



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

**AS INTER-RELAÇÕES ENTRE A FÍSICA E A
MATEMÁTICA: EVIDÊNCIAS EM DIÁLOGOS
EXTEMPORÂNEOS DE GALILEU, NEWTON E A
ESCOLA FRANCESA NA CONSOLIDAÇÃO DE
UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA
NO BRASIL**

Fernando Osvaldo Real Carneiro

Salvador

2019

FERNANDO OSVALDO REAL CARNEIRO

**AS INTER-RELAÇÕES ENTRE A FÍSICA E A MATEMÁTICA: EVIDÊNCIAS
EM DIÁLOGOS EXTEMPORÂNEOS DE GALILEU, NEWTON E A ESCOLA
FRANCESA NA CONSOLIDAÇÃO DE UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO
DE FÍSICA NO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Martins Penido

Salvador

2019

Carneiro, Fernando Osvaldo Real

As inter-relações entre a Física e a Matemática:
evidências em diálogos extemporâneos de Galileu,
Newton e a Escola francesa na consolidação de uma
abordagem para o ensino de física no Brasil / Fernando
Osvaldo Real Carneiro. -- Salvador, 2019.
363 f.

Orientadora: Maria Cristina Martins Penido.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Ensino, Filosofia e História das Ciências) --
Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física -
UFBA, 2019.

1. Ensino. 2. História. 3. Física. 4. Matemática. 5.
Inter-relações. I. Penido, Maria Cristina Martins. II.
Título.

Fernando Osvaldo Real Carneiro

As inter-relações entre a Física e a Matemática: Evidências em diálogos extemporâneos de Galileu, Newton e a Escola Francesa na consolidação de uma abordagem para o Ensino de Física no Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Profa. Dra. Maria Cristina Martins Penido (Orientadora)
Universidade Federal da Bahia
Membro Titular

Prof. Dr. Demétrio Delizoicov Neto
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro Titular

Prof. Dr. Jonei Cerqueira Barbosa
Universidade de Federal da Bahia
Membro Suplente

Prof. Dr. Luiz Márcio Santos Farias
Universidade de Federal da Bahia
Membro Titular

Prof. Dr. Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira
Universidade de São Paulo
Membro Titular

Prof. Dr. Niels Fontes Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Membro Suplente

Prof. Dr. Osvaldo Frota Pessoa Júnior
Universidade de São Paulo
Membro Titular

Salvador, 17 de abril de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus na figura do seu filho Jesus Cristo por tudo e por todos.

A Maria de Nazaré, nossa mãe, pelo acolhimento confortável no seu manto sagrado, nas horas de conflitos.

Ao meu amorzinho, pleno e imortal, presente da divindade, Maria Fernanda Dantas Carneiro, a quem dedico tudo isso.

A minha eterna companheira de todas as horas e, inclusive, de outras vidas, Carina Dantas Silva Carneiro, pelo seu amor avassalador e por sua vasta compreensão aos meus projetos. A ela todo meu reconhecimento.

As minhas famílias de sangue e de acolhimento pela torcida de todas as horas.

A minha autêntica “mãe-leoa”, minha queridíssima professora e orientadora, Dra. Maria Cristina Martins Penido pela incondicional parceria e pela brilhante coautoria neste vasto empreendimento de minha vida.

Ao professor Dr. Luiz Márcio Santos Farias pela confiança na minha pessoa, acreditando que tudo isso seria possível.

Aos meus nobres colegas, em ordem alfabética, com fins de não causar ciúmes, professores Dr. Dielson Hohenfeld Pereira por me incentivar nos estudos de doutoramento, norteando o meu caminhar; Me. Fellipe Antônio dos Santos Cardoso Leite por ser um grande “ouvidor” das ideias desse projeto; Dr. Ives Lima de Jesus pela confiança e apoio ao meu projeto frente ao nosso Departamento e ao Dr. Jancarlos Menezes Lapa pelo auxílio no desenho inicial deste projeto.

A todos os colegas do Núcleo de Estudos e Preparação Docente em Ciências – NEPDC, nosso grupo de pesquisa, pelas profundas discussões, pelos debates acalorados que ritmaram e deram o tom a esse projeto e, pelo conforto dos ombros-amigos, nos momentos tensos dessa caminhada.

A todos os meus colegas do Departamento de Matemática – DEMAT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, Campus de Salvador pela compreensão acerca do meu afastamento por dez meses, com fins de me possibilitar dedicação exclusiva a esse projeto tão sonhado.

Aos meus colegas da equipe diretiva do IFBA/Campus de Salvador, nas pessoas dos professores Albertino Ferreira Nascimento Júnior e Lybia Rocha dos Santos, a minha total gratidão por mais esse momento.

Aos meus colegas do Programa de sala de aula e de batalha, meu muito obrigado pela companhia e união que nos fizeram ter forças para chegar até aqui.

A todos os meus professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – PPGEFHC pela exaustiva dedicação a todos nós.

Aos professores que me avaliaram no Exame de Qualificação, Dr. Jonei Cerqueira Barbosa pelas decisivas sugestões de cunho metodológico e ao Dr. Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira pelas decisivas sugestões de cunho histórico-epistemológico, ambos foram baluartes nos encaminhamentos finais desta tese.

Aos professores que avaliaram esta tese, as minhas sinceras reverências.

Ao PPGEFHC, em especial às Coordenações e aos amigos que compuseram a Secretaria nesses quatro anos pelo excelente atendimento e paciência, nas nossas horas de confusão mental.

A minha secretaria Dilma pela paciência em me atender quando estava sentado à mesa, nos momentos de leituras e escrita.

E, finalmente, ao meu cachorro *Chantilly* pela sua total fidelidade a minha pessoa, por sua companhia entre os meus pés quando, solitário, encontrava-me escrevendo sobre a mesa.

"À medida que envelheço, presto menos
atenção ao que as pessoas dizem;
simplesmente observo o que fazem."
(Autor desconhecido)

RESUMO

Discutimos questões que são pertinentes ao terreno da Formação Docente, focalizando-se na História do Ensino de Física elevamos em consideração as influências acerca da forma como utilizamos a Matemática no Ensino de Física. A pesquisa justifica-se pela existência da necessidade de compreendermos o porquê a Matemática tem funcionalidade específica de atuação metodológica, no âmbito do Ensino de Física, podendo ocasionar obstáculos pedagógicos permanentes. Na pesquisa, investigamos e classificamos um elenco de dimensões histórico-epistemológicas, advindas de momentos histórico-filosóficos específicos, que dizem respeito à relação constante entre a Física e a Matemática onde aconteceram os diálogos extemporâneos, propostos pelas obras específicas de Galileu, Newton e pela mediação da Escola Francesa. Tratamos de analisar como ocorreu a transformação do estilo de pensamento presente nas epistemologias galileanas e newtonianas, no ensino de física da Escola Francesa nos séculos XIX e XX e a sua conseqüente recepção no Brasil. Os caminhos trilhados para chegarmos a esse objetivo, permearam por um estudo teórico de avaliação documental, acerca das fontes históricas, à luz da análise das categorias fleckianas, com fins de compreendermos o que pode ter levado a essa consolidação, presente no ensino de física, nos dias de hoje no Brasil. Trouxemos resultados que podem nos remeter às formas mais coerentes de utilizar a Matemática no Ensino de Física, evidenciando, assim, uma concepção ingênua dessa relação por parte dos pares envolvidos. Por tudo isso, ampliamos o olhar crítico acerca dessas dimensões histórico-epistemológicas, utilizadas nos cursos de formação dos professores de Física no Brasil.

