acadêmico. A cultura das ciências naturais, e a cultura das humanidades. Aí fica esse “fla-flu”, o que é muito ruim. A gente de exatas, o pessoal de humanas. Um é maluco maconheiro, o outro é nerd e tal, não tem preocupação social. A gente vive loucamente essa diferença nos Institutos Federais também. Então acho que a história da ciência é uma ponte, acho que é importante.

Mônada 85

Eu achava correto

Uma parte da área técnica é do campo industrial. Falavam: isso aqui é mais curso técnico que a escola, o CEFET é técnico. E mesmo a área de física se dividiu sobre abrir a Licenciatura. Muita gente achava que não, falava que o governo federal estava propondo isso, estava fazendo aquilo, que era trabalho para o governo federal. Eu achava correto, achava que precisava por causa dessa questão que você sabe. Nas universidades, as licenciaturas ficam relegadas a uma segunda categoria. Então os coitadinhos lá fazem bacharelado, biologia, química. De certa forma parece oposto aqui da gente. Lá a pesquisa é valorizada e o ensino é colocado em segundo plano. Aqui o ensino é valorizado e a pesquisa muitas vezes relegada a um papel secundário.

Mônada 86

Não é uma perfumaria

Para dar sentido para ciência que você vai ensinar tem que ter história, não é uma perfumaria como diz o pessoal mais voltado para o bacharelado. Eu acho que ela tem que permear. Aqui por exemplo no nosso curso de física tem duas disciplinas específicas. A história da ciência e outra da história da física que são conceitos de física. Eu leciono as duas. Tem também história da filosofia, mas é da educação, é ligada. Mas elas não são perfumaria e não podem estar só nestas disciplinas tem que estar permeando todo o conjunto da obra. Então eu dou física moderna, mas eu permeio o contexto histórico. Falo sobre a Lei de Planck, e a virada do século 20.

Mônada 87

Disputa de partidos

Atrito igual a zero, CNTP, são condições para você resolver um problema. Mas a questão que eu costumo dizer nas minhas aulas, não é que sou um militante da guerrilha do PCN, o Partido

Contra Matemática. Matemática é um instrumento revolucionário – basta olhar para o Galileu, Newton, e o universo - mas eu sou um militante talvez do partido a favor da matemática numa aula de física com a proporção que ela dever ter. Porque a gente vai fazendo esses hiper-simplificações para poder resolver algebricamente. Porque daí você consegue transformar isso numa equação de primeiro grau, segundo grau e o que for. Uma equação diferencial. É sempre uma simplificação. Daí você tem que resolver, pensar o fenômeno, pensar as causas do fenômeno, pensar as interrelações do fenômeno com o conceito, ou com outros conceitos.

Mônada 88

Gostar do conhecimento pelo simples prazer de gostar

A gente gosta do conhecimento e acho que isso de alguma forma é importante para civilização humana. Então vem a ideia de ciência como cultura. Cultura científica que eu acho bacana, o “Scientific”, “física também é cultura”. Tem que ser parte da vida, entender como as coisas funcionam, como a geladeira esfria é muito bacana. Mas também não pode ser extremamente utilitarista a física no ensino médio. Porque senão a gente fica escravo da famosa pergunta sobre logaritmo, “Para quê que eu vou usar isso?”. Aí você vê que também é para ajudar a pensar, para deixar fruir, porque tem coisas, como a astronomia, a música, que não “servem” para nada...

Mônada 89

Dar a Física o que é da Física

Vamos pensar um pouco mais, as três ciências..., a astronomia, vamos começar por ela, que geralmente fica relegada a segundo plano, e quem acaba se apoderando dela é a geografia, o que é meio paradoxal. Naturalmente seria a gente, e ela fascina tanto o ser humano, toda vez que a gente faz debate aqui, quando é no fim da noite a gente coloca uns telescópios para observar os céus. A gente sabe o quanto isso, desde lá de atrás é fascinante, olhando as estrelas na época da fogueira. Então se delega e deixa para geografia, deveria estar com a física, deveria ter uma disciplina de astronomia, todo curso deveria ter pelo menos uma.

Mônada 90

Agora temos com quem conversar

Na época do CEFET era diferente. Colocaram a gente para montar esse curso que começou em agosto de 2001. Não era muito a nossa função, mas nos apoderamos politicamente. Tivemos que fazer a ferro e fogo, agora claro, é uma conquista, 36 campi, lá eram só dois, São Paulo e Cubatão, falam de Sertãozinho, mas antigamente era só o prédio, veio só depois de 2003, só de física agora tem 7 campus, aí você tem com quem dialogar.

Mônada 91

Conhecendo a Física

Acho que seria legal ter, assim como tem a introdução à ciência experimental, uma disciplina de introdução às ciências físicas, que seria um panorama do que você iria estudar nos outros sete semestres, acho bacana essa ideia. Se pudesse voltar atrás teria colocado, ela não seria uma perfumaria porque ficaria uma espécie de enciclopédia, mecânica, ótica, termodinâmica, eletromagnetismo, física moderna. Em quatro meses, seria uma apresentação, um convite à física

Mônada 92

A Física vai virar um Latim?

A gente procura um porto seguro, então, a forma como a gente aprendeu física no ensino médio, é um referencial. Outro é como a gente aprendeu na universidade e geralmente esses dois aspectos tendem a aprofundar o caráter conservador da gente como professor. Adolescente, jovem, então a gente reproduz, então o discurso teórico é fácil, mas o porto seguro sempre chama a gente, pois é uma âncora. Propor o novo é difícil. Ontem na aula eu estava explicando lei de Planck, percebi que não estavam entendendo. Na hora do intervalo, parei para pensar e entendi o que estava acontecendo. Mas sempre que você vai para a sala de aula, você prepara evidentemente, mas sempre que você vai propor algo novo, é muito mais difícil, o novo sempre está sujeito a errar, porque é novo, então sempre tem essa âncora que chama a gente a reproduzir o que aconteceu no passado, então tem que ver qual o objetivo, tinha até um colega que falava: “Será que no futuro a física vai ser um latim?”

Mônada 93

Não sou Professor do ITA

Eu não professor do ITA, sou professor do IF e leciono para a Licenciatura, agora o nosso curso lá de São Paulo, também foi um curso voltado para esse aspecto de realidade. Eu me preocupei com o peso da matemática e não me preocupei com a física seguir algum modelo, tanto que me preocupei com essas relações com a história, com a formação em si, de não ser um simples 3+1. Foi um curso pensado para formar professor desde o começo, e nosso curso lá teve tantos formados, alguns hoje também como professor do IF. Acho que foi assertivo, pois a gente só mudou a grade ano passado.

VIII – Retratos narrativos do professor Bóson

O Professor Bóson é licenciado em Física com trajetória acadêmica na área de ciências atmosféricas – meteorologia. Tem 20 anos de experiência profissional dividida entre a atuação em funções técnicas em instituições de pesquisa agropecuária, docência em escolas públicas e instituições privadas de ensino superior. É professor de IFs há quase uma década. Foi professor substituto em um campus no estado de Santa Catarina, docente efetivo em um IF no Rio de Janeiro e ingressou como efetivo no IFSP há quase cinco anos.

Mônada 94

Se você não for top

Fazer bacharelado em Física no Brasil não tinha muito futuro, ou você é top, ou realmente assume que não vai ter vida e vai fazer aquela graduação totalmente puxada e depois vai viver de bolsa e talvez tentar sair do país, ou esquece. A licenciatura, nessa conversa toda, nessas discussões, comecei a observar o cenário e pensar que nas condições do país. Você poderia ser professor de Física em qualquer lugar, inclusive na cidade que meus pais moravam no interior de Santa Catarina. Então no segundo semestre comecei a mudar e a deixar o bacharelado de lado e a focar na licenciatura. A gente sofria junto até o quarto semestre, quando a gente fazia Física moderna, o pessoal do bacharel fazia Mecânica quântica mesmo, faziam estado sólido. A gente não, aí começava a fazer as disciplinas didáticas.

Mônada 95

Por quê?

Eu tive aula com a Alice Pierson, formada em Física também, mas trabalhava na área da Educação no departamento de Física. Foram aulas com discussões muito boas, nos baseando um pouco no GREF, mas também na questão que levantava do porquê você se prender a uma linha já pré-estabelecida de ensino: “Por que eu tenho que começar a ensinar Física pela cinemática? Ou começar a falar de energia falando de trabalho?”. Ela sempre questionava isso, então quando a gente sempre tentava fazer um trabalho maravilhoso, ela ia lá e derrubava tudo com uma pergunta no final: “Por que você não começou pelo fim?”

Mônada 96

Não queremos um “vácuo” matemático

Sou da linha que deve ter uma física conceitual, que vamos lá, noventa por cento das turmas que a gente dá aula, mesmo no IF, não vão trabalhar com ciências exatas, não é isso? Eu tenho visto, a galera vai fazer qualquer outra coisa menos aquilo que eles estão se formando. Então você ficar obrigando que o garoto fique resolvendo tudo que é questão matematicamente, perde um pouco o sentido. Porém, a gente também não pode jogar fora, porque é da essência da física, é a linguagem dela, e acho que ajuda a resolver os problemas de lógica e contribui um pouco na formação da área de matemática do aluno. Algo que tem me preocupado bastante é não abandonar a matemática, porque a partir do momento que a gente critica muito a gente acaba jogando fora. Por que isso me preocupa? Porque o pessoal não tem mais condições de operar uma equação de segundo grau, então eu estou com essa preocupação de onde é que essa coisa está falhando, nós saímos de um ensino rígido de matemática e parece que estamos caindo no nada.

Mônada 97

Tensões, desafios e possibilidades

Não sei porque os colegas que estavam atuando na área de ensino não quiseram aparecer. Então a maioria foi de coordenadores, ainda que o coordenador tivesse que fazer a ponte com o NDE, e ali pudesse haver as discussões, o que chegou até lá foi a visão do coordenador. Os caras não tiveram nenhuma conversa com o NDE, nunca conversaram com o pessoal da educação, e colocaram aquela ideia de física um, física dois, três, vamos começar com cinemática, MRU, MRUV, vai sair o que daí? Tive um embate com metade dos colegas numa das reuniões, porque eu estava sugerindo um tópico justamente de pesquisa em ensino de física, metodologia, epistemologia, estava faltando colocar essas coisas aí no currículo, e lá no objetivo do curso, perfil do aluno de egresso eu pedi para colocar pesquisa em ensino de física. Acho que foi um momento perdido para poder transformar o curso de licenciatura numa outra pegada, talvez até trabalhando uma parte aí baseada em projetos, que abre um pouco o leque, inclusive para os caras já se espelharem e já fazerem no ensino médio.

Capítulo 06

Estabelecendo Interações fortes – a coesão do ‘nosso núcleo atômico’

Quando se estudava a matéria tentando resumi-la nos 4 elementos, em 4 “espécies de átomos”, a fenomenologia nos livrou das imagens sedutoras: o fogo em uma faísca, a água em uma gota, a terra em um grão, o ar no sensível movimento das partículas de poeira. Aqui, na física contemporânea, não há nada. Nenhuma analogia de imagem corpuscular possível. Nada, absolutamente nada, que o conhecimento comum possa relacionar com um átomo. (BACHELARD, 1965, p. 87, tradução nossa)

A escolha metodológica pelas narrativas, ao mesmo tempo que nos traz afago, traz apreensão. Enquanto ela nos acena para possibilidades de produção de conhecimento que permitam a emergência de nuances, minúcias que talvez permaneceriam sem o devido destaque, como as linhas espectrais⁶³ de átomos no espectro de uma estrela, não ficamos livres de inseguranças e incertezas. O “fim das certezas” é mais palatável quando pensamos no universo atômico. O terreno desconhecido das histórias que outrem pode nos dizer torna-se mais pantanoso se a narrativa se esvazia de experiência. A apreensão às vezes de minutos de uma entrevista transcorrendo se desfaz e um alento nos toma quando o narrador nos conta algo preñado de significados, como se fosse um conselho, da forma como Benjamin o compreende.

Benjamin nos traz a potência da memória, da resignificação da lembrança. Goodson argumenta do poder político de resistência das narrativas de vida profissional docente. O fio condutor entre elas é a ideia de experiência, que buscamos destacar com diferentes intensidades e tonalidades dentro de cada retrato narrativo. Em algumas mônadas a dimensão de uma experiência pontual, vivida, que realmente nos passa, nos toca, como diz Jorge Larrosa (BONDIA, 2002) é mais evidente. Em

⁶³ Consideremos a analogia de BODANIS (2004, p. 189) sobre a identificação de “assinaturas” de átomos em uma simplificação de um espectro. Suponhamos que o seguinte conjunto de letras seja um espectro: havidentroferrogenuino. A palavra ferro salta aos olhos: haviadentro**FERRO**genuino. Mas também pode-se destacar hidrogênio: **HavIaDentRO**ferro**GENuiNIO**.

outras, emerge uma ideia de experiência desfocalizada, de ressignificações mais ou menos operadas em um nível menos particular, que podem abranger uma dimensão coletiva que dialogue com nossa problemática.

O conjunto das 97 mônadas representam um caminho de (re)significação de quem adensou todas as narrativas ouvidas. A confecção das mônadas é contínuo encontro e desencontro entre o texto transcrito da entrevista e o problema de pesquisa. As metáforas de Goodson, sobre o mergulho, a imersão na entrevista transcrita, e de Benjamin, sobre a “mão do oleiro”, são extremamente representativas desse percurso de pinçar os fragmentos e atribuir um título a cada um deles, que é a marca do sentido produzido pelo ouvinte da narrativa. Muito provavelmente, outras pessoas confeccionariam outras mônadas a partir das mesmas entrevistas. E podem inclusive elaborar um outro título para cada uma das mônadas apresentadas. A sequência de apresentação das mônadas em cada retrato não é desproposital. Ela representa as minhas construções de sentido na condição de ouvinte-pesquisador.

Elas representam a conformação do “núcleo atômico”, que representa uma espécie de identidade desta pesquisa. Em uma transgressão da transgressão, os oito retratos narrativos apresentados são em si mesmo um processo analítico, uma vez que o valor da narrativa está nos sentidos que ela produz no encontro com o outro, de forma que não pretendemos explicá-las. O intento aqui não é escrutinar o que os professores nos dizem, nem fazer uma análise “*stricto sensu*”. Seria, em certo sentido, incongruente separar o que nós denominamos de “partes-todo”. Recorremos, assim, a uma acepção mais ampla do termo análise através da metáfora com as denominadas interações forte que ocorrem no interior de um núcleo atômico.

Os prótons e nêutrons que “habitam” o núcleo não são indivisíveis. Constituídos por dois tipos de combinação entre outras partículas – os quarks – eles se comportam de maneira relativamente estabilizada devido a interações entre si, mediadas por outro tipo de partículas chamadas glúons. Interessante que os prótons e nêutrons são formados por três quarks. E que os glúons são diferenciados também por três tipos. Essas curiosas interações conferem coesão ao núcleo atômico. Nesse sentido, propomos estabelecer nossas “interações fortes” em um processo analítico das narrativas apresentadas.

Inspirado nessas tríades, proponho a construção de diálogos com as mônadas considerando três grandes “densidades temáticas” presentes no conjunto dos retratos: I - As relações que envolvem o conhecimento científico, conhecimento escolar da Física e os meandros matemáticos; II - As possíveis influências das especificidades dos IFs e do IFSP nas dinâmicas da Física escolar; III - Bifurcações que essa composição da Física escolar e o contexto dos IFs nos levam. As considerações que seguem não pretendem exaurir de modo algum as possibilidades de construções de sentido e ressignificações que as mônadas podem representar.

Um triplete memorialístico

Ainda inspirado na ideia de ternário, recorrendo às nomenclaturas e organizações da física de partículas, destaco inicialmente um triplete de mônadas que nos permitem algumas ilações sobre a plenitude da potencialidade da memória em relação ao cenário de nossa pesquisa. Consideramos que elas (Mônada 15 – Tocar o sinal no ensino superior, Mônada 64 – Duplo sentido e a Mônada 92 – A Física vai virar um latim?) dialogam mais estritamente com terceira densidade temática que propomos.

A primeira delas carrega um dos símbolos da cultura escolar que é o sinal que marca o tempo de início e fim das aulas. Ele denota o estranhamento entre realidades de grupos com habitus, na acepção de Bourdieu, notadamente distintos, que passaram a partilhar o mesmo espaço institucional com o surgimento dos cursos superiores nos então CEFETs. A professora Goeppert-Mayer ingressou em 2003 e vivenciou as mudanças conformacionais para a coexistência dos cursos de ensino médio técnico e superiores. A cena de inspetores atrás de alunos de um curso de graduação é caricata e impensada no contexto das universidades. Pensar as licenciaturas como “estranhas no ninho” (PANSARDI, 2013) não parece tão alegórico.