Palavras-chave: Ensino, História, Física, Matemática, Inter-relações

ABSTRACT

We discuss issues that are relevant to the field of Teacher Education, focusing on the History of Physics Teaching and take into account the influences on how we use Mathematics in Physics Teaching. The research is justified by the existence of the need to understand why Mathematics has specific functionality of methodological performance, within the scope of Physics Teaching, and may cause permanent pedagogical obstacles. In the research, we investigate and classify a set of historical-epistemological dimensions, arising from specific historical-philosophical moments, which relate to the constant relationship between Physics and Mathematics where the extemporaneous dialogues, proposed by the specific works of Galileo, Newton and mediation of the French School. We try to analyze how the transformation of the thinking style present in the Galilean and Newtonian epistemologies occurred in the physics teaching of the French School in the 19th and 20th centuries and its consequent reception in Brazil. The paths taken to reach this objective were permeated by a theoretical study of documentary evaluation of historical sources in the light of the analysis of the Fleckian categories in order to understand what might have led to this consolidation present in the teaching of physics, nowadays in Brazil. We have brought results that may refer us to the more coherent ways of using Mathematics in Physics Teaching, thus evidencing a naive conception of this relationship on the part of the involved peers. For all this, we broaden the critical view about these historical-epistemological dimensions, used in the training courses of physics teachers in Brazil.

Key words: Teaching, History, Physics, Mathematics, interrelations

LISTA DE SIGLAS

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEFET-RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro

BA - Bahia

DF – Distrito Federal

ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

ERIC – Institute of Education Sciences

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

GO - Goiás

IFBA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

LIFE – Laboratório Interdisciplinares de Formação de Educadores

MG – Minas Gerais

PA – Pará

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

PE - Pernambuco

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

PR - Paraná

PUCMG – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

RJ – Rio de Janeiro

RN – Rio Grande do Norte

RS – Rio Grande do Sul

SC – Santa Catarina

SP – São Paulo

UCPH - Universidade de Copenhagen

UEL – Universidade Estadual de Londrina

UEM – Universidade Estadual de Maringá

UEPB - Universidade Estadual da Paraíba

UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa

UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFFS – Universidade Federal da Fronteira Sul

UFGO– Universidade Federal de Goiás

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFRPE– Universidade Federal Rural de Pernambuco

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UFSM– Universidade Federal de Santa Maria

UnB – Universidade de Brasília

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

UNESP – Universidade Estadual Paulista

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo

UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

UNIPLAC – Universidade do Planalto Catarinense

UNIPLI – Centro Universitário Plínio Leite

UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí

UNOCHAPECÓ – Universidade Comunitária da Região de Chapecó

USP - Universidade de São Paulo

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Capa do livro <i>Discoursi</i>	115
Figura 2 – Capa do livro <i>Principias</i>	131
Figura 3 – Capa do livro <i>Introduction in analisis infinitorum</i>	146
Figura 4 – Capa do livro <i>Traité de dynamique</i>	149
Figura 5 - Capa do livro <i>Mecanique analytique</i>	152
Figura 6 – Capa do livro <i>Exposition du systeme du monde</i>	152
Figura 7 – Capa do livro Tratado de Mecânica Celeste.....	154
Figura 8 – Capa do livro Teoria analítica das probabilidades.....	155
Figura 9 - Os círculos esotérico e exotérico.....	173
Figura 10 – Capa da tese do Souzinha.....	179
Figura 11 - Capa do livro <i>Traité de Physique</i>	187
Figura 12 - Terreno percorrido neste trabalho.....	221

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de trabalhos por período.....	68
Tabela 2: Número de trabalhos por área do conhecimento.....	69
Tabela 3: Número de trabalhos por região e Estado.....	69
Tabela 4: Número de trabalhos por programa e IES.....	70
Tabela 5: Número de trabalhos por período.....	72
Tabela 6: Número de trabalhos por área do conhecimento.....	72
Tabela 6.1: Detalhes das denominações por áreas	73
Tabela 7: Número de trabalhos por região e Estado.....	74
Tabela 8: Número de trabalhos por programa e IES.....	75
Tabela 9: Disciplinas (cadeiras) ministradas na Academia Real Militar, a partir de 1810.....	177
Tabela 10: Disciplinas (cadeiras) ministradas na Academia Real Militar, a partir de 1858.....	180
Tabela 11: Disciplinas (cadeiras) ministradas nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica, a partir de 1874.....	181
Tabela 12: Tabela que demonstra a influência francesa por cerca de 100 anos, no ensino básico brasileiro, conforme orientação do Colégio Pedro II	184
Tabela 13: Categorias teórico-metodológicas elencadas por Karam	201
Tabela 14: Plataforma CAPES: A “matematização” no “Ensino de Física”	205
Tabela 15: Plataforma CAPES: O “papel da Matemática” na “Física”	208
Tabela 16: Plataforma ERIC: “The role of Mathematics” “in Physics”	209

Tabela 17: Plataforma ERIC: “The Mathematics” in theaching physics	211
Tabela 18: Dimensões histórico-epistemológicas elencadas por Carneiro.....	215
Tabela 19: Descrições das dimensões histórico-epistemológicas elencadas por Carneiro.....	217

SUMÁRIO

Introdução	18
Apresentação do tema	18
Aspectos metodológicos	30
Estrutura da tese	34
1. O que pensou Ludwik Fleck	36
1.1 Um breve relato biográfico	36
1.2 A Teoria do Conhecimento	43
1.2.1 Os elementos iniciais da sua epistemologia	43
1.2.2 Os desenvolvimentos das suas ideias	48
1.2.3 O elo entre suas crenças e o ensino	64
1.3 Objeto de estudo <i>versus</i> as categorias fleckianas	79
2. Os antecedentes das dimensões	81
2.1 Pressupostos histórico-filosóficos acerca das inter-relações entre a Física e a Matemática	81
2.1.1 Momentos histórico-filosóficos na Antiguidade	83
2.1.2 Momentos histórico-filosóficos na Idade Média	99
3. As dimensões galileanas e newtonianas	108
3.1 Estilo de pensamento galileano	108
3.1.1 As circulações de ideias que norteiam o coletivo	108
3.1.2 Instauração e extensão do estilo de pensamento galileano	115
3.2 Estilo de pensamento newtoniano	126

3.2.1	As circulações intracoletiva e intercoletiva de ideias que norteiam o coletivo	126
3.2.2	Instauração e extensão do estilo de pensamento newtoniano	131
4.	As dimensões da Escola Francesa	143
4.1	Estilo de pensamento francês	143
4.1.1	A “ruptura” com os estilos de pensamento galileano e newtoniano	143
4.1.2	Instauração e extensão do estilo de pensamento francês	158
5.	A recepção das dimensões francesas no Brasil	175
5.1	O Ensino de Física no Brasil	175
5.1.1	As relações Brasil-França	175
5.1.2	Os livros-textos utilizados no Brasil	182
5.1.3	A estruturação do pensamento físico vigente	189
5.1.4	Uma análise acerca dos periódicos nacionais e internacionais	204
5.1.5	As dimensões histórico-epistemológicas: evidências, análises e comparações	214
6.	Conclusões	221
6.1	Conclusões	221
	Referências Bibliográficas	228
	Apêndices	239

Introdução

Apresentação do tema

A ideia desta pesquisa começou com um *insight* que tive ainda enquanto estudante do ensino secundário, no início dos anos 90, ao observar as aulas dos meus professores de física. Já despertando em mim a vontade de me tornar professor, percebia que aquelas aulas pareciam serem de matemática. Refiro-me a uma aula, em geral, de 50 minutos, dos quais 40 minutos eram dedicados à resolução de problemas e equações e apenas 10 minutos eram dedicados à fenomenologia física.

E como está hoje?

Desde então, meu contato intenso com essas duas grandes áreas só cresceu. Optei em me formar em Matemática e em seguida em Física, pois naquela época acreditávamos muito na importância desta complementação pela necessidade instrumental de aplicabilidade da mesma.

A partir da minha formação e experiências em sala de aula, no âmbito do ensino médio, também acompanhando a formação inicial e continuada dos professores de física na UFBA e no IFBA, além de atuação nos projetos (PIBID e LIFE) da CAPES dos quais eu fazia parte, sempre me questioneei: “por que os professores de física ensinam mais matemática do que propriamente física em suas aulas?”.

Destaco que esta indagação me acompanha ao longo dos anos de vivência na área de Ensino de Física, quando ainda observava que muitos de nós, professores em serviço ou em formação, utilizamos a Matemática como um instrumento de auxílio na resolução de exercícios de física e fazemos isso com tamanha facilidade e intensidade, que muitas vezes ofuscamos a beleza da Física.

Por um lado, a discussão iniciada na década de 1970 ainda nos deixa insatisfeitos com as respostas apresentadas. Hudson e McIntire (1977)

afirmaram que as ausências de específicas habilidades matemáticas demonstram fatores impactantes no fracasso escolar dos cursos de física. Por outro lado, a física é um excelente lugar para cientistas de muitos campos aprenderem a usar matemática na ciência, mas muita ênfase em abordagens algorítmicas pode impedir que os alunos aprendam outras partes importantes de como abordar a solução de problemas físicos, se essas outras partes não forem ensinadas (Redish, 2005).

Dessa forma, me vem recorrentemente à tona que a utilização da Matemática pode ter um comportamento “dual”, isto é, ora pode atender como um “instrumento” e ora como uma “linguagem¹” de auxílio à Física. Na atualidade, quem está discutindo essas ideias são os trabalhos de Pietrocola (2002), Karam (2007), Karam e Pietrocola (2009) e Karam (2012) quando propõem uma distinção entre as habilidades técnicas e estruturantes dos papéis da Matemática no Ensino de Física. Sendo assim, deveríamos indagar aos professores em formação, o que eles pensam sobre isso?

D’Ambrósio (1986) afirma que todo conhecimento é resultado de um longo processo acumulativo de geração de organização intelectual, social e de geração de ideias. Ainda segundo o mesmo autor, essas etapas não são dicotômicas entre si, ou seja, não há condições de desvincular a geração do conhecimento (cognição) de sua organização intelectual (epistemologia) e de sua organização social (história) ou de sua difusão (educação). Nessa busca, o processo é um todo e no campo da Física precisa-se encarar de uma forma mais significativa, favorecendo uma visão mais crítica e muito mais fortemente elaborada. D’Ambrósio (1986) pondera que desta maneira, o ciclo de aquisição do conhecimento é deflagrado a partir da realidade, considerada como um complexo de fatos e fenômenos sempre acontecendo. É nesse terreno que acreditamos na possibilidade de aprofundamento teórico para essa pesquisa.

Para D’Ambrósio (1986), o indivíduo é incessantemente informado pela realidade através de mecanismos de sentidos e de memória. Ele adquire a informação e define motivações e estratégias para a ação. Tais ações provêm

¹ A linguagem a que nos referimos vem da capacidade humana de articular pensamentos e sentimentos através de um determinado sistema simbólico.

de estratégias motivadas pela necessidade e/ou desejo que tem cada indivíduo de explicar, conhecer, entender, lidar, manejar, conviver com a realidade e, logicamente, resulta do processamento da informação que o indivíduo recebeu da realidade. O que é reforçado pelo argumento de Ferruzi (2003) quando diz que, ao fazer previsões e construir conceitos, compreender os fenômenos da natureza e de suas leis tem sido uma das buscas constantes do homem.

Assim, mecanismos de captação de informação começam a ser conhecidos. Porém, essa informação é múltipla na sua natureza e complexa e variada no seu grau de precisão e acuidade. Como, entretanto, se dá o processamento, ainda é inexplicável e constitui um dos problemas mais fascinantes da ciência moderna. D'Ambrósio (1986) explicita que uma possibilidade existente é que, para definir estratégias de ação, o indivíduo seleciona algumas das informações que recebeu e cria representações ou modelos da realidade transformando-os em linguagem estruturada. Nessa busca, um poderoso recurso para contribuir nesse processo não poderia ser a Matemática?

Ferruzi (2003) disse que a Matemática elabora modelos, representando situações concretas que por muitas vezes são impossíveis de serem fundamentadas na sua forma real e carecem de um extrato virtual, visível e representativo ao usuário final - a linguagem. Mas, existiria na comunidade uma compreensão geral de que a Matemática seria uma linguagem? Por um lado, isto se dá porque a Matemática pode nos fornecer rigor, poder de síntese e organização enquanto linguagem estruturante que embasa didaticamente o professor de física como bem disse Pietrocola (2010). Mas, que tipo de linguagem a matemática seria? Na mesma linha, BATISTA (2004, p. 468 apud MENDES & BATISTA, 2016, p. 758) ressalta que,

[...] a linguagem matemática tem sua própria lógica, que é relativamente independente da lógica de um processo físico e, por essa razão, reproduz o conteúdo físico indiretamente. Por essa razão, é preciso que professores e alunos saibam que Física não é Matemática e entender que a linguagem matemática não substitui o conhecimento físico. (BATISTA (2004, p. 468 apud MENDES & BATISTA, 2016, p. 758)).

Por outro lado, alguns dos mais respaldados estudiosos da área de Física fazem alusões de que a Matemática permeia, naturalmente, o corpo teórico da Física; porém, também que há espaço para questionamentos a respeito deste tema. Para o filósofo Paty (2003), o aprofundamento do conhecimento matemático, em particular daquele utilizado na organização de problemas físicos, alarga a racionalidade humana. Ainda segundo o mesmo autor, desta forma, o critério de racionalidade, muitas vezes, é mais significativo que o convencionalismo ou empirismo de usar somente por usar.