A segunda mônada desta estrutura explode em sentidos. A despeito de diferentes discussões que ela pode suscitar, ela é talvez uma das mais icônicas de todo o conjunto que revela a potência da memória. Para além das questões de duplo sentido que são narradas e da imagem que um professor de Física precisa ser “bravo” para ser respeitado, a situação física ali presente, apesar de não ser irreal, figura no terreno da abstração per si e das construções teóricas da Física escolar.

Provavelmente a questão narrada pelo professor Píon deve ter sido de algum exame vestibular. Mesmo que ela evoque a experiência de se “ver” em uma bola de natal, parece que a única preocupação é verificar se um aluno sabe a diferença entre o que seria um espelho côncavo e convexo, baseado em um sistema de pensamento que apenas lida com duas categorias estabelecidas. Não há a dimensão do erro como algo necessário para a construção de um conhecimento. “Todo conhecimento começa por rejeitar um erro quando se estuda a ciência em seu desenvolvimento histórico ou sua transmissão pedagógica” (BONTEMPS, 2017)

A terceira mônada é um convite a mergulharmos na resignificação que o professor Múon engendra sobre a aula da lei de Planck que ele ministrava. Na tensão entre diferentes formas de se abordar um tema que foi fundante no pensamento da Física moderna – o estudo da emissão de radiação por um corpo negro⁶⁴ – o professor Múon aventa a possibilidade de alguns conhecimentos históricos da Física tornarem-se obsoletos, uma vez que o problema motivador da “lei de Planck” parece constituir-se como distante e abstrato em relação as dinâmicas sociais da contemporaneidade, em que muitos conhecimentos de física estão incorporados nos artefatos tecnológicos. O futuro da Física e, conseqüente o da Física escolar, estaria em xeque, considerando que a existência de uma carreira acadêmica é decisiva na estabilização de uma disciplina no currículo escolar (GOODSON, 2001).

Um triplete das negociações

Gostaria de destacar uma outra potencialidade das mônadas, reveladoras de tensões, conflitos, dissensos que se desenrolam um contexto local, social e/ou histórico, que se imiscuem nas memórias. As mônadas 32 – Grandes dificuldades, 97 – Tensões, desafios e possibilidades e 04 – Fico constrangida, são interessantes nesse sentido e possibilitam resignificações dentro da segunda densidade temática que propomos.

O professor Hádron nos conta sobre os embates com a pró-reitoria de ensino no processo de proposição da reformulação da licenciatura em Física do campus em que atua: “Com eles o embate foi violento, duro, pesado, várias idas e

⁶⁴ Um corpo negro é um corpo ideal capaz de absorver toda radiação eletromagnética que incide sobre ele.

vindas, várias versões de projetos negados e tendo que ser refeitos.” O emprego desses três adjetivos mostra pistas de nuances das negociações que devem ter sido necessárias para que o grupo da Física conseguisse expressar suas concepções no PPC. E segundo o professor, “as posturas [da pró-reitoria] eram arrogantes” e “tivemos muitas idas e vindas e foi difícil ter o nosso PPC” (Mônada 32).

Na mônada 97, o professor Bóson, que esteve como coordenador de uma das licenciaturas em Física durante o período em que se desenrolaram as discussões sobre o currículo de referência, narra as dificuldades nos diálogos e negociações para se compor tal ideia. Os conflitos do processo emergem quando ele diz “o que chegou até lá foi a visão do coordenador” e “Tive um embate com metade dos colegas numa das reuniões”, asseverando ainda que “nunca conversaram com o pessoal da educação”. As concepções do que é Física e conseqüentemente sobre o que é ensinar Física conflituam-se na arena institucional. O professor Bóson ainda expõe o provável motivo do conflito: “colocaram aquela ideia de física um, física dois, três, vamos começar com cinemática, MRU, MRUV, vai sair o quê daí? (Mônada 97).

Essa dimensão conflituosa da ideia do currículo de referência, restrita aparentemente no âmbito do IFSP, tem um pano de fundo que nos remete ao cenário nacional de novas políticas educacionais. Como a professora Goeppert-Mayer nos conta na mônada 04 ao se dizer “constrangida” diante do “impasse institucional” vivido no contexto da possibilidade de um “desfecho bastante temeroso”, considerando que no início do processo de discussão dos currículos de referência estávamos sob a égide das DCN de 2015 e aprovação do documento dar-se-á sob o contexto das DCN 2019, que segundo ela, “apresentam visões de educação diferentes”.

Um octeto das conversas entre Física e Matemática

Nessa busca da compreensão das interações fortes, podemos organizar um octeto⁶⁵ de mônadas que nos trazem histórias sobre as relações que se configuram entre os conhecimentos da Física e da Matemática, sinalizando caminhos de como elas compõem os meandros da Física escolar. São elas: Mônada 14 – *O zero da Física não é o da matemática*; Mônada 42 – *Ensino de Física não é Física*;

⁶⁵ Em 1961, o físico Gell-Mann propôs a organização da família de partículas denominada bárions em conjunto de oito delas formadas por quarks, incluindo os prótons e nêutrons.

Mônada 44 – *Entendia a Física como uma matemática aplicada*; Mônada 79 – *E a integral tripla?*, Mônada 82 - *Mostrei a ele que a Física e Matemática andam de mãos dadas*; Mônada 83 – *Tem que matematizar*; Mônada 87 – *Disputa de partidos*; Mônada 96 – *Não queremos um “vácuo” matemático*.

Cada qual com suas histórias e contribuições, essas mônadas compõem elementos que nos levam a (re)significações da ideia de Pietrocola (2002) sobre a Matemática como estruturante do conhecimento físico. O professor Múon (mônada 87) dá o tom comum a elas quando diz “eu sou um militante talvez do partido a favor da matemática numa aula de física com a proporção que ela dever ter”, o que se relaciona às narrativas do professor Neutrino (mônada 79) sobre as interpelações que recebe dos licenciandos em Física sobre usar integral tripla em discussões de conhecimentos de Física. O exemplo da integral tripla é um extremo, pois a presença dela no bojo da Física escolar é impensável. Mas é ilustrativo das relações entre a Matemática e a Física. O professor Hádron, na mônada 42, acena com uma síntese da conciliação entre elas no contexto do ensino médio:

a matemática é o dedo da física apontando para a natureza, é só pela matemática que a física interage com a natureza, a matemática faz parte, é essencial para a física. Mas tudo bem, estamos falando do ensino de física, e não da física necessariamente, então acho que é uma diferença grande. A matemática tem que entrar, mas não é do jeito que o cientista usa.

Nesse sentido, o professor Neutrino também nos conta sobre o encantamento de seu aluno das interseções físicas e matemáticas (mônada 82): “Disse que o raciocínio matemático ele já tinha, mas tem que juntar com o raciocínio físico”

Quando o professor Lépton (mônada 44) resgata suas memórias de estudante do ensino médio, ele acena para o que a falta do equilíbrio entre a Física e a Matemática pode levar na compreensão da primeira como uma simples aplicação da segunda. A professora Goepfert-Mayer rememora episódios de sua docência que sinalizam à importância das discussões epistemológicas sobre os conhecimentos físicos e matemáticos. A ideia de que “o zero graus celsius me dá uma medida” é exemplar de como um significante se desdobra em diferentes significados. Como argumentamos no capítulo 02, o apagamento do significado físico de um número contribui para a construção da perspectiva teórico-idealiza-abstrata dos

conhecimentos escolares da Física. Resgatando as palavras de Bachelard, “dá-se ao signo mais importância que a coisa significada; a física, em particular, encontrou na matemática uma linguagem que se desliga com facilidade de sua base experimental e, por assim, dizer, pensa sozinha” (BACHELARD, 2004, p. 14).

Ainda dentro da nossa primeira “grande” densidade temática proposta, há um conjunto de mônadas sobre o papel da Física moderna e contemporânea na composição dos conhecimentos escolares da Física, que tratamos a seguir.

Um decupleto da Física moderna no ensino médio

Agrupamos dez mônadas que são, em certo sentido, uma defesa do “partido da física moderna”, parafraseando o professor Múon. Nove delas são dos professores Hádron e Lépton, que não coincidentemente, defenderam teses sobre esta ideia. Apenas a título de curiosidade, eles trabalham em campus distintos e não se conhecem. O único questionamento sobre trazê-la de fato para o contexto da disciplina escolar Física vem do professor Neutrino (mônada 81): “A física moderna não é cobrada no vestibular, então esquece. Se for cobrado, será matematicamente. Então não vale a pena.”

O professor Hádron constrói através de suas narrativas argumentos um tanto quanto sedutores para abraçarmos a ideia. As mônadas 35, 37 a 40 mostram o manifesto dele. Na mônada 39, ele conta a provocação que faz aos estudantes da licenciatura nas aulas dele nas disciplinas sobre ensino de Física: “a primeira aula do primeiro ano do ensino médio poderia ser sobre física quântica?”. Nas mônadas 38 e 40 ele mesmo nos traz entusiasmadas respostas: “alunos têm mais facilidade de aprender ‘isto’ do que aprender quanto tempo demora para um móvel saindo do quilômetro 30 da rodovia “X” com velocidade tal se encontrar com outro móvel que sai do outro ponto” (mônada 38 – elétron x velocidade média); “Qual pergunta é melhor: o que é ponto material versus corpo extenso ou a pergunta sobre como funciona o celular” (mônada 40). E deixa evidente na mônada 37 – Física moderna com moderação: “Você vai trabalhar o formalismo matemático da física quântica? Óbvio que não. Óbvio que não dá para você pensar em ensinar a equação de Schrödinger para o aluno do primeiro ano do ensino médio”.

O professor Lépton faz sua defesa, muito inspirado pelas memórias de sua tese de doutorado, nas mônadas 51, 52, 54 e 55. Nas de número par, O que fazer com física moderna (mônada 52) e Buscando um consenso (mônada 54), ele traz narrativas de suas experiências no contexto das disciplinas de “Oficinas de projetos de Ensino de Física” sobre como inserir a Física moderna nas práticas do ensino médio. Na mônada 54 ele se refere as diferentes abordagens deste tópico nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. Na mônada 55 (A física atual) ele se coaduna com a defesa mais enfática do professor Hádron:

o aluno então tem contato com física moderna por meio de um jornal nacional e não tem contato com a física moderna na escola? Será que não há alguma coisa incoerente nesse sentido? Um aluno estuda uma física do século 17, do século 18 e não tem contato na escola com uma física atual. (Mônada 55, prof Lépton.)

Completando este decupeto, a mônada 51 – bloquinhos ou radiografias – encaminha uma proposta de discussão sobre essas questões tocando em um dos pilares da Física escolar, e da Física clássica, que são as leis de Newton. “Até que ponto no ensino médio vale a pena você insistir, investir tempo, investir didática, investir recursos resolvendo exercícios, exercícios de bloquinhos das leis de Newton...” (prof Lépton).

Os bloquinhos com as aplicações apenas teóricas das leis de Newton compõe o corpus de conhecimentos estabilizados, com características acadêmicas, que se estabilizam com a disciplina escolar à medida que eles fazem parte de exames de seleção e da lógica acadêmica universitária, como nos aponta Goodson. As radiografias, com suas possibilidades de encantamento, revelam uma tradição mais utilitária de se pensar o conhecimento físico, relacionada aos primeiros estágios do modelo de Layton, também estudado por Buss (2017), que pondera: “após a estabilização da disciplina e sua proximidade com a lógica universitária, pode ocorrer o desencantamento dos alunos com relação a uma determinada matéria escolar” (p. 242).

Se os estudos de Goodson e David Layton ainda se mostram potentes na compreensão das dinâmicas das disciplinas escolares, a Física moderna se encontra diante de um impasse para seu efetivo ingresso no corpus da Física escolar: superar o utilitarismo e reduzir-se ao formalismo matemático compatível com o ensino médio

ou ressignificar a dimensão utilitária inaugurando efetivamente uma nova física escolar. Seria possível em um cenário de BNCC? A ver...

Tripleto da cinemática

A mônada 40 do professor Hádron se constrói na angústia de se ter que apresentar a estudantes de 15 anos as ideias de ponto material e corpo extenso, basilares do pensamento da cinemática, que contribuem para uma Física escolar teórica, idealizada e isenta de erros. Assim, ela nos direciona para um outro conjunto de mônadas que revelam através das memórias dos professores a necessidade de superar a cinemática. A professor Goeppert-Mayer na mônada 12 – Nosso jeito de pensar a Física – conta o aparentemente desejo uníssono da equipe de professores em romper com esse paradigma do ensino de Física: “Então a ‘nossa física’, ela ousava propor uma organização desse conteúdo que não fosse aqueles bloquinhos de cinemática, mecânica, conservação...”

O professor Bóson, na mônada 95 (Por quê?) narra os primeiros estranhamentos e questionamentos nas disciplinas pedagógicas da licenciatura que ele cursou. Referindo-se a professora da disciplina, ele nos conta que problematizações do tipo se faziam presentes nas aulas: “Por que eu tenho que começar a ensinar Física pela cinemática? Ou começar a falar de energia falando de trabalho? Ela sempre questionava isso”. E ainda o professor Hádron, na mônada 34 (Ser ou não ser cinemática) acena através da memória de uma situação presente em um material didático em que se propunha outro caminho para as discussões de cinemática, através da medição de velocidade de um carro por um aparelho de radar: “Discutir cinemática desse jeito, ok, porque você não está discutindo cinemática na verdade, você está discutindo os conceitos de velocidade, aceleração que o cara usa no dia a dia.”

Ainda no esteio dessas mônadas, nos chama atenção os fragmentos narrativos que revelam os incômodos com as divisões das subáreas da Física em que os professores Hádron e Lépton se referem como ‘gavetas’, que é justamente uma das preocupações do primeiro na mônada 35, de que a física moderna “não seja uma caixinha a mais, uma gaveta a mais lá no armário da física”. Formemos, assim, um quintupletto de mônadas sobre este tema.

O quintupletto da organização não tão quista

Junto com a mônada 35, o professor Hádron na mônada 36 conta que na produção de um material didático, que chegou a participar em um edital do PNLD, ele e os demais autores se preocuparam em “destituir as gavetas”, evitando o enquadramento dos conhecimentos de física moderna em uma subárea. Na mônada 41, ele acentua a contrariedade com as sequências tradicionais: “esses livros que são a grande maioria que segue o script da cinemática, dinâmica, mecânica, Ótica, a terminologia e física moderna lá no fim, eu diria que não contribui em nada, pelo contrário, mais estorvam do que contribuem”.

Essa sequência tão estabilizada na comunidade da Física, seja no âmbito acadêmico, seja no escolar, influenciou o início das discussões do currículo de referência do IFSP como conta a professora Meitner: “aí tinha os conteúdos em mecânica, alguns falavam que parecia sumário de livro didático; termodinâmica, aí tinha seus conteúdos; ótica, e os conhecimentos da ótica” (mônada 25 – parecia um sumário de livro didático). Completando nosso quinto elemento, o professor Lépton compartilha da inquietude na mônada 53 quando ele fala das caixinhas da Física, que não existem na natureza em si: “você não tem como separar na realidade o que é mecânica, o que é termodinâmica, eletromagnetismo”.

Essas contradições, que poderiam se traduzir em uma quebra de coesão do grupo de pessoas envolvidas com a Física em diferentes perspectivas, são constitutivas do coletivo da comunidade disciplinar de profissionais ligados a Física. As disputas internas são inerentes na “coalização que reveste um subconjunto de facções beligerantes” (GOODSON, 2013, p. 37) que compõe uma matéria escolar à medida que ela se torna estável no currículo, como nos diz Goodson. Imbuídos desta ideia, compusemos um outro “multipleto” possível.

O quadripleto da comunidade disciplinar

Esses movimentos para garantir o status de cada grupo se fazem presentes nas contínuas negociações entre os diferentes interesses para manter a coesão da comunidade disciplinar. No processo de construção dos currículos de referência, as defesas dentro das especificidades acadêmicas de cada contexto, de cada grupo, de

cada professor são escancaradas. A professora Meitner nos conta dois episódios nas mônadas 20 e 26. Alguns colegas advogavam pela inclusão de conteúdos muito específicos que fugiriam da ideia do que seria *essencial* para um licenciado em Física.

Na mônada 20 (Não sou da área), a professora Meitner narra que “em alguns momentos eu percebi que eles queriam garantir um determinado conhecimento, mas quando eu questionava, eles percebiam que realmente aquilo não era essencial para o professor de física” e que ainda “A parte dos conhecimentos específicos da física a gente ficou meses discutindo. E a parte do ensino de física, não teve tanta discussão”, o que ela inferiu como consequência de alguns colegas não serem da área de pesquisa em ensino de Física.

Na mônada 26 (Ode à astronomia) surge a defesa aberta e declarada pela inclusão da Astronomia, que guarda todo um corpus de conhecimentos que não cabe nas muitas iniciativas de divulgação científica sobre ela. A ausência de um especialista poderia gerar mais problemas do que vantagens em torná-la *essencial*. “Não tinham professores com esse conhecimento em alguns campus, então quem ia dar aula de astronomia?”. Na minuta do currículo de referência ela aparece com o título “A astronomia como conhecimento articulador”, mas com um contorno de não obrigatoriedade e com conteúdos mais gerais associados a ela.

Leis de Kepler; Lei da Gravitação Universal; Conceitos básicos de Astronomia; Noções de Astrofísica e Cosmologia; Questões étnico-raciais no ensino de ciências da natureza; Abordagens e estratégias para o ensino de Gravitação e Astronomia; Histórias e epistemologias da ciência eurocentradas e não-eurocentradas; Ensino da Física e cotidiano (...) (IFSP, 2020b, p. 25)

Outro aspecto relacionado a comunidade disciplinar é a reivindicação do seu território na organização curricular (PETRUCCI-ROSA, 2007). O professor Múon, na mônada 89 (Dai a Física o que é da Física) critica a apropriação da Astronomia pela Geografia nas dinâmicas da escola básica e endossa a defesa pela presença dela nas licenciaturas: “deveria estar com a física, deveria ter uma disciplina de astronomia, todo curso deveria ter pelo menos uma”. Ainda, a professor Goepfert-Mayer, diante das incertezas curriculares e de suas experiências in loco na emergência das licenciaturas no CEFET-SP, nos diz “não é apenas a manutenção da

física que está em jogo, mas a manutenção da física articulada com o ensino médio” (mônada 09).

Dentro desta “heterogeneidade homogênea”, com interesses ora convergentes, ora difusos, as narrativas que nos trouxessem experiências e memórias notáveis sobre as relações que permeiam o conhecimento escolar da Física foram tímidas. Nesse sentido, proponho um triplete com uma espécie de “quebra de simetria”.

Triplete da emergência do erro

Na mônada 28 (Adoraria se tivesse), a professora Meitner nos conta: “a recontextualização desse conhecimento científico para pedagógico, não tinha essa preocupação, essa discussão, eu ia adorar se tivesse, mas não tinha.” As tensões no processo de confecção do currículo de referência narrada principalmente pelas professoras Goepfert-Mayer e Meitner, e pelo professor Bóson, nos indicam pistas do apagamento das diferenças entre as instâncias de constituição dos conhecimentos escolar e científico, o que denota a naturalização da Física escolar como uma sombra da Física acadêmica.

A professora Goepfert-Mayer, na mônada 06, nos diz que “os conhecimentos têm dimensões diferentes, porque um é da ciência e o outro é escolar” e, ao nos contar suas angústias sobre o panorama da física no ensino médio, faz uma espécie de retrato do estado de coisas da Física escolar: “Ele vê lá escrito no livro que física é uma ciência experimental. Tudo bem, mas num universo de três anos ele não foi lá no laboratório fazer um experimento ou também não fez algum exercício de pensamento, não fez uma simulação”.

A Física não pode se perder em si mesma. A prevalência da apresentação dos fenômenos naturais única e exclusivamente por uma lente teórico-matemática reforçaria o seu forte caráter acadêmico, que lhe é muito caro na sua estabilização disciplinar. Entretanto, não é absurdo especular que ele pode levá-la a se tornar uma espécie de latim, como nos disse o professor Múon (mônada 92). “Nesse sentido, a Física escolar, ou seja, a Física como componente curricular na educação básica,

deve guardar uma forte relação com a Física acadêmico-científica, porém não pode ser subserviente a ela” (BRASIL, 2015a, p. 55). Mas as narrativas das práticas docentes nos fornecem brechas para o tensionamento da Física escolar. Completando nosso triplete, temos a mônada 63 do professor Píon: “o erro realmente existe”.

O triplete laboratorial

Sobre os retratos narrativos do professor Píon, proponho este triplete “uni-autoral” com memórias sobre as dinâmicas das disciplinas experimentais no percurso de um físico/licenciado em Física. Na mônada 66 ele exprime uma angústia com a tradicional padronização dessas disciplinas.

Na primeira semana vai ter um roteiro. Na semana dois entrega do relatório referente ao roteiro 1 e roteiro 2. Na semana 3, entrega do relatório referente ao roteiro 2 e roteiro 3, e assim sucessivamente. É só isso. Uma matéria de laboratório é isso, é uma roteirização irrefletida e “irraciocinada”, mas quase ninguém questiona isso. (Mônada 66, professor Píon)

Nas mônadas 68 e 69 ele nos narra os dissabores de um estudante de graduação em Física na lida com a dimensão experimental. No movimento da Física escolar de aproximação de um caráter acadêmico, ela herda a recontextualização da impossibilidade de se errar, de não se chegar a um resultado previamente estabelecido em um roteiro. Na mônada 69, ele narra o trauma do circuito RLC, que ele considerava “um dos experimentos mais difíceis” e conta que “até hoje não entendi o porquê dos fios entrecruzados de uma maneira diferente do que eu esperava”. Nos laboratórios de Física durante os cursos de graduação, as coisas parecem que simplesmente tem que acontecer. Parece que existe uma aversão ao erro. O único erro possível é aquele relacionado a inerente imprecisão dos instrumentos de medida, desde que ele não macule o resultado esperado. Nesse sentido, destaquemos o seguinte excerto da mônada 68 (pode o professor mandar na natureza?):

Mas professor, era um exercício de dilatação, e medimos e deu zero. Quando o professor disse: “não podia ser zero, a dilatação”. E dilatação é um troço muito pequeno. E a galera lá brigando, e tal - “perai, professor, deu zero.” E ele diz “Mas não pode dar zero”? Agora o professor manda na natureza? (Mônada 68, professor Píon)

Do ponto de vista eminentemente teórico, a afirmação do professor se sustenta, pois uma dilatação efetivamente igual a zero significaria nenhuma variação de temperatura em absoluto em um sistema estudado. Para se garantir que uma dilatação medida tenha valor exatamente nulo, seria necessário provar que não houve nenhuma alteração no grau de agitação das partículas do sistema. Condição impossível de ser verificada sem aparatos experimentais sofisticados, mesmo se tratando de um fenômeno natural passível de descrição científica, tão notável quando estamos passando em um viaduto e pontes, e sentimos as vibrações oriundas dos pneus transpondo as juntas de dilatação.

Essa descrição, no entanto, depende de meios técnicos específicos para poder eventualmente ser possível. Seria necessário, portanto, criar condições para se estudar um fenômeno do mundo natural. Em suas considerações sobre o materialismo aplicado, Bachelard denomina essa situação de *fenomenotécnica*, crucial para o desenvolvimento da ciência moderna (BACHELARD, 1966). Quando se nega a possibilidade do erro e de se proceder com sua retificação na constituição do espírito científico, o que poderia ser um exercício de ressignificação de saberes e aprendizados, a aproximação com a Física se transforma em frustração. Eis o efeito colateral da forte tradição acadêmica da Física. Não esqueçamos que a Física em si não negaria o erro, não negaria a imprecisão no procedimento experimental que levou a dilatação zero.

Quando medíamos, podíamos desprezar termos de pequena ordem de grandeza porque a medição é uma descrição quantitativa e um termo pequeno não pode interferir matematicamente em um termo de ordem de grandeza maior. Mas a lei física aproximada, antes de fixar as relações quantitativas das variáveis; bem como assegurar-se de que o elemento quantitativo desprezado não é indício de uma qualidade importante que, por conseguinte, deveria constar em nosso resumo. Em química, por exemplo, um insignificante resíduo de impureza pode alterar a experiência. Em eletricidade estática, um suporte sujo pode ocultar um fenômeno. A experiência elétrica nesse ponto ainda não conseguiu totalmente uma análise correta das qualidades abrangidas. Não conhecemos com clareza e discernimento as condições práticas de isolamento elétrico porque, nesse fenômeno, pequenas variáveis tem grandes efeitos. (BACHELARD, 2004, p. 97)

É ilusório quando se pensa que pode haver uma aparente contradição entre o domínio de conhecimentos da Física escolar e da Física acadêmica, pelo argumento de que esta última estrutura-se em práticas laboratoriais. A concepção

epistemológica do *erro* é a mesma. Que diferenças haveria entre exercícios de cinemática teóricos e a condução de atividades de laboratório “irraciocinadas”, como disse o professor Píon, que se assentam em uma ideia de um conhecimento formatado e procedimentos infalíveis, o que se coaduna com as descrições essencialmente teóricas e matemáticas da Física escolar, que não possibilitam espaços para a emergência do erro. Se a disciplina escolar depende da manutenção do seu caráter acadêmico, ela se aproxima o tanto quanto possível da sua correspondente disciplina universitária. Essa perspectiva de uma ciência sem erros, também presentes nessas práticas dos cursos superiores de Física, é recontextualizada na dimensão da Física escolar.

Recuperemos nossa assunção sobre a organização da Física em três eixos – Física escolar, Física acadêmica e Física científica. A mesma perspectiva diante de uma contrariedade experimental seria adotada na condução de um procedimento laboratorial sobre uma pesquisa em andamento? Quando o edital de convocação do PNLD 2018 utiliza “Física acadêmico-científica” (BRASIL, 2015a, p. 54), considero oportuna e pertinente a grafia dos dois termos, que podem ser problematizados como únicos ou diferentes, como é o nosso caso. Decorre assim o questionamento: o professor que supostamente “manda na natureza” ao dizer que a dilatação não pode dar zero, está fazendo Física? Quem são os físicos que fazem Física? São os mesmos que conduzem um experimento altamente sofisticado, dentro de técnicas e paradigmas próprios, e que também dizem quais resultados os estudantes de graduação em Física devem obter? Nesse sentido, a diferença entre uma ideia de “Física científica” e de “Física acadêmica” possíveis dentro da “lógica universitária” me parece plausível.

Mas, mesmo diante dessas considerações, o erro parece absurdo para o professor na mônada 68, dadas as premissas de que o conhecimento acadêmico da Física é bem estabilizado e pode prescindir de incertezas na sua configuração. Assim, o *modus operandi* da “Física de fronteira” é recontextualizado no âmbito da Física acadêmica, que se recontextualiza nos contornos da Física escolar, conferindo o forte caráter acadêmico a ela.

Nesta interface entre as duas primeiras densidades temáticas que propusemos, nos imbricamentos entre a Física escolar e o contexto do IFSP, vamos a mais um triplete que se delinea nesse encontro de mundos correlacionais.

Triplete das práticas docentes em disciplinas da licenciatura

Dentro das questões que se relacionam às dinâmicas da licenciatura, desejamos salientar o seguinte conjunto de mônadas: 49, 50 e 80. O professor Neutrino, na mônada 80 (ele não sabe) explicitamente mostra o domínio de um professor de Física sobre as disciplinas de oficinas de projetos de ensino, em que são espaços para este discutir como se *ensina* Física. Ele é enfático ao dizer “o objetivo da disciplina é ensinar aos alunos como se ensina ondulatória no ensino médio. Quando você tiver a disciplina de didática, é o professor de didática que vai dar, pois o pedagogo não sabe ondulatória” (mônada 80), o que também representa um movimento de defesa pela comunidade disciplinar.

Na mônada 50, do professor Lépton, esta tensão é posta em questões endógenas da constituição das licenciaturas nos IFs. Ele conta que seria tomado por uma considerável preocupação se falassem para ele: “você vai dar a disciplina de relatividade” e afirma “teria que estudar para caramba para conseguir dar uma atividade”. Ele ainda questiona como seriam pautadas as questões do ensino da relatividade, mesmo que um professor com pleno domínio desse tema fosse lecioná-lo na licenciatura. Assim, parece que cada disciplina é ‘mundo próprio’, como o professor Lépton, na mônada 49, nos conta sobre uma aula de mecânica clássica: “aqui na disciplina a gente não vai usar a resistência do ar, mas é impossível no mundo real você desprezá-la, por exemplo, um avião pode desprezar a resistência do ar?”

Conforme discutimos no capítulo 02, a abstração matemática é indissociável da Física, o que implica nas construções teóricas das condições de ocorrências dos fenômenos físicos. Essas situações são emblemáticas do modo que podemos estabelecer fronteiras entre o mundo físico “real” e um mundo físico idealizado, que cumpre o papel de manter coesão e coerência ao paradigma acadêmico que vem conferindo o status que a Física goza nas instituições de ensino

e pesquisa. A natureza do conhecimento da Física escolar é devedora desta forma de pensar, que é mobilizadora de tensões entre os contextos do bacharelado e da licenciatura. Nesse sentido, sigamos ao próximo triplete.

Triplete Licenciatura não é bacharelado

A professora Meitner nos traz narrativas de uma “observadora externa ao sistema”. Ela nos conta através da mônada 18 (não formamos bacharéis) que em princípio, há um consenso entre os professores do IFSP de que uma licenciatura em Física não forma um bacharel nesta disciplina. Em tese, esta afirmação beira a obviedade, mas como ela também nos conta na mônada 19 (Eu tive que lembrá-los), as discussões sobre os conhecimentos essenciais na formação de professores se perdiam dos domínios pedagógicos, pois “Eles estavam pensando no curso de bacharelado, queriam que o licenciado tivesse um domínio muito grande do conhecimento científico da física.”

Saliento, concordando em certa medida com Young (2007), que os conhecimentos científicos se constituem “poderosos” e defendo que uma licenciatura em Física não pode ser pensada como uma simplificação das disciplinas de um curso de bacharelado. O professor de Física precisa ter pleno domínio sobre o que ele vai ensinar. O ponto central é que os cursos, e conseqüentemente os conhecimentos, precisam ser compreendidos em âncoras ontológicas distintas, sem hierarquização entre elas. Eles têm misteres diferentes.

A desvalorização e subserviência do conhecimento escolar se configura na medida que as licenciaturas não são compreendidas com o mesmo status que os bacharelados. A resposta à pergunta que a professora Meitner faz aos colegas físicos – “por que os licenciandos em Física devem saber tal conhecimento?” – é fundamental nas discussões curriculares e sobre formação em Física. Nesse sentido, a professora Geppert-Mayer na mônada 10 (A licenciatura se forjou) constrói o cerne desta questão:

Uma coisa a gente precisa ter muito claro, parece retórica, mas eu não posso achar que uma formação pedagógica é um resumo de uma formação em pedagogia e também não posso achar que uma formação em física é um resumo da formação de um bacharel. (Mônada 10, profa Goeppert-Mayer)

Tripleto a origem

Se em muitas universidades os cursos de licenciatura estiveram historicamente vinculados ao bacharelado, a possibilidade de os IFs (então CEFETs) ofertarem licenciaturas poderia representar, em tese, a emergência de um curso ontologicamente distinto. E parece que o campus São Paulo e os professores que encamparam a ideia estavam imbuídos da perspectiva de construir algo sem nenhuma experiência anterior na área. O professor Múon, que participou do processo de criação da primeira licenciatura em Física, nos narra na mônada 85 que “achava correto”, a despeito da condição de intruso desse novo curso a que se refere a professora Goepfert-mayer na mônada 03, e das críticas ao contexto em que se institui legalmente essa possibilidade e da histórica vocação técnica da instituição. E o professor Múon na mônada 90 (agora temos com quem conversar), como um sujeito benjaminiano da experiência, nos lega o peso de uma história de 20 anos, permeada por contextos políticos diversos:

Na época do CEFET era diferente. Colocaram a gente para montar esse curso que começou em agosto de 2001. Não era muito a nossa função, mas nos apoderamos politicamente. Tivemos que fazer a ferro e fogo, agora claro, é uma conquista: 36 campi... só de física agora tem 7 campus, aí você tem com quem dialogar. (mônada 90, prof Múon)

Tripleto In loco et in se

A professora Goepfert-Mayer ingressou em 2003 no então CEFET-SP. Os conjuntos das mônadas 01, 02 e 07 nos permite reconstruir aquele cenário em que havia apenas os atores e um incipiente palco. Como as pesquisas de Barcellos (2013) e Lima (2015) nos indicaram, a configuração do IFSP/CEFET distinta dos institutos, faculdades e departamentos das universidades foi o primeiro fator de conformação de certezas e incertezas sobre a emergente licenciatura. A professora Goepfert-Mayer nos narra na mônada 01 (nem em um, nem em outro): “foi muito bom a gente não estar nem num instituto de física, nem numa faculdade de educação, porque de certa forma foi o que viabilizou o curso trilhar um caminho que penso que foi bastante ímpar”.