Segundo Dirac (1939),

O físico, em seu estudo dos fenômenos naturais, tem dois métodos de progredir: (1) o método do experimento e da observação e (2) o método do raciocínio matemático. O primeiro é apenas a coleção de dados selecionados; o último permite inferir resultados sobre experimentos que não foram realizados. Não há razão lógica para que o segundo método seja possível, mas encontrou-se na prática que ele funciona e se encontra com razoável sucesso. Isto deve ser atribuído a alguma qualidade matemática na natureza, uma qualidade que o observador casual da natureza não suspeitaria, mas que, no entanto, desempenha um papel importante no esquema da natureza. (DIRAC, 1939, p. 1).

Concordando com Dirac, veremos mais adiante que a Matemática detém como uma das suas peculiares características substituir a Física-verbal, isto é, elucidar aquilo que ainda não se pode demonstrar fisicamente.

Paul Dirac afirmava que a Mecânica Quântica requeria certa introdução na teoria física que teria pertencimento em um novo domínio da Matemática Pura, apostando em novas geometrias a partir da Teoria da Relatividade de Einstein, indicando uma tendência a esperar. Para ele, ainda, a partir do esquema mecanicista da Física ou da sua modificação relativística, seria necessário para a descrição completa do Universo não apenas um sistema completo de equações de movimento, mas também um conjunto completo de condições iniciais, em sendo assim, apenas para o primeiro deles as teorias matemáticas se aplicariam. Fora deste contexto, as considerava não passíveis de tratamento teórico podendo ser determinados apenas a partir da observação (DIRAC, 1939).

O próprio Richard Feynman, apreciador da criação de lições de Física para leitores que não eram da área (leigos), afirmou que não conhecíamos todas as leis básicas existindo assim uma fronteira de ignorância em expansão, além de que o enunciado correto das leis da Física envolveria algumas ideias pouquíssimo familiares, exigindo assim uma matemática avançada para sua descrição. Dessa forma, era necessária uma boa dose de treinamento preparatório, até para aprender o que as palavras significavam, não sendo possível agir desta forma e, somente, avançar passo a passo (FEYNMAN, 2005). Nessas perspectivas, acreditamos ser necessário refletirmos profundamente sobre tudo isso, sob pena de tendermos para um dos lados, sem conhecermos, detalhadamente, o outro.

Por aqui, o conflito permanece: finalmente, qual é o papel da Matemática, no Ensino de Física? Da mesma forma, visando contrastar, convém indagar o que os matemáticos geralmente pensam da Física? Karam (2007) conjecturou que,

Já um matemático, quando questionado sobre a importância da Física para o desenvolvimento de sua área, possivelmente associará esta a uma aplicação de sua atividade ao mundo “real”, porém deixará muito claro que a Matemática é independente da realidade concreta e defenderá arduamente que os objetos matemáticos são criações, abstrações, produtos do pensamento humano, dissociados do mundo da experiência. (KARAM, 2007, p. 3).

Não à toa existe uma compreensão velada de que essas áreas são diferentes, nas suas gêneses. Por hora, porém, parecem confundir seus propósitos finais. Considerando que a Matemática permeia a realidade da Física, percebemos que boa parte da comunidade escolar corrobora afirmando não ser possível estudar a Física sem a Matemática e que essas disciplinas estão fortemente ligadas entre si.

Desta forma, nos próximos capítulos, compreenderemos que não podemos mais entender a Física sem a Matemática, pois a última localiza-se dentro do seio da Física de forma duradoura, basta imaginarmos o seu pertencimento na produção acadêmica, desde o advento da Ciência Moderna. Não é alvo deste trabalho repercutir uma Física sem a Matemática e sim discutir

o (s) papel (éis) dessa última na articulação do corpo teórico-prático da primeira. Nesses termos, vale ressaltar 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. Assim, a investigação e o ensino da Física não devem ignorar simetricamente os avanços e os contrastes históricos que deram origem às ideias científicas atuais. (BATISTA (2004, p. 468 apud MENDES e BATISTA (2016, p. 758)).

Sendo assim, torna-se condição necessária pesquisar respostas satisfatórias no Ensino de Física e condição suficiente buscá-las em História das Ciências, mais especificamente em História do Ensino de Física. É mister desvelar e discutir este cenário para maturarmos melhor a nossa formação, especialmente a formação inicial. Por um lado, sabemos que formar professores sempre foi uma tarefa árdua. Sabemos, também, que há muito a ser estudado e pesquisado sobre a formação de um profissional que pretende ir à escola de ensino básico e oferecer aos seus estudantes um conhecimento que poucos têm acesso e que é, certamente, de tão difícil compreensão, apesar dos esforços para se mudar essas duas condições. Por outro lado, é imperioso enfrentar os desafios adentrando na História das Ciências porque ela é capaz de nos fornecer indícios e subsídios adequados, a partir dessas dimensões histórico-epistemológicas que, aliás, podem ter influenciado algumas obras que foram baluartes no caminho evolutivo do Ensino de Física até os dias atuais.

Karam (2007) nos rememorou momentos áureos em que as inter-relações entre a Física e a Matemática sempre foram propositivas epistemologicamente, uma vez que as duas áreas sempre se auxiliaram ao longo do tempo. Vejamos que a Matemática amparou a Física no campo teórico e prático em diversas ocasiões,

É exemplo disso, a previsão teórica da existência de ondas eletromagnéticas pelas equações de Maxwell, a subsequente unificação da óptica com o eletromagnetismo, quando os cálculos matemáticos mostraram que a velocidade das ondas eletromagnéticas é igual à da luz, e a posterior emissão e detecção das mesmas por

Hertz. Um outro caso notável é a previsão da existência da antipartícula por Paul Dirac em 1928, a partir da admissão de um valor negativo para a solução de sua equação de onda relativística, e sua posterior comprovação experimental com a detecção do pósitron em 1932. Talvez ainda mais extraordinária tenha sido a previsão matemática da existência de Netuno, feita por Urbain Le Verrier investigando pequenas diferenças entre a teoria da gravitação e a observação da órbita de Urano, e a posterior observação deste planeta (em 1846) por Johann Gottfried Galle. Estes três casos ilustram claramente o poder do ferramental matemático na previsão de resultados de experiências físicas. (KARAM, 2007, p. 3).

Por um lado, a Matemática aparenta nos trazer solidez, rigor, preenchimento, coesão, coerência, desdobramentos analógicos, generalizações, etc., todavia, queremos mais especificamente compreender a potencialidade da sua extensão no corpo da Física. Por outro lado, a Física auxiliou a Matemática em muitas ocasiões e não podemos também desconsiderar isso.

Como dissociar o surgimento do cálculo diferencial, com o conceito de derivada, da preocupação com a descrição do movimento e, mais especificamente, do conceito de velocidade? Como negar a relação entre os estudos sobre a propagação do calor e o desenvolvimento da série de Fourier? É possível pensar na história da trigonometria sem associá-la à astronomia? Temos como separar a geometria da óptica? O que dizer sobre a importância dos fenômenos físicos para o avanço do estudo sobre as equações diferenciais? Estes são apenas alguns exemplos que evidenciam a importância da Física para a Matemática e contradizem os matemáticos que creem não precisar estabelecer vínculos com a “realidade”. (KARAM, 2007, p. 3-4).