O espírito de estar um curso que não nasceu a imagem e semelhança de um outrem parecia constituir uma satisfação. Na mônada 07 (já fomos vanguarda), ela nos diz: “a gente lá atrás esteve na vanguarda de propor cursos que rompiam totalmente com o três mais um”, o que os colocava também em uma posição de desenvolverem práticas curriculares diferentes. Como ela diz na mônada 02, “a gente tinha que ousar”, no sentido de pensar uma “física experimental para alunos que chegavam no curso”, com possibilidades de considerar quando “ia ter um foco maior na investigação; outra vai ter um foco maior na tomada sistemática de dados e tratamento estatístico”. (Mônada 02).

Tripleto da identidade

As mudanças nas configurações institucionais provavelmente trariam implicações para o modo como a comunidade do IFSP se relacionaria com o compartilhamento de uma mesma espacialidade entre a cultura da escola básica/ensino técnico e do ensino superior. Com a transformação do CEFET em IFSP e a expansão dos campi pelo interior, as idiosincrasias docentes estariam em permanente tensão com as idiosincrasias institucionais. O professor Múon coloca que “Eu não professor do ITA, sou professor do IF e leciono para a Licenciatura” (Mônada 93)

A professora Goeppert-Mayer, na mônada 16, nos conta que “Muitas vezes eu me deparo com colegas que acham que aqui é a universidade” e compartilha a angústia: “a maior dificuldade é como a gente sai da situação de um professor da escola básica para posição de um professor de um instituto, que tem na sua atribuição mais do que apenas a carga horária de aulas.” Esse parece ser um dos elementos que mobilizaram a pesquisa de Moraes (2016) ao estudar as tensões entre o que ele chamou de “identidade técnica e vontade de universidade”. Na mônada 05, ela ainda aborda este assunto ao contar os incômodos com os desdobramentos da BNCC que teriam implicações “ímpares” no âmbito do IFSP, referindo-se a que movimentos ocorrerão às disciplinas escolares: “Estamos tentando juntar as peças de um quebra-cabeça que não sabemos qual imagem tem que ser” (mônada 05).

Tripleto da identidade II

As consequências da expansão e descentralização de certos procedimentos institucionais compõem outros problemas de natureza “idiossincrática”. Recorremos aqui a sequência das mônadas 21 a 23 da professora Meitner que contam pormenores de situações relacionadas a elaboração dos currículos de referência. Especificamente em relação ao grupo da Física, a professora sentiu uma certa animosidade entre o campus São Paulo e os do interior: “O pessoal não gosta muito do campus São Paulo, não sei por que, não entendi esses meandros” (mônada 21 – a capital e o interior). Esta parece ser uma tensão não tão declarada que pode ter raízes diversas, como os embates com a reitoria narrados pelo professor Hádron na mônada 32.

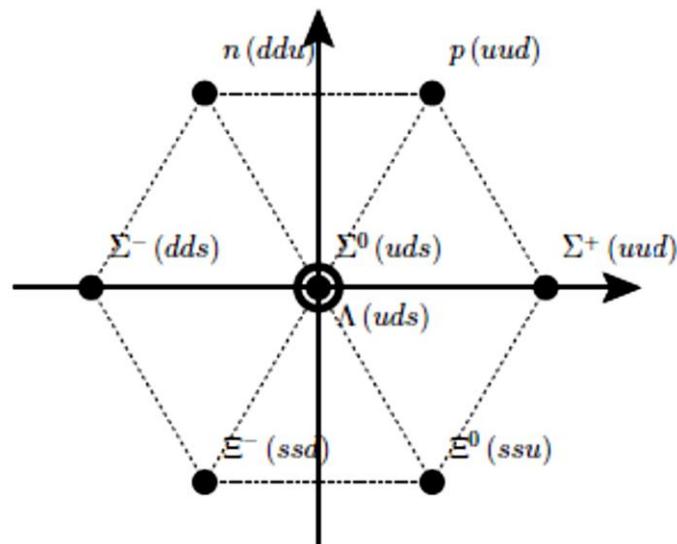
A mônada 22 (podem vir de qualquer lugar) ilustra a característica principal dos IFs que impedem organizações departamentais análogas as das universidades: os “concursos não podem exigir áreas para o ensino superior”, o que garante apenas que os professores sejam licenciados no caso da Física, o que tem implicações várias ao se pensar quaisquer propostas curriculares. O problema que a mônada 23 (a cara do professor) retrata é consequência direta dessa situação, que possibilita marcas bem específicas de um docente na estrutura dos cursos. “Tem muito PPC que tem a cara do professor que está no campus, aí pronto, o professor é removido e ninguém consegue dar aquela disciplina”. A licenciatura em Física de Registro, p. ex., foi proposta inicialmente com duas disciplinas bem especializadas como “Física computacional” e “Introdução às ciências da terra”.

Octeto dos PPCs e do currículo de referência

Esta pletora institucional permite ampliarmos nossas interações fortes e recorrer a um maior número de glúons, que permitam um agrupamento das narrativas sistêmicas com algumas narrativas de vida. Sem a intenção de repetirmos as considerações da primeira seção do capítulo 05, propomos um octeto, inspirado no octeto de bárions de spin 1/2, cuja ilustração segue abaixo na figura 06. O conjunto dos PPCs e a minuta do currículo de referência ocupam as duas posições ao centro. Um

conjunto de seis mônadas – 27 (vencendo a resistência, professora Meitner); 30 (fugindo do padrão), 31 (a física como um todo), 33 (se não negociar...) do professor Hádron; e 73 (à imagem e semelhança) e 74 (sem donos) do professor Neutrino, ocupam as posições ao redor, constituindo relações de simetria entre todas, sem a ideia de que uma é hierarquicamente superior a outra.

Figura 01: Octeto dos bárions de spin semi-inteiro



Fonte: (Gonçalves, 2017, p. 6)

O professor neutrino na mônada 73 corrobora a breve comparação que engendramos no capítulo anterior sobre as similaridades entre os PPCs, quando ele nos diz “a grande questão é que os IF’s tem o PPC um parecido com outro”. Quando a professora Meitner diz que “todo mundo tem um apreço pelo seu PPC” (mônada 27), as mônadas 30 e 31 do professor Hádron estão de acordo com ela, ainda mais que ele trata da nova proposta da licenciatura do campus São Paulo. O professor Neutrino em seu campus indica um desapego das disciplinas no início do curso: “A facilidade do nosso PPC é o seguinte, nós damos todas as disciplinas. Então eu ia revezando, não era dono da disciplina”. De todo modo, esperamos que haja relações entre os campi e que a ideia seja mesmo “não engessar” como narrou a professora Meitner na mônada 17. Essas relações e características comuns aos PPCs dos diferentes campi foram a inspiração para o ensejo da analogia com as relações simétricas, com a devida vênua, da família de partículas bariônicas.

Após estas ilações sobre a segunda “grande” densidade temática que propomos, para caminharmos ao encerramento, e não ao fim, gostaríamos de apresentar os “multipletos” finais que dialogam diretamente com a nossa proposta da terceira “grande” densidade temática, com bifurcações possíveis.

Tripleto humanas nas exatas

A ideia “Física também é cultura”, proposta pelo professor João Zanetic em seu doutoramento é mais do que uma tese acadêmica para boa parte daqueles envolvidos com a docência em Física e a pesquisa no ensino. O professor Múon, decano dos nossos entrevistados, nos possibilita uma compreensão sobre as relações que a Ciência e a Física podem nos proporcionar, que permeiam as licenciaturas e Física escolar. Na mônada 86 (não é perfumaria) ele nos convida a não incorreremos na ideia de subjugar os conhecimentos não circunscritos diretamente na seara da Física. Ele diz que as humanidades não são “perfumaria” e são fundamentais para a construção dos conceitos físicos. No mesmo sentido, na mônada 84 (não precisa de Fla-Flu), ele lembra da necessidade de continuamente construirmos pontes para a superação dos conflitos e oposições que alguns criam entre ciências naturais e humanidades.

Na mônada 88 (gostar do conhecimento pelo simples prazer de gostar) ele lembra do “lema” “física também é cultura” e nos leva a pensar sobre como as coisas que “não servem para nada” são importantes. Talvez a estrutura acadêmica da Física nos impeça de termos momentos de fruição com a própria natureza e com a própria abstração matemática.

Tripleto a incompletude da Física

Todos os nossos entrevistados nos trouxeram memória e narrativas. Mas o professor Píon o fez de uma maneira, digamos, mais benjaminiana, mais permeada pelas sensibilidades e afetos que muitas vezes a objetividade científica nos toma. Na mônada 56 (o que a Física não me deu), ele rememora os imbricamentos de suas duas graduações. “Antes de me sentir capacitado para ser professor, lá no curso de

artes plásticas eu estava coletando capital para eu me tornar um ser humano, algo que não sei se seria capaz de me sentir se eu tivesse graduação só em física”.

Nesse sentido, na mônada 62 ele narra que o conhecimento da Física não lhe basta. A complexidade do organismo “sala de aula” parece ser muito mais instigante a ele do que as curiosas dinâmicas da mecânica quântica. Ainda na mônada 61 (inveja da literatura), ele diz que nós professores de Física ‘antecipamos o dia do desespero’:

Eu não posso ser o professor que antecipa o ENEM na hora que estou fazendo uma aula de física, enquanto o professor de Literatura está declamando um poema e os convidando a compor uma letra de música. E eles estão se sentindo encantados. O professor de física pode fazer isso, mas não faz. (mônada 61, prof Píon)

Quadripleto do encantamento dos alunos

O professor Píon, na sequência de mônadas 58, 59 e 60 continua a falar sobre encantarmos os alunos narrando uma forma diferente de conduzir uma experiência científica, através da imantação de moedas, sem o imediatismo dos 45-50 minutos de uma aula que precisaria se encerrar em si mesma, de maneira que os termos ferro, para e diamagnético adquiram contornos menos enrijecidos:

Escrever as três equações da dilatação: linear, volumétrica e superficial, a respectiva fórmula de cada uma, e “tome” exercício, vai causar indiferença. Eles já esperam que a aula de física seja isso. Eles não esperam que você vai pegar, vai grudar uma moeda e vai falar “acabou hoje”, e na semana seguinte você volta com o ímã e a moeda grudada e você começa a pensar sobre aquilo. (mônada 59, prof Píon)

Na mônada 58 ele lembra também do professor Joao Zanetic e novamente diz que o Enem não pode apagar a possibilidade de encantarmos os estudantes. Cabe aqui resgatar a mônada 70, preche de sentidos nas suas poucas linhas. A estrutura de alguns cursos de ensino médio técnico integrados aglutina as duas faces do curso em três anos; outros organizam-se em quatro. A depender do catálogo nacional dos cursos técnicos, as diferentes formações que o IFSP oferece tem cargas horárias distintas.

Quando o professor píon nos conta - “Então, professor, faz o arroz com feijão, por favor. Não vem com essa de teatro, a gente não quer não”, nos é instigante

pensar neste metáfora “arroz com feijão”. Como ela carrega o significado de essencial, as disciplinas propedêuticas em uma organização curricular extensa restringem-se ao papel de preparação para o ingresso no ensino superior. O pensamento de Goodson, mais uma vez, nos é “essencial” na compreensão do currículo em sua pluralidade.

Tripleto do modus operandi dos cursos de Física

O professor Bóson também nos narra sobre sua graduação na mônada 94, em que ele é taxativo sobre ser bacharel em Física no Brasil. “Fazer bacharelado em Física no Brasil não tinha muito futuro, ou você é top, ou realmente assume que não vai ter vida e vai fazer aquela graduação totalmente puxada e depois vai viver de bolsa e talvez tentar sair do país, ou esquece”.

Um certo hermetismo, por razões diversas – talvez pela obsessão acadêmica da Física que inclusive já se fez presente na sua origem como disciplina escolar no Brasil – acompanha a esfera da Física. Beltrão et. al. (2020) mostram que apenas nas disciplinas Artes e Sociologia há menos professores com formação específica do que na Física. Nesse sentido, a mônada 78 do professor Neutrino é icônica quando ele conta, sem especificar se há licenciandos de diferentes turmas de ingresso, que em alguns anos o campus onde trabalha chegou a formar 17 e 23 professores de Física. Na mônada 76, falando de “padrões da Física”, o professor Neutrino narra algumas dificuldades no relacionamento com os professores que partilham da ideia do ‘quanto mais difícil, melhor’: “eles têm alto índice de reprovação nas disciplinas que ministram e é difícil ver um diálogo com nosso grupo, pois para eles nós aliviamos para os alunos”.

As complexidades de um núcleo atômico são muitas. Várias interações entre glúons e quarks possibilitam que um número de prótons e nêutrons coexistam sem se colapsar para que sejam “reconhecidos” como um dos elementos químicos que existem. As interações fortes aqui estabelecidas entre nossas mônadas constituem uma construção possível de sentidos, resultado das interações mediadas pelos ‘glúons escolhidos’. Outras são possíveis. Por ora, deixemos este “núcleo” minimamente estabilizado para que outro tipo de interações assumam o protagonismo.

Considerações finais – estabelecendo as interações nucleares fracas

"Quem não está vivo, não vai ser velho"

Profa Maria Inês Petrucci Rosa, citando seu progenitor, em uma das reuniões do grupo de estudos em março/2021

Desejamos, pois, que transmutações possam ocorrer. As interações nucleares fracas talvez sejam as mais intrigantes por estarem relacionadas a transformações que se desenrolam no interior do núcleo atômico. O adjetivo “fracas” se deve mais pela característica de estarem envolvidas em processos lentos. É aqui que estabelecemos nossa metáfora. Espera-se que essas palavras que se propõem a encerrar este percurso investigativo não se limitem aos sentidos aqui produzidos. Assim como muitos núcleos demoram anos para sofrer transmutações e emitir as partículas oriundas desses processos, firmamos nosso desejo de não estagnação.

Nossas inquietações ao longo da realização desta pesquisa se constituíram nas possibilidades de tangência dos universos da Física e dos Institutos Federais que levassem a interseções entre eles. Dentro de cada um deles se localizavam minhas pertencas identitárias que possibilitaram a construção do problema de pesquisa. A física escolar de um lado e o contexto das licenciaturas nos IFs do outro, confluíram, operadas as devidas condições de contorno. Algo que muito me incomodava desde o início da graduação, a esquizofrenia das disciplinas de laboratório, foi determinante na proposição da ideia de uma ciência sem erros.

No primeiro semestre de 2006 cursei “Física experimental II”, em que uma das atividades consistia em calcular o valor da aceleração gravitacional, que deveria ser em torno de $9,8 \text{ m/s}^2$. Na primeira obtenção de dados, calculei algo em torno de $7,5 \text{ m/s}^2$, um desvio de mais de 20% do valor esperado, o que é considerado um acinte por alguns. O resiliente estudante de graduação refaz o experimento e incredivelmente calculava o “novo” valor em algo próximo a $5,9 \text{ m/s}^2$! Diante da obrigação e pressão do professor responsável para chegar no resultado “certo” e sem nenhuma possibilidade de se investigar o porquê do *erro*, só restava uma alternativa àquele futuro professor de Física...

Nesse sentido, o “triplete laboratorial” é o mais representativo da origem de se considerar o erro execrável. “Quis o destino”, que o mesmo estudante de graduação que se frustrara com o cálculo da aceleração gravitacional, se tornasse professor da disciplina *Introdução às ciências experimentais* para a primeira turma do curso de Licenciatura em Física do campus Registro do IFSP, em 2016. Sem o laboratório montado, as atividades se desenrolaram no ambiente da sala de aula sob diferentes formas.