Novamente, esse olhar sobre o passado, a partir das suas perspectivas histórico-filosóficas, analisando esses momentos em que se deram episódios especiais e, portanto, os maiores atrelamentos entre a Física e a Matemática, nos permitiu ter elementos para compreender o que se passa no Ensino de Física, nos dias de hoje. Isso pode traduzir um caminho sem volta, nos fazendo entender que este trabalho se justifica, pois, é preciso dar mais valor a todo esse contexto supracitado, inclusive, nas diversas frentes que esse panorama nos traz em termos de novas pesquisas.

Eves (2004), destaca que seria uma concepção ingênua mascarar a importância da Matemática perante a Física, pois a sua relação inicia-se de

forma muito natural, no século XVII, no âmbito do surgimento da Ciência Moderna. Nessa ocasião, nas duas áreas, personalidades de renome como Galileu Galilei, Isaac Newton, Leonard Euler, Alexis Clairaut e Jean Le Rond d'Alembert legitimaram a matematização, no âmbito da Física.

Nos próximos capítulos veremos que, antes do período entendido como da Ciência Moderna, a Matemática e a Física caminhavam sem proferir diálogos assertivos. Por um lado, cada uma detinha o seu objeto de estudo sem nenhuma interlocução aparentemente permanente e a Matemática comportava-se perante a Física, a partir de um papel meramente contemplativo. Nessa ocasião viviam concomitantemente opostas: a Matemática labutando com a Geometria euclidiana, primeiro grande alicerce de sua base; a Física desfrutando das ideias aristotélicas sobre o “lugar natural” dos corpos. Por outro lado, os movimentos dos astros eram analisados sob a égide meramente conceitual, sem a formalidade e o rigor matemático frente àquele impetrado pela Ciência Moderna. É importante dizer que nem os mais severos críticos das ideias aristotélicas que viveram no período da Idade Média, tais como Jean Buridan e Nicole D'Oresme, tiveram fortes pretensões de tratar tudo isso na forma de uma linguagem mais estruturada e formalizada, apesar de deterem argumentos matemáticos refinados. Era como se existisse um *apartheid*, sem maiores interlocuções, entre essas duas grandes áreas do conhecimento humano. Permaneceram sem proliferar um diálogo mais forte e agregador até a Idade Média, apesar das suas consideráveis produções.

Foi somente a partir do desenvolvimento da Mecânica newtoniana, e com o advento do Cálculo que os pós-newtonianos formalizaram a institucionalização da Física-Matemática. Vejamos o que disse Pietrocola (2010),

Instala-se, então, uma tradição de “Física-Matemática”, na qual a tradução matemática passa a se constituir numa mediação propriamente física. Neste contexto, a matematização é concebida como inerente aos conceitos e suporte para a sua construção. (PIETROCOLA, 2010, p. 84).

Caminha-se nesse sentido porque o método científico passou a ser constituído da mescla da audácia especulativa com a exigente comparação empírica servindo-se da Matemática ou da Lógica.

Eves (2004), afirma que a unificação e o esclarecimento de toda Ciência, ou de todo conhecimento foi preconizado pelo método da razão a partir do pensamento de Descartes e transmitido na sua célebre obra “Discurso sobre o método de bem conduzir a razão na busca da verdade”, em 1637.

Convém trazer à tona, a seguir, enquanto razão metodológica norteadora, algumas literaturas propõem a noção de Matemática como estrutura (ou estruturante) do conhecimento físico. Para os percussores desta ideia, ela seria o “esqueleto” que sustenta o “corpo” da Física:

A Matemática fornece um conjunto de estruturas dedutivas, por meio das quais se expressam as leis empíricas ou os princípios teóricos da Física [...] ela é uma forma de linguagem e ferramenta, por meio da qual são estruturadas as relações entre os elementos constituintes de uma teoria. (PINHEIRO; PINHO-ALVES; PIETROCOLA, apud KARAM: 2007, p.5).

Ainda por Karam (2007) considera-se que o Físico não pode prescindir da Matemática, uma vez que ela o forneceria a linguagem, a estrutura e o torna capaz de generalizar as suas leis. Urge então organizarmos todas essas ideias, a partir de um problema específico.

Neste trabalho, nos dedicamos, intensamente, às dimensões histórico-epistemológicas, uma vez que acreditamos que eventos de natureza histórica e filosófica podem estar desaguando em nossas salas de aula. Essas dimensões seriam substratos caracterizados, que uma vez coletados em determinados episódios ao longo de 4 ocasiões temporais (históricas), representarão o veio-observado que poderá estar presente em nossas salas de aula, na forma de crenças, concepções, regras, práticas, etc., no que condiz ao Ensino de Física (epistemológicas). Esses episódios foram devidamente escolhidos, a partir da análise da forte interlocução entre a Física e a Matemática, isto é, episódios em que percebemos reais evidências de maior devoção a ações que vão ao encontro das inter-relações entre essas duas áreas. Sendo assim, foram

necessários estudos mais aprofundados sobre essas dimensões para que pudéssemos subsidiar o entendimento desta conjuntura em que nos encontramos, para além de refletirmos criticamente acerca de novos rumos.

Ao justificarmos o porquê da escolha de um estudo histórico das inter-relações da Física-Matemática, a princípio destacamos a afirmativa do Bunge (1977) quando nos diz que a capacidade de os sistemas matemáticos representarem corretamente os fenômenos naturais é fruto de um sucesso histórico, ou seja, resultado de um processo legitimado pelo tempo. Sendo assim, fez-se necessário utilizarmos como critério de percurso uma incursão na História das Ciências, nos períodos clássicos conhecidos. Buscamos com isso justificar a importância de detectarmos onde e como se deram as mais influentes inter-relações entre a Física e a Matemática. Ao desvelarmos esses momentos históricos e seus respectivos episódios como “pano de fundo”, as influências de algumas correntes filosóficas, no conjunto da obra, nos fizeram atinar os efeitos causais que tanto interferem no trabalho da nossa sala de aula.

Pietrocola (2010), propôs uma incursão no que denominou de três (03) momentos históricos: Antiguidade, Idade Média e Renascimento, no advento da Ciência Moderna e nas obras de desenvolvimento da mecânica pós-newtoniana. No nosso trabalho, fizemos um recorte temporal, acrescentando, reorganizando e percebemos que é possível propormos uma nova divisão em quatro (04) importantes ocasiões históricas de forte interlocução dialógica entre a Física e a Matemática que merecem atenção especial. Referimo-nos aos momentos histórico-filosóficos que buscaram proporcionar um diálogo franco, voltado ao campo mais interno que denominamos de inter-relações entre essas duas áreas.