Um dos “experimentos” foi justamente calcular o valor da aceleração da gravidade através da aproximação da modelagem de um pêndulo simples. Procedimento análogo àquele de 2006, mas com materiais cotidianos e de baixo custo, que era o possível, em oposição a um dispositivo construído para tal experimento, que havia no laboratório da universidade onde me formei. Os resultados que os estudantes de Registro obtiveram foram muito mais alvissareiros do que os meus de 10 anos antes. Eis que, em algum momento do transcurso de 2020 para 2021, ocorre meu encontro com estes escritos:

A mecânica racional, baseada em postulados inteiramente matemáticos, estabelece para a duração das pequenas oscilações do pêndulo a fórmula $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, da qual se tira para a aceleração da gravidade $g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$. L e T são então medidos experimentalmente; o número π é conhecido por sua definição matemática, mas como é um irracional, não pode ser representado aritmeticamente sem erro. No entanto, o erro relativo a esse número não é levado em conta porque a matemática é bastante flexível para diminuir à vontade esse erro. Tal fato é constante. Pensando bem, é muito característico. Os erros matemáticos são erros consentidos, os erros físicos são erros impostos. Estes últimos obstruem os primeiros e impedem cálculos refinados. (BACHELARD, 2004, p. 72-73)

Essa explanação de Bachelard é uma síntese de uma das atividades mais consagradas no âmbito das disciplinas experimentais introdutórias dos cursos de Física e é passível de se realizar em aulas do ensino médio, a depender das condições contextuais da escola, turma etc. Se “os erros físicos são erros impostos”, ou seja, inevitáveis, por que eles são simplesmente apagados da Física escolar e sufocados na Física acadêmica? E ainda, se o estudante “vê lá escrito no livro que física é uma ciência experimental, mas num universo de três anos ele não foi no laboratório fazer um experimento” (professora Goepfert-Mayer, mônada 06) e se consta que “propostas de atividades práticas estão presentes em todos os livros aprovados no

PNLD 2018” (BRASIL, 2017, p. 13), por que esses mesmos livros insistem em manter as “gavetinhas” e o primeiro movimento do currículo de referência do IFSP parecia um sumário de livros didáticos, conforme o “quintupeto da organização” nos mostra?

Essas perguntas parecem indicar que a Física escolar opera com estratégias de autossabotagem. Se formos pensar em termos das estratégias de estabilização da disciplina no currículo, podemos pensar no caso da Inglaterra estudado por Goodson.

O estudo do caso da “Ciência das coisas comuns” demonstra que na História da Ciência como disciplina escolar existe uma ligação firme entre o status e a definição da disciplina como ciência laboratorial pura, divorciada do “ensino de objetos e do estudo da natureza”, com seus objetivos pedagógicos e utilitários. (GOODSON, 2001, p. 105)

Ele ainda argumenta que no caso dessa disciplina do currículo inglês, ela desaparece e ressurgue como “uma versão de ciência laboratorial pura [que] tinha sido aceita como a forma científica correta, uma forma que silenciava os propósitos utilitários e acentuava a [característica] acadêmica” (idem). Esta ideia faz algum sentido pensando no *modus operandi* das físicas experimentais nas disciplinas de graduação, advogando pela ideia da “forma correta”. E aqui insisto que não podemos homogeneizar as, digamos, práticas científicas universitárias. Se o erro é sufocado nos laboratórios de ensino básico das faculdades, ele é minuciosamente acompanhado no desenvolvimento de pesquisas em laboratórios avançados. Nesse sentido, retomo o argumento anterior de que a noção de erro, portanto, já é recontextualizada de uma “Física científica” para uma “Física acadêmica”. Na composição da Física escolar, temos uma nova recontextualização que se delinea como uma aversão ao erro.

Mas o caso das ciências da Inglaterra não pode ser simplesmente transposto para compreendermos os movimentos da Física escolar brasileira. Nesse mister, alguns trabalhos nos são representativos, como os artigos de Almeida Junior (1979, 1980) sobre a história do ensino de Física no Brasil e a tese de doutorado de Buss (2017) que estudou a história da ‘Física secundária’ brasileira.

Os artigos de Almeida Júnior (1979, 1980) trazem um apanhado histórico a respeito do ensino de Física desde o período Colonial e Imperial brasileiro (ALMEIDA JÚNIOR, 1979) até o período Republicano (ALMEIDA JÚNIOR,

1980). Trata-se de uma revisão bibliográfica relativa ao ensino de Física de modo geral e não da disciplina especificamente. Mesmo assim, o autor aponta diversos aspectos históricos importantes, convicto de que esta é uma tarefa que empenha dois objetivos: primeiro, atuar no sentido de detectar a emergência do espírito científico e das práticas relativas à Física em nosso passado e segundo, servir de provocação para que outras pessoas pudessem se engajar na tarefa de resgatar a história do ensino de Física. (BUSS, 2017, p. 70)

Na perspectiva do trabalho de Buss (2017), precisamos resgatar a história da disciplina escolar Física e do ensino de Física conjuntamente para que seja possível pelo menos pensar em respostas para as questões postas anteriormente.

Além da negação da possibilidade de erro, a Física escolar, que traz em seu bojo uma diminuição do papel da experimentação, em um movimento de aproximação à Física acadêmica, também opera com uma base racionalista de conhecimentos, tal qual Bachelard discorre em *A Filosofia do Não*. Aliadas, elas constituem o que denominei de perspectiva de uma ciência sem erros, que permite cada vez mais a Física escolar incorporar o status de disciplina acadêmica.

Dentro do nosso percurso investigativo e dos estudos de Goodson e do modelo de David Layton, acenamos para a hipótese de que a Física escolar já nasce dentro de uma forte tradição acadêmica. Essa perspectiva pode ser corroborada por Buss (2017) e encontra pistas também nos trabalhos de Nicioli Junior e Mattos (2008, 2012). No encontro com os estudos de Buss (2017) e de Braga, Guerra e Reis (2008), vemos que essa tradição acadêmica da Física escolar se estabelece através da importação dos livros didáticos franceses na instituição do ensino das ciências físicas no Brasil no século XIX.

Ancorados em Buss (2017, p. 163), vemos que da “análise do primeiro princípio da teoria de David Layton, a disciplina de Física no Ensino Secundário não emergiu no currículo para atender às questões de interesse dos alunos, mas porque estava contida no modelo copiado da França”. De modo contrário ao caso das ciências comuns na Inglaterra, em que houve a passagem por uma tradição utilitária, a Física já surge relativamente estabilizada no currículo brasileiro, de modo que “os conteúdos foram impostos através da adoção do modelo francês e em nenhum momento deste estágio inicial apresentaram um auxílio, uma utilidade ou uma relevância aos interesses dos estudantes” (idem, p. 246). Tal é o caráter acadêmico da Física escolar

que “o programa de conteúdos é tão consolidado que não chega a ser motivo de questionamentos, indagações e pesquisas e o número de publicações a este respeito é mínimo” (ibidem). Este caráter acadêmico da Física se consolida ao longo do século XX compondo a gama de seus consagrados e estabilizados conhecimentos escolares, conforme ilustrado por trabalhos recentes sobre o ensino da cinemática em si (RODRIGUES, 2019; ALVES, 2019), sem questionamentos epistemológicos sobre a natureza deles.

Dessa forma, questionar qual é o lugar que o conhecimento escolar e as licenciaturas ocupam nas discussões no âmbito dos espaços de formação, parece bem pertinente. Quando o professor Lépton se refere ao curso que ele fez como “semi-bacharelado” na mônada 46, parece haver um descompasso entre o universo da Física escolar e o espaço acadêmico das licenciaturas. Considerando os estudos de Goodson sobre a estabilização das disciplinas escolares, como se configura o contexto universitário-acadêmico no caso da Física, quando se salienta as diferenças entre as universidades e os IFs, sendo que esses últimos em si não foram concebidos como locus de pesquisa em Física como as universidades? Daí nos parece crível mais uma vez recorrer a proposição das “três físicas” – científica, acadêmica e escolar.

Dentro dessas especificidades, a despeito das diferenças dos projetos pedagógicos das licenciaturas em Física, todas as sete propostas do IFSP sustentam uma disciplina de caráter experimental/prático no início do curso. Em cinco delas, a denominação da disciplina é *Introdução à(s) Ciência(s) experimental(is)*. Na nova proposta do campus São Paulo, ela se chama *Introdução à experimentação em Física*. E em um dos cursos, os ingressantes licenciandos em Física se deparam com um Laboratório de Química Geral, oferecida concomitantemente a Química Geral.

Este dado sobre as disciplinas experimentais, aparentemente corriqueiro, se revela pertinente para nossa pesquisa. Ao propormos um quadro teórico para a compreensão da Física escolar ancorado em uma ideia de ciência sem erros, nossa argumentação se assentou na recontextualização de conceitos da obra de Bachelard para o domínio dos conhecimentos da Física escolar. Entretanto, a dimensão experimental se configura justamente na medida em que os erros se fazem presentes em seus processos. Assim, a porta de entrada para os cursos de Licenciatura em Física do IFSP pode ser marcada pelas boas-vindas a um contexto acadêmico através

de uma experimentação mais ou menos problematizada e mais ou menos padronizada.

A despeito de diferenças pontuais na origem e desenvolvimento de alguns campi, de maneira geral, não há no âmbito dos IFs condições para serem empreendidas pesquisas que demandem robustas estruturas experimentais ligadas ao que denominamos de conhecimentos de “fronteira”. Evidentemente, pesquisas teóricas não encontrariam essas limitações, como o professor Bóson nos conta na Mônada 97. Dessa forma, a tradição acadêmica da Física dentro dos IFs se delinea dentro dos rituais que compõe o ethos da comunidade: “Reproduzem dentro e fora de sala de aula tudo que viram nas universidades. Para eles, o ensino de física tem que ser ‘hardcore’, tem que resolver equações, contas, senão não é física” (Mônada 97). Nesse sentido, o tripuleto *modus operandi* dos cursos de Física mostra, principalmente através das mônadas 76 e 78, que essas heranças das tradicionais graduações em Física se fazem presentes na cultura institucional. Goodson novamente nos traz compreensões sobre as nuances das comunidades disciplinares.

Goodson (1997) vai um pouco mais além e determina que uma comunidade disciplinar é muito mais que um grupo em que seus membros comungam dos mesmos valores, interesses e identidades. Uma comunidade disciplinar aproxima-se muito de um movimento social que inclui uma gama variável de missões e tradições. (BUSS, 2017, p. 233)

Essa conformação no interior de cada IF provavelmente adquire distintos contornos, a depender de quais cursos de graduação determinado campus ofereça, que orientará esses movimentos de missões e tradições. De todo modo, a proposição das duas instâncias – Física acadêmica e Física científica – parece adequada para compreendermos como se negociam as relações entre a Física escolar e o contexto da licenciatura, que não nasceu sob a sombra de um curso de bacharelado. No caso do IFSP sobre a licenciatura em Física, destaco algumas contribuições de Barcellos (2013).

Há três características bem peculiares no Curso de Licenciatura em Física do IFSP que nos parecem relevantes. A primeira diz respeito ao fato de que, a iniciativa para a criação do curso partiu de um grupo de então professores do Ensino Médio. A segunda é a vocação histórica da instituição, que é voltada à formação profissional. E, por fim, a terceira, diz respeito ao fato de não existir, nem de ter sido instituído em algum momento, uma área específica de educação. (BARCELLOS, 2013, p. 173)

Sobre essas três características elencadas por Barcellos (2013), a professora Goeppert-Mayer nos tripletos 'a origem', 'in loco et in se' e 'identidade' possibilita através de suas narrativas ressignificações sobre as considerações dessa autora, pautando principalmente as minúcias e pormenores do surgimento das Licenciaturas nos então CEFETs. O caso da Licenciatura em Física se mostra sui generis em relação aos outros cursos. O professor Múon também traz memórias muito representativas da origem dela. A dimensão da licenciatura tem um significado para eles como missão de vida. Eles se viam como protagonistas de um projeto inovador.

Nossos demais entrevistados ingressaram na instituição já no contexto de IFSP. Apesar de totalmente envolvidos com o universo da licenciatura, a relação institucional deles é outra. Mesmo o professor Hádron, que carrega um pouco do peso de fazer parte do corpo docente que atua no curso que herdou o legado da primeira licenciatura em Física, é apenas mais enfático ao se referir a nova estrutura curricular como diferenciada, na mônada 29. Apesar da forte relação que ele construiu com o curso, como vemos pelas mônadas 31 a 33, as experiências narradas sobre Física moderna são mais intensas, assim como ocorre nos retratos narrativos do professor Lépton.

Em linhas gerais, os professores, cada qual a sua maneira, parecem se relacionar com a licenciatura imbuídos do desejo de desestabilizar de alguma forma o status quo da Física escolar na interação de suas práticas docentes com os licenciandos. Seja pelo pragmatismo do professor Neutrino sobre o foco nos conhecimentos que os licenciando terão que ensinar; seja pela construção de relações com a História da Ciência do professor Múon; seja através da construção de propostas que privilegiem a investigação e as aulas experimentais da professora Goeppert-Mayer; ou ainda pelas propostas de encantar os estudantes com estratégias de aulas diferenciadas do professor Píon, temos um conjunto de ideias que podem contribuir para diferentes práticas docentes em relação ao conhecimento físico.

Entretanto, pensando na Física enquanto disciplina escolar, nos movimentos de estabilização, as bandeiras dos professores Hádron e Lépton sobre trazer o ensino de Física moderna para a Física escolar parece constituir uma interessante problemática no contexto dos estudos das disciplinas escolares. Porém, resgatando os apontamentos de Buss (2017, p. 239), "uma vez que não se quer abrir

mão do currículo já estabilizado, não há consenso em relação ao conteúdo que poderia sair para abrir espaço à Física moderna e contemporânea.

Esses conteúdos precisariam conquistar um lugar no terreno com demarcações bem definidas da Mecânica Clássica, Termodinâmica, Ondulatória, Óptica e Eletromagnetismo, com seus conhecimentos delineados dentro de uma perspectiva notadamente teórico-matemática, repelindo quaisquer possibilidade de alguma ideia de erro fazer parte. Apesar dos capítulos finais dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 abordarem algum conhecimento de física moderna, o que confere a ela mais a condição de apêndice do que parte efetiva da Física escolar, inexoravelmente se coloca a questão: como e quais conhecimentos do universo da física contemporânea seriam incorporados à Física escolar? Como Bachelard aborda em várias de suas obras, as bases racionalistas da Física clássica – onde se assentam os conhecimentos da Física escolar – e da Física moderna são distintas. Elas conseguiriam se conciliar para manter a estabilidade disciplinar?

Uma mesma situação pode apresentar status ontológicos distintos nos contextos da Física clássica e da Física moderna. Se conhecimentos de Física moderna forem inseridos na Física escolar, mediante a mesma lógica daqueles da Física clássica, ou seja, descontextualizados e idealizados, haveria a necessidade de se operar o mesmo processo de mudança racionalista na constituição do “novo espírito científico”. Seriam necessárias retificações de erros que surgiriam no ato de se estabelecer explicações para determinados fenômenos que se circunscrevem no domínio da “microfísica”, mas que ainda guardem relações com princípios da Física clássica. Nessa perspectiva, a Física moderna escapa da Física escolar. Bachelard (2010) traz algumas considerações a esse respeito, problematizando o movimento de partículas em um espaço delimitado

É comum imaginar que um movimento tem tanto menos energia quanto menos extenso for. Aqui é o inverso. Pela aplicação do postulado fundamental, quanto mais restringirmos os limites da célula de localização, tanto maior será o valor que deveremos atribuir ao corpúsculo localizado. No capítulo anterior, ao estudar a localização usual, dissemos: *circumscrever é estabilizar*. Agora, ao estudar a nova localização, é preciso dizer: *circumscrever é agitar*. (BACHELARD, 2010, p. 35)

No entanto, a defesa enfática para a Física Moderna adquirir centralidade no Ensino Médio, empreendida pelos Professores Hádron e Lépton, mostra outras

possibilidades. Apesar da carga abstrata e complexa dos conhecimentos da Física Moderna, ela trata de fenômenos, p. ex., que são essenciais para o funcionamento de aparelhos que utilizamos no dia a dia e apresenta possibilidades de contextualização mais instigantes do que a Física Clássica. Desse modo, a Física moderna poderia se consolidar na estrutura da Física escolar com uma tradição mais utilitária e menos acadêmica? Seria a estabilidade da física escolar, nos moldes apresentados, um obstáculo epistemológico à inserção dos conhecimentos da física moderna e contemporânea?

No caminho afirmativo das respostas anteriores, o modelo de Layton e os estudos de Goodson sobre a estabilização das disciplinas escolares precisariam ser superados. Ademais, a complexidade conceitual e matemática dos temas de Física Moderna pode nos levar, nos dizeres de Bachelard (2009), a uma perspectiva *surracionalista* dos conhecimentos, com toda a potência de uma abstração provocativa de se superar um sistema de racionalidade vigente. A Física escolar, tal qual a concebemos ao longo dos últimos anos, se satisfaz dentro do paradigma da mecânica racional.

A partir dos escritos de Bachelard, podemos dizer que a Física escolar, de maneira geral, se mostra dissociada dos conhecimentos produzidos pela Física contemporânea. Ela herdou um modelo de racionalidade alinhado com o cartesianismo que perpassou os séculos e compõem seu arcabouço de conhecimentos. Talvez o desafio posto a Física escolar seja buscar o ponto médio do diagrama que Bachelard (1966, p. 5) esboça, de modo que os conhecimentos que ela mobiliza sejam epistemologicamente coerentes a um “racionalismo aplicado” e um “materialismo fenomenotécnico”. A perspectiva surracionalista em sua essência se apaga completamente no âmago da Física escolar. Ela se transformou na Matemática pela Matemática.

Mas não deixemos de fazer o devido enraizamento dessas considerações no contexto de uma instituição pública de educação. Nosso objetivo não foi apenas construir compreensões sobre a Física escolar deslocalizada, mas sim pensá-la no e a partir do IFSP, considerando que contribuições as dinâmicas das licenciaturas em Física deixariam para a (des)estabilização dos conhecimentos escolares da Física. Os

professores sinalizam em suas narrativas possibilidades de se pensar os saberes da Física, como mencionamos anteriormente.

É notável, por um lado, o professor Múon e a professora Goppert-Mayer salientarem o rompimento com o modelo “3+1” e se entusiasmarem com as potencialidades da licenciatura em Física surgida no início dos anos 2000. Os professores Hádron, Lépton e Neutrino trouxeram elementos para pensarmos como o conhecimento escolar da Física é mobilizado nas licenciaturas e que possíveis reverberações podem se fazer presentes na estabilização da Física escolar, considerando principalmente as questões sobre a Física moderna e o nível de matematização que os assuntos são tratados, como os outros professores também mencionaram. O professor Píon nos narrou memórias bastante potentes para a compreensão da ausência do erro na Física escolar.

Esse cenário contribui para a nossa proposição das relações entre as Físicas científica, acadêmica e escolar. O questionamento continuará presente e válido: de que maneira as considerações de Goodson, baseadas no modelo de Layton, seguem válidas no contexto dos IFs? Como a lógica universitária, como Buss (2017) se refere, opera nessas instituições, com características e modus operandi distinto das universidades? A proposta do currículo de referência no médio e longo prazo pode ser promissora para entendermos como a Física enquanto disciplina escolar é narrada no bojo das dinâmicas institucionais. Apesar das propostas da BNCC, o guia do PNLD mostra os tradicionais conhecimentos escolares da Física bem estabilizados.

A ideia de se pensar a Física dentro de uma perspectiva de uma ciência sem erros, na tessitura dos trabalhos de Goodson e Bachelard, e em um diálogo com as narrativas, propiciou uma extrapolação das tensões entre o conhecimento escolar e científico, que nos levou a propor uma tríade para a organização do conhecimento físico: Física Escolar – Física Acadêmica – Física Científica, cada qual com diferenças, mas com uma relação de muita proximidade entre as duas primeiras. Em outras palavras, esperamos que o percurso investigativo possa contribuir para discussões sobre uma Epistemologia da Física escolar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, Maria Helena Menna Barreto. Pesquisa (auto)biográfica – tempo, memória e narrativas. In: _____, (org). *A Aventura (auto)biográfica: teoria & empiria*. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2004.

AINKENHEAD, G. S. Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Vol. 9, No 1, 2009.

ALVES, Kitéria Karoline dos Santos. Uma proposta para o uso de jogos no ensino de cinemática para 9º ano do ensino fundamental. Mestrado Profissional de Ensino de Física. UnB. 2019.

ALMEIDA, Maria José P.M. de. Ensino de física: para repensar algumas concepções. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 20-26, abr. 1992.

ALMEIDA JÚNIOR, João Baptista de. A evolução do ensino de física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**. v. 1, n. 2, p. 45-58, out. 1979. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2020.

_____. A evolução do ensino de Física no Brasil – 2ª. parte. **Revista de Ensino de Física**. v. 2, n. 1, p. 55-73, fev. 1980. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol02a06.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2020.

ANDRADE, Andrea de. A expansão dos Institutos Federais: causas e consequências. 2014. 148f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Cidade de São Paulo. São Paulo.

APPLE, M. W. Repensando Ideologia e Currículo. In: MOREIRA, A. F, TADEU, T. (orgs.) *Currículo, Cultura e Sociedade*. 12ª Edição. Cortez Editora, São Paulo, 2011.

BACHELARD, G. *A experiência do espaço na física contemporânea*. Contraponto. Rio de Janeiro, 2010.

BACHELARD, G. *A Filosofia do Não – Filosofia do novo espírito Científico*, Editora Presença, 6ª Edição, Lisboa, 2009.

_____. Ensaio sobre o conhecimento aproximado. Rio de Janeiro, Contraponto, 2004

_____. *A Formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução Estrela dos Santos Abreu. 1ª Ed. 11ª reimpressão (2016). Rio de Janeiro: Contraponto, 1996

_____. L'engagement rationaliste. Préface de Georges Canguilhem. Paris : Les Presses universitaires de France, 1re édition, 1972, 192 pp. Collection : Bibliothèque de philosophie contemporaine. Recueil de quelques articles publiés à partir de 1936.

_____. Le Rationalisme appliqué. 3ª Ed. PUF. Paris, 1966

_____. L'air et les songes. Essai sur l'imagination du mouvement. Paris : Librairie José Corti, 1943. 17e réimpression, 1990

_____. LE NOUVEL ESPRIT SCIENTIFIQUE Paris : Les Presses universitaires de France, 10e édition, 1968. Collection : Nouvelle encyclopédie philosophique, 181 pages. 1re édition, 1934.

_____. La valeur inductive de la relativité. Librairie philosophique J. Vrin. Paris. 1929

BARCELLOS, Marcília Elis. *Conhecimento físico e currículo: problematizando a Licenciatura em Física*. 2013. 257f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação... Universidade de São Paulo, São Paulo.

BARRA, Eduardo Salles de Oliveira. Para uma crítica da interdisciplinaridade: o caso da Física como cultura. In: GENOVESI, Luiz Gonzaga Roversi et. al. (orgs) **Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em ensino de Física**. São Paulo. Editora Livraria da Física. 2016

BARRETO, R. O., CARRIERI, A. P., ROMAGNOLI, R. C. O rizoma deleuze-guattariano nas pesquisas em Estudos Organizacionais. Cad. EBAPE.BR, v. 18, nº 1, Rio de Janeiro, Jan./Mar. 2020.

BASSOLI, Marcos Gabriel. A INTERNACIONALIZAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO (IFSP). 2018. Dissertação (Mestrado). PPG Gestão de Organizações e Organismos Públicos. Ufscar. São Carlos. 2018

BATISTA, D. E. A didática de Comênio: entre o método de ensino e a viva voz do professor. Pro-posições. Epub. V. 28, Suppl.1 2017, 256-276.

BELTRÃO, Kaizô I. et. al. Evidências do Enade e de outras fontes – mudanças no perfil do Físico graduado. Relatório Técnico n. 1. Rio de Janeiro: Fundação Cesgranrio, 2020.

BEMFEITO, A. P., ESTEVES, F. C., FONSECA, A. M. *A Nova matriz curricular do curso de Licenciatura em Física do IFRJ – campus Volta Redonda: buscando soluções para uma formação integral do professor de Física*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, São Paulo. Anais eletrônicos...São Paulo, Usp. 2013. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/atas/>>. Acesso em 22/08/2019.

BENJAMIN, W. *Obras escolhidas I – Magia e técnica, arte e política. Ensaio sobre literatura e história da cultura*. 6ª ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 2012.

BONDÍA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de Experiência. *Revista Brasileira de Educação*. Jan/Fev/Mar/Abr 2002 Nº 19

BONTEMS, V. *Figuras do Saber – Bachelard*. 1ª ed. São Paulo, Estação Liberdade, 2017.

BRAGA, M., GUERRA, A., REIS, J. C. O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 25, n. 3: p. 507-522, dez. 2008.

BRASIL, Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNLD 2018. MEC. FNDE. Secretaria de Educação básica. 2015a

_____. Resolução CNE/CEB 2/2012 – Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação – Câmara de Educação Básica, Brasília, Diário Oficial da União em 31 de janeiro de 2012.

_____. Matriz de Referência para o Novo Enem, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, 2009.

_____. Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Ministério da Educação, Secretaria da Educação e Tecnologia, Brasília, 2006

_____, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília, 1999.

BRITO, E. P. C., TENÓRIO, A. C. *A Ciência da Escola e a Ciência dos Cientistas: a visão dos professores*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia. Anais eletrônicos...Uberlândia, UFU. 2015. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/>>. Acesso em 22/08/2019.

BROCK, C., ROCHA FILHO, J. B. Algumas origens da rejeição pela carreira profissional no magistério em Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 28, n. 2: p. 356-372, ago. 2011

BULCÃO, M. Meu Encontro com Gaston Bachelard. *Ensaio Filosóficos*, Volume VII – Abril/2013. p. 69-82

_____. *O Racionalismo da Ciência Contemporânea. Uma análise da epistemologia de Gaston Bachelard*. 2ª Edição. Editora UEL, Londrina, 1999.

BUSS, Cristiano da Silva. *Nascimento e evolução da disciplina de Física no Ensino Secundário Brasileiro: uma análise a partir da teoria de David Layton*. 2017. 279f. Tese. (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde). Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. 2017.

CALADO, H. C. *Discursos sobre a disciplina escolar física presentes nas narrativas sobre um curso de licenciatura*. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós Graduação em Educação, FE, Unicamp, Campinas, 2016.

_____, PETRUCCI-ROSA, M. I. [Formação de professores de Física e interdisciplinaridade: episódios de refração de políticas em narrativas de reforma curricular. Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 2, p. 523-538, 2019.](#)

_____, *Entre recontextualizações e hibridizações: uma constituição discursiva da Física escolar*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017, São Carlos. Atas (online)...São Carlos: Universidade de São Paulo, Instituto de Física, 2017. <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T1328-1.pdf>> Acesso realizado em 02/07/2019

CAMARGO, S. *Discursos presentes em um processo de reestruturação curricular de um curso de licenciatura em física: o legal, o real e o possível*. 2007. 287 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007

CARVALHO, F. R., CARAMELLO, G. W. *Uma proposta de aulas sobre a questão socioambiental: identificando os conhecimentos científico, cotidiano e escolar*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia. Anais eletrônicos...Uberlândia, UFU. 2015. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/>>. Acesso em 22/08/2019.

CASTIONI, R., MORAES, G. H, PASSADES, D. B. M. S. A educação profissional na agenda do lulismo: visibilidade e limitações de interesses corporativos. *Temáticas*, Campinas, 27, (53): 105-138, fev./jun. 2019

CHALMERS, Alan F. *O que é Ciência afinal?* 11ª reimpressão (2011), São Paulo, editora Brasiliense, 1993

CHARRET, H., FERREIRA, M. S. Políticas de Integração Curricular no tempo presente: perspectivas para a disciplina escolar Física no Ensino Médio Brasileiro. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017, São Carlos. Anais eletrônicos...São Carlos, Usp. 2017. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/>>. Acesso em 02/07/2019

CIAVATTA, M. Os Centros Federais de Educação Tecnológica e o ensino superior: duas lógicas em confronto. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 27, n. 96, Especial, p. 911-934, out. 2006.

COLOMBO. I. M. *Escola de Aprendizizes Artífices ou Escola de Aprendizizes e Artífices?* *Educar em Revista*, Curitiba, v. 36, e71886, 2020

CORTELA, B.S.C. *Formação inicial de professores de física: fatores limitantes e possibilidades de avanços*. 2011. 288 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011

COSTA, Conceição Sousa. *O erro no processo ensino–aprendizagem à luz da epistemologia bachelardiana*. In: SANT’ANNA, C., org. *Para ler Gaston Bachelard: ciência e arte* [online]. Salvador: EDUFBA, 2010.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. *O Ensino da Física no Brasil: problemas e desafios*. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO., 12., 2015, Curitiba. Anais...Escola de Educação e Humanidades, PUCPR, 2015, p. 10980-10988

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 125-150

_____. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 145-175, 2004.

DIOGO, R.C.; GOBARA, S.T. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luis. Anais... São Luis: Sociedade Brasileira de Física, 2007.

ESTEVO, Marcio Rogerio Tomazzi. Educação profissional no brasil e a interiorização do instituto federal de São Paulo: trajetórias e lógicas da expansão. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Gestão e Organização de Sistemas Públicos. UFSCAR. São Carlos, 2016.

FARIAS, C. R. O.; BAROLLI, E. Casos controversos sob o enfoque de um paradigma indiciário: o ensino de ciências no horizonte formativo da cidadania ambiental. **PERSPECTIVA**, Florianópolis, v. 30, n. 3, 1131-1156, set./dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-795X.2013v31n3p1131>

FERRAÇO, C. E. et. al. CURRÍCULOS E CULTURAS: entre clichês e identidades e diferenças e... Currículo sem Fronteiras, v. 15, n. 3, p. 645-666, set./dez. 2015

FERREIRA, Vidal da Mota. PROFESSORES ENGAJADOS: Concepções acerca da formação política. 2017. 186f. Dissertação (Mestrado profissional em Educação). PPG Educação e Desenvolvimento humano. Unitaú. Taubaté. 2017.

FERREIRA, S. L.; ANDRADE, A.; SOUZA, F. E. C. Reflexões sobre a expansão dos Institutos Federais no estado de São Paulo. *Jornal de Políticas Educacionais*. V. 12, n. 2. Janeiro de 2018

FLACH, Ângela. *Formação de Professores nos Institutos Federais: estudo sobre a implantação de um curso de licenciatura em um contexto de transição institucional*. São Leopoldo. UNISINOS. 2014. 210 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, UNISINOS, 2014.

FONSECA, D. M. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.34, n.2, p. 361-370, maio/ago. 2008

FRANCISQUINI, M. F. B., VIDEIRA, A. A. P. A Física na Reforma do Ensino Secundário de 1942: heranças e descaminhos. In: XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2019. Salvador. Anais...IFBA/UFBA, 2019.

FRANCO, L. R., PIRES, L. L. A. A formação de professores em CEFETs: analisando a Licenciatura em Física. . In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória. Anais eletrônicos...Vitória, UFES 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/atas/>>. Acesso em 02/07/2019

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática narrativa*. 60ª Edição. Rio de Janeiro/São Paulo. Paz e Terra, 2019.

FREITAS, João Paulo Cardoso de. *Narrativas acerca da educação científica e articulações com a Base Nacional Comum Curricular*. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós Graduação em Educação, FE, Unicamp, Campinas, 2016.

FREITAS, H. C. L. PNE e formação de professores Contradições e desafios *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 8, n. 15, p. 427-446, jul./dez. 2014.

GALLIAN, C. V. A. A contribuição da teoria de Bernstein para a descrição e a análise questões ligadas à Educação. *educativa*, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 239-255, jul./dez. 2008.

GALZERANI, M. C. B. *Memória, História e Tempo: perspectivas teórico-metodológicas para a pesquisa em Ensino de História*. *Cadernos do CEOM - Ano 21, n. 28 - Memória, História e Educação*. 2008. P. 15 – 32.

GALZERANI, M. C. B. *Ensino de História, educação dos sentidos, produção de saberes educacionais: em foco um projeto de educação patrimonial*. Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH • São Paulo, julho 2011

GARCIA, R. A. G. *A didática magna: uma obra precursora da pedagogia moderna?* *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, nº 60, p. 313-323, dez 2014

GENOVESI, Luiz Gonzaga Roversi et. al. (orgs). *Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em ensino de Física*. São Paulo. Editora Livraria da Física. 2016

GIANELI, Juliana Gimenes. *A educação profissional e os fundamentos da escola unitária gramsciana: o caso do campus São João da Boa Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo*. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação). Ufscar. São Carlos, 2010.

GILMORE, R. *O mágico dos Quarks*. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

_____. *Alice no país do Quantum*. Trad. André Penido. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

GOBARA, S. T.; GARCIA, J. R. B. As Licenciaturas em Física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 519-525, (2007)

GONÇALVES. T. V. M. ESTUDOS MEMORIALISTICOS E NARRATIVOS: 10 anos de pesquisas sobre a formação de professores de Ciências no Grupo de Estudos e Pesquisas (Trans) Formação. *Revista EXITUS | Volume 01 | Número 01 | Jul./Dez. 2011. P. 71 – 80.*

GOUVÊA, Guaracira. A pesquisa em ensino de física, a pesquisa em educação, e a pesquisa em física: diálogos possíveis. In: GENOVESI, Luiz Gonzaga Roversi et. al. (orgs). **Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em ensino de Física**. São Paulo. Editora Livraria da Física. 2016

GOUVEIA, F. P. S. A expansão dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no território brasileiro: entre o local e o nacional. *Espaço e Economia*, 9 | 2016

GOODSON, I. *Currículo, narrativa pessoal e futuro social*. Campinas, Editora da Unicamp, 2019

_____. *Developing a narrative theory* 2013a, cap. 2, p. 2/7

_____. *Currículo: Teoria e História*. Petrópolis: Vozes, 2013b.

_____. Currículo, narrativa e o futuro social. Revista Brasileira de Educação v. 12 n. 35 maio/ago. 2007a

_____. ENTRE-VISTAS - De Ivor Goodson a Raimundo Martins e Irene Tourinho. Capital narrativo e histórias de vida: construir sonhos, projetos e ideais. In: MARTINS, R., TOURINHO, I (org. e trad.). IVOR GOODSON POLÍTICAS DO CONHECIMENTO vida e trabalho docente entre saberes e instituições. (Coleção Desenredos). Goiânia, Cegraf, 2007b

_____. Developing life and work histories In: ABRAHÃO, Maria Helena Menna Barreto, (org). A Aventura (auto)biográfica: teoria & empiria. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2004.