A nova divisão se dá em um primeiro momento na Antiguidade, Idade Média e Renascimento onde tudo teria se iniciado. O segundo momento aconteceu por volta do século XVII, no florescer da dita Ciência Moderna, a partir de obras impactantes a exemplos das galileanas e newtonianas, que foram marco dessa Ciência, tal como a conhecemos nos dias de hoje. O terceiro momento se deu no período conseqüentemente posterior cujas ações foram influenciadas pelos desenvolvimentos da mecânica pós-newtoniana. Acrescentaríamos um quarto momento, considerado por nós, o de transição para

a contemporaneidade, localizando-se no final do século XIX até meados do século XX, veiculado pela mediação da Escola Francesa², praticamente desaguando em nossas salas de aula. Esse novo período em que nos debruçamos e desvelamos suas dimensões é de suma importância porque poderá se configurar numa mudança de *status quo* do Ensino de Ciências, em especial o de Física e a sua relação com a Matemática que, aliás, tem deixado os docentes brasileiros reféns de concepções epistemológicas ingênuas que são muito latentes na sua formação. Desta forma, se faz necessário trazer, nesta discussão, a análise de mais este momento histórico, conjuntamente com suas nuances, a fim de completarmos esse ciclo de entendimento dessas questões.

Carneiro e Penido (2015) afirmaram que,

Ao trazer à tona os estudos e as discussões de alguns renomados autores da nossa atualidade, que versam sobre essa relação intensa entre a Matemática e a Física articulando com argumentos teóricos de outras décadas, percebemos que a temática é muito atual e pertinente para a sala de aula e que devemos nos debruçar mais ainda sobre ela sob pena de tornarmos nossos cursos de Física mais obsoletos do que são considerados atualmente pela comunidade escolar. (CARNEIRO e PENIDO, 2015, p. 7).

Desta forma, frente ao que trazemos como argumentos iniciais nesta introdução, o nosso problema de pesquisa é:

Problema

Como as dimensões histórico-epistemológicas presentes nas inter-relações entre a Física e a Matemática influenciam a prática pedagógica do docente em Física?

² Referimo-nos a um conjunto de ações que são eminentemente próprias dos franceses.

Objetivos

Nossa pesquisa tem como objetivo principal analisar como ocorreram as transformações dos estilos de pensamentos galileano e newtoniano no ensino de física francês, entre os séculos XVIII e XIX e a sua conseqüente receptividade no Brasil.

Os desdobramentos que emergem do nosso problema veem na forma de objetivos específicos:

- Elencar fatos históricos com suas características sociais, culturais e filosóficas que foram considerados relevantes na marcação da evolução das inter-relações entre a Física e a Matemática;
- Classificar um elenco de dimensões histórico-epistemológicas que influenciaram as inter-relações entre a Matemática e a Física, a partir de fatos históricos que foram considerados relevantes na marcação da evolução das inter-relações entre a Física e a Matemática;
- Evidenciar, a partir da análise dos resumos de dissertações e teses nacionais, a difusão das ideias de Fleck no Ensino de Ciências, no período de 2011 a 2018;
- Analisar as ideias e as concepções epistemológicas trazidas pelo Pietrocola, Karam e Fleck correlacionando-as com as dimensões histórico-epistemológicas encontradas neste trabalho;
- Evidenciar, a partir da análise dos resumos dos periódicos nacionais e internacionais, as principais ideias que vem sendo veiculadas sobre os impactos acerca da utilização da Matemática no Ensino de Física no período de 2003 até 2018.

Justificativa

Essa pesquisa justifica-se porque existe uma lacuna teórica, conjuntamente com uma necessidade de aprofundamento acerca do porquê a Matemática tem a funcionalidade específica no ensino de física no Brasil, ocasionando assim grandes impactos pedagógicos no trabalho de sala de aula. Eis um problema que pertence ao terreno da Formação de Professores e que perpassa por atinarmos o que teria prosperado neste sentido adentro da História das Ciências, em especial a História do Ensino de Física.

Por tudo isso, existe uma necessidade de complementarmos os trabalhos que afirmam que utilizamos a Matemática inadequadamente. Isso torna este estudo altamente indispensável e urgente com fins de que possamos ter mais elementos teóricos e contundentes. Isso nos fez refletir criticamente acerca da nossa formação docente, a fim de que possamos buscar a viabilização de um ensino sobre as ciências e não só um ensino de ciências.

Aspectos metodológicos

A pesquisa provém de um estudo de natureza teórica predominantemente histórico-epistemológica. Desta forma a nossa metodologia permeará a necessidade de uma investigação histórica documental do tipo “avaliação das fontes” dado a lacuna teórica existente sobre o tema. Segundo Kragh (2001), vale ressaltar que geralmente a história social requer uma abordagem mais complexa e diversificada que a história intelectual. Ainda para o mesmo autor, ao tratar o desenvolvimento de um determinado campo científico, o historiador social terá não somente de examinar os atores, os cientistas, mas também o seu público em sentido lato.

Tendo em vista que tratamos de fontes simbólicas na forma de obras clássicas, livros-textos, artigos que são materiais de importância crucial, visando um entendimento das fases de desenvolvimento estabelecidas e da base

paradigmática de determinada área, permitindo assim consideráveis análises críticas. Para Ruska (1974, p. 3, apud KRAGH, 2001, p. 133),

“A história das ciências continuará a depender das fontes que estão ao seu dispor em cada momento, mas a avaliação e o uso correto das fontes dependerão, por sua vez, da capacidade do historiador em conduzir a crítica histórica. Tal como a própria ciência, a apresentação da história é um processo que nunca termina”. Ruska (1974, p. 3, apud KRAGH, 2001, p. 133).

Ainda para Kragh (2001), a crítica histórica é um processo através do qual as fontes são analisadas criticamente com vista ao estabelecimento da sua autenticidade e fiabilidade.

Frente a esse panorama, no que tange às dimensões histórico-epistemológicas, demos ênfase a repercussão de dois (02) clássicos na comunidade acadêmica que são provenientes da época, sobre a qual desejamos revelar certa informação, que tem uma ligação direta com a realidade histórica-filosófica. Também abordamos algumas outras obras adjacentes a elas, consideradas como fontes auxiliares. Para Kragh (2001), elas são originadas num período posterior àquele do qual é fonte e que tem por base fontes anteriores. Os clássicos são: “Discurso e demonstrações matemáticas em torno de duas novas ciências relativas à mecânica e aos movimentos locais” (original em italiano: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali*) que foi o último livro escrito por Galileu Galilei. Essa obra foi publicada no ano de 1638. Nela está incluída grande parte do trabalho de Galilei, realizado nos 30 anos anteriores. Nessa fonte, demos maior ênfase à Terceira Jornada onde estão estabelecidos os fundamentos da Mecânica como uma Ciência e demarca o fim da Física aristotélica e o início da Ciência Moderna.

Da mesma forma, trabalhamos também com os “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” (em latim: *Philosophiae naturalis principia mathematica*, também alcunhado como *Principia Mathematica* ou simplesmente, “Principia”) que foi publicada por volta de 1687 na forma de três volumes por Sir. Isaac Newton. Nessa obra, demos ênfase ao livro *De mundi systemate* ou “Sobre o

sistema de mundo”. Sabe-se de mais duas outras edições, por volta de 1713 e 1726. Na obra encontramos as leis de Newton para o movimento dos corpos, a lei da gravitação universal e a demonstração das leis de Kepler frente ao movimento dos planetas. A maioria de suas provas detém argumentos de fórum matemático-geométricos antecipando a sua intenção de apresentar as bases matemáticas para as leis naturais.