_____. Currículo em mudança. Porto. Porto Editora, 2001

_____; RUDD, T. (ed.). Negotiating neoliberalism: developing alternative educational visions. Rotterdam: Sense Pub., 2017

HADDAD, Fernando. Vivi na pele o que aprendi nos livros – um encontro com o patrimonialismo brasileiro. Revista Piauí. Edição 129, junho_2017. Disponível em <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/vivi-na-pele-o-que-aprendi-nos-livros/>. Acesso realizado em 28/03/2021

HENRIQUE, A. B, ZANETIC, J., GURGEL, I. *O Grande Erro de Einstein, a descoberta da expansão do universo e as reconstruções racionais da cosmologia*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, São Paulo. Anais eletrônicos...São Paulo, Usp. 2013. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/atas/>>. Acesso em 22/08/2019.

HONÓRIO, Luis Ricardo Orteiro. O processo de implantação do ensino médio integrado ao ensino profissional do Instituto Federal de São Paulo, município de Salto (2007-2014). Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar - Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2017.

IADOCICCO, Fernanda Neves. A construção do plano de desenvolvimento institucional no contexto do Instituto Federal de São Paulo: contributos à democratização da gestão pedagógica. 2019. 207f. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional. UTFPR, Curitiba, 2019.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. Relatório de gestão do exercício de 2019. Diretoria de Desenvolvimento Institucional, São Paulo, IFSP, 2020. Disponível em https://www.ifsp.edu.br/images/RG2019/RelatorioDeGestao2019_TCU_v2.pdf.

Acesso em 29/03/2021

_____. Plano de Desenvolvimento Institucional: 2019-2023. São Paulo, IFSP, 2019. Disponível em <https://drive.ifsp.edu.br/s/yxtwKgEYfZs4ZCg>. Acesso realizado em 29/03/2021

_____. Anuário IFSP N.02. São Paulo, IFSP, 2016. Disponível em: https://www.ifsp.edu.br/images/pdf/GAB/Outros_documentos/Anuario_IFSP_2_2016.pdf. Acesso em 29/03/2021.

_____. Plano de Desenvolvimento Institucional: 2014-2018. São Paulo, IFSP, 2014. Disponível em <https://drive.ifsp.edu.br/s/q5OTjVodbqaDjck>. Acesso em 29/03/2021

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopse Estatística da Educação Superior 2019. Brasília: Inep, 2020. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>. Acesso em: 28/03/2021

JAPIASSÚ, H. F. Para ler Bachelard. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976.

KOPP, F. A., ALMEIDA, V. Analogias e metáforas no ensino de Física Moderna apresentadas nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 36, n. 1, p. 69-98, abr. 2019.

KUHN, Thomas S. A Estrutura das Revoluções Científicas. Trad.....São Paulo, Perspectiva, 2009.

LATOUR, Bruno. Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo, UNESP, 2000.

_____, WOOLGAR, Steve. A vida de laboratório: A produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997

LEITE, C. M. C. O conceito lugar na perspectiva da geografia escolar. Itinerarius Reflectionis - revista eletrônica da graduação/pós-graduação em educação ufg/rej. v. 14, n. 2, 2018.

LIMA, F. B. G., SILVA, K. A. A concepção de formação de professores nos Institutos Federais: um estudo dos discursos políticos. *Holos*. Ano 30. v. 2. 2014.

LIMA, Fernanda Bartoly Gonçalves. *A formação de professores nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: um estudo da concepção política*. Brasília. 2012. 282 f. Dissertação (Mestrado em Educação). PPGE – FE-UnB

LIMA, M. F. B. A expansão dos cursos de licenciatura nos institutos federais de educação, ciência e tecnologia: considerações sobre a proposta governamental. *Anais do XXIV Seminário Nacional UNIVERSITAS/BR* ISSN 2446-6123. UEM, 2016.

LIMA, Maria Flávia Batista. *A Expansão das Licenciaturas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo: percursos e características*. São Paulo. 2015. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação). PPGE – FE-Usp

_____, BARREYRO, G. B. Licenciaturas na Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica. **RTPS - Revista Trabalho, Política e Sociedade**, v. 5, n. 8, p. p. 193-220, 25 maio 2020.

_____. Cursos de licenciatura nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: considerações sobre um novo locus de formação de professores. *RBPAE* - v. 34, n. 2, p. 501 - 521, mai./ago. 2018. DOI: 10.21573/vol34n22018.80445

LIMA, M. A. M., MARINELLI, M. A epistemologia de Gaston Bachelard: uma ruptura com as filosofias do imobilismo. *Revista de Ciências Humanas, Florianópolis*, Volume 45, N.2, p. 393-406, outubro/2011.

LINDBLAD, S.; GOODSON, I. F Reseraching the teching profession under restructuring. In: GOODSON, I. F; LINDBLAD, S. (Org.) *Professional Knowledge and Educational Restructuring in Europe*. Sense. Rotterdam/Boston/Taipei, 2011

LOPES, A. C. Democracia nas políticas de currículo. *Cad. Pesqui.* vol.42 no.147 São Paulo Dec. 2012

_____. *Currículo e Epistemologia*. Ijuí, Editora Unijuí, 2007

_____. Discursos nas Políticas de currículo. *Currículo sem fronteiras*, v. 6, n. 2, p 33-52, Jul/Dez 2006

_____. Discursos híbridos na disciplina escolar química. *Revista Ciência e Educação*, v. 11, n.2, 2005a

_____. Política de Currículo: Recontextualização e Hibridismo ***Currículo sem Fronteiras***, v.5, n.2, pp.50-64, Jul/Dez 2005b

_____. BORGES, V. Currículo, conhecimento e interpretação. *Currículo sem Fronteiras*, v. 17, n. 3, p. 555-573, set./dez. 2017

_____. e MACEDO, Elizabeth. *Teorias de Currículo*. São Paulo, Cortez, 2011.

MACHADO, F. S. Diurno e Noturno no pensamento de Gaston Bachelard. *Cadernos do PET Filosofia*, Vol.7, n.13, Jan-Jun, 2016, p.11-23

MAINARDES, J.; STREMEL, S. A teoria de Basil Bernstein e algumas de suas contribuições para as pesquisas sobre políticas educacionais e curriculares. *Revista Teias*, v. 11, n. 22, maio/agosto, 2010.

MANCEBO, D.; VALE, A. A.; MARTINS, T. B. Políticas de expansão da educação superior no Brasil: 1995-2010. *Revista Brasileira de Educação*, v. 20, n. 60, 2015

MARICONDA, P. R. O alcance cosmológico e mecânico da carta de Galileu Galilei a Francesco Ingoli. *Scientiæ studia*, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 443-65, 2005

MARSULO, M. A. G.; SILVA, R. M. G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 Nº 3 (2005)*

MENDES, G. H. G. I., BATISTA, I. L. **Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes.** *Ciênc. Educ., Bauru*, v. 22, n. 3, p. 757-771, 2016

MORAES, Gustavo Henrique. *Identidade de Escola Técnica vs. Vontade de Universidade: a construção da Identidade dos Institutos Federais*. Tese de doutorado. UnB. Brasília. 2016.

_____; KIPINIS, B. (2018). Identidade de Escola Técnica vs Vontade de Universidade nos Institutos Federais: Uma abordagem histórica. *Linhas Críticas*, 23(52)

MOREIRA, Antonio Flavio Barbosa. Currículos e programas no Brasil. 18ª Ed. Campinas, Papirus, 2012.

_____, TADEU, Tomaz (orgs). Currículo, Cultura e Sociedade. 12ª Ed. São Paulo, Cortez, 2011.

MOREIRA, M. A Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados 32 (94), 2018. P. 73-80.

_____. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, mar., 2000

_____. Partículas e Interações. Física na Escola, v. 5, n. 2, 2004

MORORÓ, L. P., PEREIRA, C. W. S. A formação de professores nos institutos federais: interiorização e efeitos sobre a profissionalização docente no norte de Minas Gerais. Educação em Debate, Fortaleza, ano 41, nº 80 - set./dez. 2019

MOURA, Dante Henrique; LIMA FILHO, Domingos Leite; SILVA, Mônica Ribeiro. Politecnicidade e formação integrada: confrontos conceituais, projetos políticos e contradições históricas da educação brasileira. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, v. 20, n. 63, p. 1057-1080, dez. 2015.

NAPOLITANO, H. B., LARIUCCI, C. Alternativa para o ensino da cinemática. Inter-Ação; Rev. Fac. Educ. UFG, 26 (2): 119-129, jul./dez. 2001

NARDI, Roberto. Memórias da educação em ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 63-101, 2005. Disponível em:

<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID124/v10_n1_a2005.pdf>

NETO, A. S., SILVA, A. C. Formação do Professor de Física: análise do curso de Licenciatura em Física do IFSP. *RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 13, n. 2, p. 871-884, abr./jun., 2018

NICOLI JUNIOR, R. B., MATTOS, C. História e Memória do Ensino de Física no Brasil: a faculdade de medicina de São Paulo (1913-1943). *Ciência & Educação*, v. 18, n. 4, p. 851-873, 2012

_____. As diferentes abordagens do conteúdo de Cinemática nos livros didáticos do ensino de Ciências brasileiro (1810-1930). Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°1 (2008)

NONENMACHER, S. E. B; PANSERA-DE-ARAÚJO, M.C. Os cursos de licenciatura nos Institutos Federais da Região Sul do Brasil. In: Anais VIII Enpec. Unicamp. Campinas. 2011.

OHANIAN, Hans C. Os *erros* de Einstein – as falhas humanas de um gênio. São Paulo. Larrouse do Brasil, 2009

OLIVEIRA, José Ricardo Moraes de. *A expansão do Instituto Federal de São Paulo: análise dos indicadores de desempenho*. Dissertação de Mestrado. PPG em Organizações e Sistemas públicos. Ufscar, São Carlos, 2018

OLIVEIRA, Roger D'Avila. Proposta de sequência didática: utilização de simuladores no aprendizado de gráficos em cinemática. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Unesp. Presidente Prudente. 2016

OLIVEIRA, Márcio Marques Lopes de. O Papel da Experimentação no ensino pela pesquisa em Física. Dissertação de Mestrado. PPG em Educ em Ciências e Matemática. PUC-RS. 2010

OLIVEIRA, C. B., FORSBERG, M. C. S. O uso de narrativas nas pesquisas em formação docente em educação em ciências e matemática. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) vol.22 Belo Horizonte 2020 Epub Mar 13, 2020

OLIVEIRA, I. B., SÜSSEKIND, M. L. Das teorias críticas às críticas das teorias: um estudo indiciário sobre a conformação dos debates no campo curricular no Brasil. Rev. Bras. Educ. vol.22 no.71 Rio de Janeiro 2017 Epub Oct 09, 2017

OSTERMANN, Fernanda, MOZENA, Erika Regina. Interdisciplinaridade, multidisciplinaridade e integração curricular no ensino de física no nível médio: qual escola queremos? In: GENOVESI, Luiz Gonzaga Roversi et. al. (orgs) **Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em ensino de Física**. São Paulo. Editora Livraria da Física. 2016

OTRANTO, C. R. Criação e implantação dos institutos federais de educação, ciência e tecnologia – IFETs Revista RETTA (PPGEA/UFRRJ), Ano I, nº1, jan-jun 2010, p. 89-110

PACHECO, J. A. Estudos curriculares: desafios teóricos e metodológicos. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 21, n. 80, p. 449-472, jul./set. 2013.

PAIVA, Rita de Cássia Souza. Uma Inserção no Universo Bachelardiano - O alargamento da imaginação e a obsolescência do objetivismo na ciência contemporânea e na Sociologia. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Sociologia. FFLCH-USP, São Paulo, 1997.

PANSARDI, M. V. UM ESTRANHO NO NINHO: A formação de professores em sociologia nos institutos federais. Inter-Legere (UFRN), v. 1, p. 235-249, 2013

PASCHOA, A., FERNANDES, S. A., AZEVEDO, T. J. *Grau de certeza demonstrado por ingressantes do curso de Licenciatura em Física com relação ao seu conhecimento inicial de conceitos físicos*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia. Anais eletrônicos...Uberlândia, UFU. 2015. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/>>. Acesso em 22/08/2019.

PITTA, D. P. R. A dinâmica dos quatro elementos no candomblé. In: SANT'ANNA, C., org. *Para ler Gaston Bachelard: ciência e arte* [online]. Salvador: EDUFBA, 2010

PEREIRA, M. Z. C. et. al. os discursos sobre currículo e as concepções de avaliação nos i e ii segmentos do ensino fundamental da rede municipal de João Pessoa/PB. **Espaço do Currículo**, v.8, n.3, p. 490-507, Setembro a Dezembro de 2015.

PEREIRA, W. H. S., LONDERO, L. A Física produzida no brasil nas coleções didáticas do programa nacional do livro didático (2018-2020). Revista Ensaio | Belo Horizonte | v.21 | e12583 | 2019

PETRUCCI-ROSA, Maria Inês. Experiências Interdisciplinares e formação de professore(a)s de disciplinas escolares: imagens de um currículo-diáspora, *Revista Pro-Posições*, v.18 n.2 (53), maio/agosto, 2007

_____; Mônadas benjaminianas como possibilidade metodológica. In: VI Congresso Internacional de Pesquisa (Auto) Biográfica. Modos de Viver Narrar, Guardar, 2014, Rio de Janeiro. Anais do VI CIPA. Rio de Janeiro: VI CIPA, Biograph, 2014.

_____. Linhas Críticas, Brasília, DF, v.23, n.52, p. 560-577, jun. 2017 a set. 2017.

_____. Currículo de Ensino Médio e Conhecimento Escolar: das políticas às histórias de vida. Curitiba: Editora CRV, 2018. 154p

_____; RAMOS, T. A.; CORREA, B. R.; ALMEIDA JUNIOR, A. S. Narrativas e Mônadas: potencialidades para uma outra compreensão de currículo. *Currículo sem Fronteiras*, v.11, n.1, p.198-217, Jan/Jun, 2011.

PIETROCOLA, Mauricio; A matemática como estruturante do conhecimento física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19; n. 1. P. 93-114, Abr. 2002

PORTO, C. M., PORTO, M. B. D. S. M. Galileu, Descartes e a elaboração do princípio da inércia. *Rev. Bras. Ensino Fís.* vol.31 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2009 <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000400018>

PRIGOGINE, Ilya. O fim das certezas – tempo, caos e as leis da natureza. 2ª Ed, São Paulo, Editora Unesp, 2011.

PRETA, T. S. C., LOPES, N. *Currículo e Formação de professores no âmbito do PIBID: a dificuldade da reinvenção do conteúdo escolar a partir de ideias do movimento CTSA*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017, São Carlos. Anais eletrônicos...São Carlos, Usp. 2017. Disponível em: <http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/>>. Acesso em 02/07/2019

PUGLIESE, R. M.; “A história da física e a física escolar: incoerências entre a ciência e o ensino”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº4, p. 32-44. 2017. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em 20/02/2021.

_____. Consumindo a Física na escola básica: a sociedade do espetáculo e as novas propostas curriculares. Dissertação de Mestrado, FEUSP, IFUSP, São Paulo, 2011.

RAMALHO, R. A. O ensino de cinemática apoiado na metodologia peer instruction para alunos de eja. *Revista do Professor de Física*, v. 3, n. 3, p. 76-104, Brasília, 2019.

RIBEIRO FILHO, A. **A noção de operador na física-matemática e a epistemologia bachelardiana.** In: SANT'ANNA, C., org. *Para ler Gaston Bachelard: ciência e arte* [online]. Salvador: EDUFBA, 2010.