No que concerne ao estudo crítico das dimensões histórico-epistemológicas fizemos também uma revisão sistemática na literatura a partir de várias outras fontes secundárias como documentos, livros, artigos de periódicos, dissertações e teses de autores que versam sobre o tema em questão.

Existe uma possibilidade de que essas obras do Galileu e do Newton tenham dialogado entre si, mesmo que extemporaneamente. São, portanto, peças-chaves para que possamos nos debruçar nos estudos ocorridos neste período de aproximadamente 50 anos. Assim, foi possível estudar com profundidade e de forma sistemática, apontando com uma “lente de aumento” suas respectivas dimensões históricas e suas influências filosóficas.

Esse diálogo aportou no Brasil, a partir de 1808 pela importação do sistema educacional francês e por aqui teria gerado forte influência no Ensino de Física por mais de 140 anos, o que possivelmente possibilitou desdobramentos pedagógicos nos trabalhos realizados em nossas salas de aula.

A pesquisa foi pautada nas dimensões encontradas neste trabalho, à luz das categorias de Ludwik Fleck onde fizemos correlações com concepções epistemológicas da área de Física, trazidas por Pietrocola e Karam. Os elementos-constituintes (categorias) da Teoria do Conhecimento de Fleck nos respaldou na compreensão das causas e efeitos das transformações, nos estilos de pensamentos que vigoraram em cada momento escolhido nesta tese. Isso faz com que possamos ter mais subsídios para compreender e ponderar os diálogos que foram travados por coletivos de pensamentos, ao longo do tempo e que, certamente, influenciaram o Ensino de Física atual. Dessa forma, essas categorias fleckianas foram utilizadas na articulação de cada capítulo, buscando

estruturar melhor o entendimento desta pesquisa, condizentes com os processos de produção e difusão deste conhecimento.

Nessa perspectiva acreditamos que avaliação das fontes que faremos neste trabalho servirão como dados empíricos para o aparelhamento da Teoria Sociogênica do Conhecimento de Fleck. Todo esse espectro categórico fleckiano e suas respectivas características traduzem um vasto campo de aproximação e articulação do resgate histórico realizado, pois permite-nos analisar a circulação intercoletiva de ideias e, portanto, a produção de conhecimento que ocorreu a partir dos documentos transcritos na ocasião dos períodos históricos estudados nesse trabalho. Nesse sentido, as entrelinhas deste trabalho nos conduzirão a uma arqueologia de concepções teóricas que visa o estabelecimento da sustentação desta tese.

Evidenciamos, a partir de periódicos nacionais e internacionais, se houve alguma evolução do tema, no período de 2003 a 2018. Referimo-nos aos impactos acerca da utilização da Matemática, no Ensino de Física. Elegemos esse demarco temporal por conta da proximidade do primeiro trabalho pontual que disserta sobre a temática que trazemos nesta tese e que, portanto, é considerado um “divisor de águas”, no Brasil, titulado de “A Matemática como estruturante do conhecimento físico” (2002), do professor Maurício Pietrocola. Essa parte da pesquisa se deu em duas frentes: no Portal da Capes (periódicos nacionais) e no Portal da ERIC – *Institute of Education Sciences* (periódicos internacionais), escolhidas pela sua abrangência internacionalmente reconhecida.

Ao final, preparamos um conjunto de reflexões sobre o material pesquisado, bem como uma análise crítica da sua inserção nos cursos de Física, buscando refletir sobre as influências que se deram ao longo dessa caminhada. Para, além disso, que esta pesquisa seja um delineador acessível à formação docente, portanto um demarco, para o entendimento reflexivo-crítico do que vivenciamos hoje na sala de aula de física no Brasil.

Estrutura da tese

Com o intuito de apresentar um *layout* descritivo que represente melhor a estrutura dessa pesquisa e, que seja bem próximo do leitor, o texto foi constituído de seis (06) capítulos cujo teor demonstraremos a seguir.

Na Introdução, apresentamos e delimitamos a temática ao tempo em que nos propomos a abordar os elementos-constituintes da pesquisa, tais como o problema, os objetivos, as justificativas e o terreno metodológico de onde vamos situar a nossa pesquisa.

No capítulo I, propomos trazer a epistemologia do Fleck com suas principais ideias, elementos teóricos constituintes, categorias, desdobramentos, correlação com o ensino e com o nosso objeto de estudo. Neste capítulo, está a base de tudo que utilizamos para promover as articulações das ideias dos capítulos que virão a seguir.

No capítulo II, destinamos a fazer uma incursão histórica dos principais momentos e episódios onde se deram a intensa relação entre a Física e a Matemática, na Antiguidade e na Idade Média, sob o ponto de vista de uma perspectiva histórica e filosófica.

No capítulo III, permeamos um resgate histórico dos mais influentes momentos das inter-relações entre a Física e a Matemática, disponíveis a partir das biografias e bibliografias associadas ao renomado Galileu Galilei, da sua obra *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali*. Também foram abordadas obras adjacentes, com fins de contextualizar o que denominamos de dimensões galileanas. Da mesma forma, estudamos o renomado Isaac Newton, em especial a sua obra *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Examinamos, também, obras adjacentes com fins de contextualizar as categorias que denominamos de dimensões newtonianas. A análise deste capítulo também fez jus à correlação das categorias fleckianas.

No capítulo IV, adentramos à margem dos diálogos extemporâneos propostos pelas dimensões galileanas e newtonianas que foram veiculados mundo afora pelas dimensões francesas pois, registramos, neste capítulo, fortes indícios de que elas teriam influenciado intensamente na forma com que a Matemática se modificou adentro do corpo teórico da Física. Consideramos que o sistema educacional francês teria sido um trampolim para alavancar todo esse cenário. A análise deste capítulo foi um estudo analítico associado às categorias fleckianas.

No capítulo V, privilegiamos o desembocar das dimensões francesas no Brasil, suas influências, as repercussões nos documentos educacionais, o panorama contemporâneo do ensino de física e uma pesquisa em periódicos nacionais e internacionais que trouxeram resultados elucidativos dos impactos e, portanto, da evolução das reflexões acerca da utilização da Matemática no Ensino de Física. Elencamos, classificamos e analisamos comparativamente as dimensões histórico-epistemológicas levantadas durante a pesquisa.

No capítulo VI, fizemos as devidas considerações e indicamos os possíveis desdobramentos, além de compormos reflexões que proporcionarão também uma análise crítica da sua inserção na formação do docente de Física. Assim, foi possível fornecer uma outra possibilidade de abordagem desses conhecimentos. Esse material visa constituir um recurso-professoral libertador daquela reverberada nos livros didáticos e, que pode, inclusive, modificar a visão epistemológica dominante existente.

Capítulo 1 - O que pensou Ludwik Fleck

1.1 Um breve relato biográfico

Neste capítulo, faremos um breve relato sobre a vida e obra de Ludwik Fleck com a finalidade de auxiliar-nos na compreensão basal da sua Teoria Sociogênica do Conhecimento, proporcionando, assim, uma futura conjunção e articulação do que idealizamos enquanto alicerces, nesta pesquisa.