RODRIGUES, Carla Nayelli Terra. Práticas escolares de física moderna e contemporânea no ensino médio: um estudo de dissertações e teses brasileiras (1972-2015). 2019. Dissertação de Mestrado. *Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática. IFGW. Unicamp. Campinas, 2019.*

ROMANOWSKI, J. P., SILVA, P. J. A formação pedagógica no curso de Licenciatura em Física: articulação entre campos do conhecimento. *Revista Ensaio | Belo Horizonte* | v.20 | e9270 | 2018

ROSA, C. W, ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 4 N° 1 (2005)

RUIZ, A. I., RAMOS, M. N., HINGEL, M. Escassez de professores no Ensino Médio: propostas estruturais e emergenciais. Relatório CNE/CEB. Maio 2007.

RUDD, T., GOODSON, I. F. Refraction as a Tool for Understanding Action and Educational Orthodoxy and Transgression. *Revista Tempos e Espaços em Educação, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, v. 9, n. 18, p. 99-110, jan./abr. 2016.*

SANTOS, Márcio Correia dos. Experimento e matemática na lei da queda dos corpos de Galileu Galilei. 2018. Dissertação (Mestrado em Filosofia). IFCH. Unicamp, Campinas, 2018.

SANTOS, Natália Carvalho dos. Implantação das licenciaturas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo Campus São José dos Campos: obstáculos e perspectivas. Dissertação de mestrado. Programa de Mestrado Profissional em Gestão de Políticas e Organizações públicas. Escola Paulista De Política, Economia E Negócios. Unifesp. Osasco, 2017. 124f

SANTOS, F. R. Fantasmagoria: a chave para compreensão da modernidade em Walter Benjamin. *Cadernos Walter Benjamin* 17. Jul-dez, 2016, p. 77-93.

SANTOS, Nelma Ferreira dos. A formação inicial de professores de Física em centros federais de educação tecnológica: contribuições e críticas. Rio de Janeiro, UERJ,

2004. 140 p. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Centro de Educação e Humanidades, UERJ, 2004.

SANTOS, C. A. B., CURI, E. A formação dos professores que ensinam Física no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 4, p. 837-849, 2012

SCHLESENER, Anita Helena. Os tempos da história: leituras de Walter Benjamin. Brasília, Liber Livro, 2011.

SECCO, D. OSÓRIO, M. R. V. Diretrizes Curriculares Nacionais e a formação de professores de Física no Instituto Federal: uma análise do projeto pedagógico de curso. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017, São Carlos. Anais eletrônicos...São Carlos, Usp. 2017. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/>>. Acesso em 02/07/2019

SILVA, José Hilton Pereira. A prática como componente curricular nos cursos de licenciatura em Física da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Tese de doutorado. Programa de PósGraduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara. 2019

SILVA, Flavia Cristiane Pires. As condições de oferta dos cursos de Licenciatura em Física: o caso do Instituto Federal de Goiás. Dissertação de Mestrado. PPGE PUC-Goias, 2018a.

SILVA, Caroline Felipe Jango da. Extensão e diversidade étnico-racial no IFSP: caminhos para construção de uma educação antirracista. 2018. Tese (Doutorado em Educação). PPGE. Faculdade de Educação...Universidade Estadual de Campinas. Campinas 2018b.

SILVA, Jesué Graciliano da. A expansão da rede federal de educação profissional, científica e tecnológica entre os anos 2005 e 2015 e suas implicações socioespaciais no estado de Santa Catarina. Tese doutorado. PPG Geografia UFSC Florianopolis. 2017

SILVA, I. Uma nova luz sobre o conceito de fóton: Para além de imagens esquizofrênicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 4, 4204 (2015). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731945>. Acesso em 01/04/2021.

SILVA, Caetana Juracy (org.). **Institutos Federais Lei 11.892, de 29/12/2008: Comentários e Reflexões**. Natal: IFRN, 2009. Disponível em <https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/1071>. Acesso em 26-03-2021

SILVA, Denys B. Rodrigues da. A comunidade disciplinar de ensino de Física na produção de políticas de currículo. 2006. 144f. Dissertação. (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVEIRA, Fernanda Romanezi da. A evasão de estudantes no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo: uma contribuição ao conhecimento das dificuldades na identificação de seus determinantes. 209f. Tese (doutorado em educação). FE. Unicamp. Campinas, 2017.

SOARES, L, MOTA L. Panorama das Licenciaturas em Física nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017, São Carlos. Anais eletrônicos...São Carlos, Usp. 2017. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/atas/>>. Acesso em 02/07/2019

SOUSA, Paula Fernandes Ferreira. Física como disciplina escolar: investigando sua dimensão cultural. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) PPG em Ensino de Ciências Multiunidades. Usp. São Paulo, 2014

_____, Kawamura, M. R. D. Identificação de marcadores culturais em currículos de Física. *Enseñanza de las ciencias*, N.º extraordinario (2017): 1459-1463

SOUSA, T. L., MARTINS, A. F. P. Gaston Bachelard e a educação: por uma pedagogia da formação. *Cadernos de Pesquisa*, São Luís, v. 27, n. 1, jan./mar., 2020. p. 401 – 430.

SOUZA-FILHO, Moacir Pereira de. O erro em sala de aula: subsídios para o ensino do eletromagnetismo. Tese de Doutorado. 2009. Unesp, Bauru

SOUZA-FILHO, M. P., BOSS, S. L. B., CALUZI, J. J. *Diferenças e semelhanças entre eletricidade e magnetismo: o diálogo histórico entre o erro e a verdade subsidiando o ensino de Física*. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008, Curitiba. Anais eletrônicos...Curitiba, UTFPR. 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/trabalhos.htm>>. Acesso em 02/07/2019

SOUZA JÚNIOR, M.; GALVÃO, A. M. O. História das disciplinas escolares e história da educação. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 391-408, 2005.

SOUZA, E. C., MEIRELES, M. M. Olhar, escutar e sentir: modos de pesquisar-narrar em educação. Revista Educação e Cultura Contemporânea, v. 15, n. 39, p. 282 – 303. 2018

STRAFORINI, R. O ensino de Geografia como prática espacial de significação. Estudos avançados. vol.32 n.93 São Paulo May/Aug. 2018

STUDAR, N. Complexidade na Física e seu Ensino: Apresentação da Edição Especial. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, suppl. 1, e20210031 (2021). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0031>. Acesso em 23/03/2021

Strack, R.; Loguércio, R.; Del Pino, J. C. Percepções de professores de ensino superior sobre a literatura de divulgação científica. Ciência & Educação, v. 15, n. 2, p. 425-42, 2009

TEIXEIRA, E. S., et. al. A robótica educacional como ferramenta para o ensino de cinemática. Revista Eletrônica Debates Em Educação Científica E Tecnológica,, Vitória(ES), v. 8, n. 01, p 170-197, Abril de 2018

UGLAR, Andréa, Monteiro. Formação inicial de professores: um estudo das disciplinas filosóficas do Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – campus São Paulo. 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VELANES, D., ROCHA, G. K. Bachelard e sua interpretação filosófica da teoria da relatividade. SOFIA (ISSN 2317-2339), Vitória (ES), v.9, n.1, p. 220-237, jan./jul. 2020

VIANA, A. R. A Pedagogia de Bachelard. Revista Magistro. Vol. 9, n.1, 2014

VIEIRA, C.; VIDEIRA, A. História e Historiografia da Física no Brasil. Fênix Revista de História e Estudos Culturais, v. 4, n. 3, p. 1-27, 2007.

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO A PERSPECTIVA DE UMA CIÊNCIA IDEAL NA CONSTITUIÇÃO DA FÍSICA COMO DISCIPLINA ESCOLAR

Pesquisador: João Henrique Cândido de Moura

CAAE: 17495419.2.0000.8142/17495419.2.3001.5473

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A Física enquanto Ciência, em relação aos problemas estudados na contemporaneidade, trata de assuntos que englobam fenômenos em uma escala micro (p. ex., partículas elementares, propriedades dos materiais) e em escala macro (p. ex., cosmologia, astronomia, evolução das estrelas). Por outro lado, a Física enquanto disciplina escolar aborda situações mais próximas da nossa experiência cotidiana (movimento de objetos, trocas de calor entre corpos/materiais, instrumentos ópticos e circuitos elétricos). Uma análise do documento da Matriz de Referência do Enem (BRASIL, 2009) corrobora essa asserção. Logo, em uma análise preliminar e geral, nota-se um distanciamento entre a atividade contemporânea da Física (que podemos denominar de acadêmica/científica) e os temas ensinados nas aulas de Física da escola básica (Física escolar).

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____ Página 1 de 7

No caso da Física trabalhada nos ensinos fundamental e médio, é notável destacar uma de suas principais características: o estudo dos fenômenos em condições ideais e muitas vezes irreais para situações que acontecem em nosso planeta. O atrito e a resistência do ar são quase sempre desprezados nos problemas sobre movimentos de corpos; em estudos sobre calor e temperatura não se leva em consideração a troca de energia térmica entre um corpo e o ambiente em que se encontra, dentre outros exemplos. Assim, em relação a Ciência Física, acadêmica, desenvolvida em centros de pesquisa e Universidades, em que os parâmetros pertinentes devem ser levados em consideração, a Física escolar se delinea de forma diferente, se constituindo como uma Física ideal, uma ciência sem possibilidade de erros. Essas diferenças evidenciam esse processo de transformação indicado por Lopes na passagem do conhecimento científico para escolar.

Considerando que os saberes mobilizados pela Física escolar são oriundos de processos de recontextualização da dimensão acadêmica/científica da Física, interessa-nos investigar em que medida essa perspectiva de uma ciência ideal, de uma ciência sem erro, contribuiu para a constituição e permanência desse campo disciplinar na configuração curricular da escola básica, no âmbito de um instituto federal.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a: uma entrevista, em que poderá narrar suas experiências como professor(a) de disciplinas do curso de Licenciatura em Física. Você estará livre para contar e rememorar suas histórias e memórias que envolvem tanto a sua aproximação com a área de Ensino/Educação, quanto a outras áreas da Física em si. Sendo assim, quaisquer memórias que sejam frutos dessa experiência, poderão ser espontaneamente trazidas nesse momento de conversa. Essa entrevista ocorrerá em um dia do ano de 2019, em data e horário a ser combinado entre as partes e você não precisará realizar nenhum tipo de deslocamento para a concessão da entrevista, ficando essa responsabilidade a cargo do pesquisador.

Importante ressaltar que como a entrevista não se dará com um questionário semiestruturado, sendo uma conversa aberta, não é possível prever com exatidão a sua duração. No entanto, espera-se que as experiências e memórias propiciadas no processo mencionado sejam narradas, sendo desejável que as narrativas elaboradas tenham uma duração mínima de 30 minutos. Lembrando que você não tem qualquer obrigação de realizar a entrevista nesse tempo, podendo inclusive, encerrar ou desistir da mesma a qualquer momento.

Caso você aceite participar dessa pesquisa, evidencio que todas as normas do Comitê de Ética em Pesquisa serão integralmente respeitadas. Logo, o registro da entrevista será feito apenas em áudio. Os dados coletados são confidenciais e sigilosos, e quando forem publicados os resultados da pesquisa o nome do participante não irá ser revelado, usando-se um pseudônimo para cada um dos participantes. Os áudios serão transferidos do gravador ou celular para serem armazenados temporariamente em um HD externo (exclusivo para a tese) do pesquisador e em seu computador particular usado para o trabalho da tese. Após transcorridos 5 anos do término da pesquisa, as entrevistas serão apagadas do HD externo e do computador, de forma que após este período não mais serão mantidos quaisquer desses arquivos de áudio (de acordo com a resolução 510/16 CNS/MS). Haverá diversos cuidados para que somente as pessoas que estão envolvidas com a pesquisa tenham acesso às entrevistas. Dentre eles, não compartilhar as entrevistas por meio da internet, não usar pen-drives para transferência dos arquivos entre os pesquisadores. Os nomes dos participantes não serão revelados em nenhum momento, pois será usado um pseudônimo para cada participante, de forma que não seja possível identificar nenhum participante. Após a realização da entrevista, ela será integralmente transcrita pelo pesquisador, que também realizará a textualização do material, retirando traços de oralidade, repetições excessivas, construções coloquiais ou impróprias, uma vez que a análise destas características não se insere na proposta de trabalho. Neste processo também serão suprimidas informações que identifiquem o entrevistado e/ou outros sujeitos, sempre substituindo os nomes dessas pessoas por pseudônimos escolhidos pelo pesquisador. Depois, os textos serão devolvidos para os entrevistados, para que eles possam fazer a anuência da publicação destas entrevistas de forma não identificada.

Desconfortos e riscos:

Os riscos relacionados a esta pesquisa são mínimos, relacionados ao processo da realização da entrevista. Os participantes podem sentir algum desconforto ao rememorar algum episódio da vida profissional, cansaço ou aborrecimento ao dar a entrevista; constrangimento ao se expor durante a realização da entrevista; desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante a gravação das falas em áudio; alterações no estado emocional provocadas pela evocação de memórias ou por reforços na conscientização sobre uma condição física ou psicológica restritiva ou incapacitante; alterações de visão de mundo, de relacionamentos e de comportamentos em função de reflexões sobre carreira profissional, práticas profissionais. Salienta-se que o pesquisador fará o possível para atenuar essas implicações. O pesquisador pode sugerir mudança de data da entrevista, deixando a critério do entrevistado a escolha de data, horário e local para realização da mesma, de maneira que o participante da pesquisa se sinta o mais confortável possível. Além disso, o pesquisador garantirá aos sujeitos da pesquisa que todos os depoimentos coletados serão enviados aos seus respectivos narradores, que terão total liberdade para sugerir alterações, adequações ou supressões do conteúdo de suas falas.

Salienta-se também que a identidade dos participantes será totalmente resguardada, considerando que pode existir um risco relacionado à quebra de sigilo da pesquisa. Aos participantes da pesquisa é garantido total anonimato e enfatiza-se que a identidade deles permanecerá em sigilo e não será revelada sob nenhuma hipótese. No entanto, na condição em que um eventual participante da pesquisa sinta-se lesado de alguma forma, mesmo que não intencionalmente, este pode recorrer a resolução 510/16. Ela dispõe que os participantes de uma pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano, oriundo comprovadamente de sua participação na pesquisa, previsto ou não no TCLE, têm direito a indenização, por parte do pesquisador, patrocinador e das instituições envolvidas. O tema indenização não consta apenas na resolução 510/16, estando previsto no código civil. Logo, em casos de eventuais danos causados pela participação na pesquisa, o participante teria direito a uma compensação.

Benefícios:

Os benefícios para os participantes da pesquisa podem ser indiretos. Através do compartilhamento de memórias e experiências de sujeitos que trabalham no contexto da prática educativa, os participantes podem contribuir para ampliar a compreensão de questões relacionadas ao campo do conhecimento escolar e da Física que se ensina. Também pode-se dizer que através das entrevistas os participantes podem refletir sobre a práxis profissional, o que poderia de alguma maneira contribuir com ações positivas nas atividades desempenhadas pelo participante. Dessa maneira, também acreditamos que um benefício indireto é a própria apresentação de um momento de reflexão, em que o entrevistado pode contar a sua vida e desse momento de diálogo, produzir autorreflexões sobre ela.

Acompanhamento e assistência:

Para acompanhamento e assistência da pesquisa e em caso de quaisquer dúvidas, o pesquisador poderá em qualquer momento ser procurado para maiores esclarecimentos, por meio do contato eletrônico ou pessoal.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

A entrevista será realizada em hora, dia e local determinado pelo entrevistado. Qualquer gasto que houver com deslocamento para a entrevista será de total responsabilidade do pesquisador. Dessa forma, não haverá nenhum tipo de reembolso de dinheiro, uma vez que sua participação na pesquisa não envolve nenhum gasto e, é voluntária, não cabendo qualquer tipo de ganho pecuniário ou material. A resolução 510/2016 CNS/MS define a previsão pela indenização para os participantes de pesquisa que se sentirem prejudicados pela sua participação na pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores:

Aluno: João Henrique Cândido de Moura. Universidade Estadual de Campinas. Rodovia Professor Zeferino Vaz, Rua Bertrand Russell, 801 - Cidade Universitária, SP, 13083-865, 19-99167-3353.

Orientadora: Maria Inês Petrucci-Rosa. Universidade Estadual de Campinas. Rodovia Professor Zeferino Vaz, Rua Bertrand Russell, 801 - Cidade Universitária, SP, 13083-865, 19-997886119.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP-CHS) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, telefone (19) 3521-6836; e-mail: cepchs@unicamp.br; e/ou com o COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA do Instituto Federal de São Paulo, Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP, Telefone: (11) 3775-4569, E-mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP):

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do(a) participante: _____

_____ Data: ____/____/____.

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 510/2016 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data: ____/____/____.

(Assinatura do pesquisador)