Ludwik Fleck (1896-1961), foi um médico judeu que nasceu na antiga cidade de Lwów na Polônia, atual região da Ucrânia. Estudou na Universidade Jan Kazimerierz onde, inclusive, concluiu o doutorado em Clínica Geral e, assim que se formou, passou um bom tempo a clinicar. A partir de 1920, trabalhou em alguns laboratórios da região, coordenando e desenvolvendo várias pesquisas nas áreas de sua preferência - a bacteriológica, microbiológica e imunológica -, estimulando fortes interações com vários círculos científicos. Dessa forma, proporcionou uma diversidade de orientações de cunho epistemológico. Mais adiante perceberemos que seus trabalhos entoaram essas perspectivas.

Entre 1920 e 1941, Ludwik Fleck trabalhou nos principais laboratórios da região dentre os quais o Laboratório de Pesquisa para Doenças Infecciosas do renomado professor Rudolf Weigl, especialista numa enfermidade denominada de Tifo, a quem acompanhou como assistente na Universidade de Lwów, até o ano de 1923. Segundo Schäfer e Schnelle (2010), nesse período, Fleck descobriu e elaborou com Weigl um procedimento de reação cutânea para o diagnóstico do Tifo que denominou de “Reação de Xantina” (*Exanthin-Reaktion*). Mais tarde, também participou dos aprimoramentos dos diagnósticos da Sífilis, da Tuberculose (*Lúpus erimatoso*) e do Pênfigo. Dirigiu o Laboratório Químico-Bacteriológico do Departamento de Medicina Interna, até 1925 e o Laboratório Bacteriológico do Departamento de Doenças Dermatológicas e Venéreas, até 1927 que são laboratórios do Hospital Geral de Lwów. Nesse mesmo ano, em Viena, Fleck trabalhou com o professor R. Kraus, no Instituto Governamental de Soroterapia. Em 1928 assumiu a direção do Laboratório Bacteriológico do Seguro Saúde.

De uma maneira geral, a sua carreira científica foi muito promissora e boa parte dos seus artigos e monografias foram publicados em revistas internacionais altamente reconhecidas na época. Todas essas experiências proporcionaram a Fleck uma profunda vivência com vários especialistas e com diversos tipos de temas. Vale ressaltar que a microbiologia do pós-guerra teve forte influência norte-americana e a *leucergia* - tema que foi amplamente estudado por Fleck – foi deveras discriminada, uma vez que os países ocidentais menosprezavam a medicina polonesa e utilizavam-se de muitos recursos estatísticos. Fleck se recusou a aceitar uma orientação reducionista: seu ponto de partida era a observação da interação e no lugar da explicação mecânico-analítica, procurou a descrição integral e sintética, não à toa, o seu empenho no estudo da leucergia (Schäfer e Schnelle, 2010, p. 8).

Essa região em que Fleck viveu a sua infância, juventude e na fase adulta os primeiros anos da sua carreira médica refletia em um “caldeirão” de influências culturais. Referimo-nos que anteriormente a esse período esta região já tinha pertencido à Galícia polonesa, após a Primeira Grande Guerra passou a pertencer ao Império Austro-Húngaro e, após a Segunda Grande Guerra passou a pertencer à Ucrânia³. Dessa forma, a ciência e a cultura de Lwów dialogaram constantemente com a ciência e a cultura de Viena - grande capital cosmopolita. E tudo leva a afirmar que esse intenso movimento interdisciplinar, favoreceu muito o florescimento do seu veio-observador que vai dar luz às suas principais ideias de caráter eminentemente epistemológico as quais trataremos a seguir.

Segundo Delizoicov *et al.* (2002), a primeira incursão de Fleck no terreno da epistemologia se deu em 1926, na própria cidade de Lwów, quando o mesmo proferiu uma conferência sobre as características específicas do modo de pensar médico, na sede da Sociedade de Amigos da História da Medicina (filiada à Sociedade Polonesa de Filosofia e História da Medicina). Sem sombra de dúvidas, esse foi o “ato institucional” que iniciou Fleck e o fez mergulhar de cabeça nas reflexões epistemológicas da Medicina. A partir disso, Fleck

³ Refiro-me a uma região do Leste Europeu, uma vez que a Ucrânia somente foi criada/unificada em 1991. Com fins estritamente didáticos, utilizamos a palavra Ucrânia para definir este país.

construiu vários artigos, monografias e obras que se articularam sobre a mesma temática.

Pfuetzenreiter (2003), confirmou informando que Fleck interessou-se de maneira mais casual do que sistemática por obras filosóficas, sociológicas e da história da ciência, o que já era um grande começo. Vejamos,

Esse artigo demonstra o quanto Fleck deve às particularidades da pesquisa médica para sua nova concepção. Não apenas porque a medicina representa, na teoria das ciências, um terreno ainda não descoberto em relação aos estudos de caso, frequentemente discutidos, da física e da astronomia, mas porque a união de aspecto teórico-experimentais e terapêutico-práticos, própria da medicina, atrai, de antemão, a atenção para o caráter cooperativo, interdisciplinar e coletivo da pesquisa. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 11).

A prática da Medicina demonstrava favorecer um amplo espectro de pesquisas e Fleck teve a sabedoria de perceber isso. Para além disso, foi pioneiro em um tipo de pesquisa que até então não era muito realizada. Referimo-nos às questões sociológicas.

A publicação da palestra com a titulação *Über einige besondere Eigensachften des ärztlichen Denkens*, isto é, “Sobre algumas características especiais do pensamento médico” ocorreu em 1927. É nessa obra que Fleck deu o pontapé inicial no que denomina de estilo de pensamento médico, sem, no entanto, empregar o termo “estilo de pensamento” (CASTILHO, 2002).

Vale ressaltar que, nessa ocasião, existia uma escola de médicos-filósofos que fomentou uma forte tradição na análise da construção dos fatos e saberes científicos. Delizoicov *et al.* (2002), coadunaram conosco quando disseram que esta escola de pensamento assumiu uma forma original de pensar a medicina na Polônia, muito em função de condições peculiares que este país vivenciou, ao final do século XIX, conforme dissemos anteriormente. Os autores afirmaram ainda que os médicos que foram vinculados a essa escola, a ela se ligavam por estarem preocupados com a história, filosofia, sociologia e epistemologia da medicina.

Tradicionalmente falando, até então, não se conhecia obras médicas que fossem vinculadas às áreas das humanas, o que nos leva a afirmar a ocorrência de pioneirismo.

Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2011), afirmaram que as reflexões epistemológicas do Fleck foram influenciadas pela Escola Polonesa de Filosofia da Medicina, ou seja, por um grupo de professores-médicos-filósofos que se ocuparam das discussões e reflexões filosóficas sobre a prática da medicina numa época tão conturbada para a sociedade polonesa.

Entre a primeira publicação de Chalubinski ([1874] 1990), e última publicação de Kramsztyk ([1907] 1990), dezenas de artigos e livros foram publicados. Dentre eles também destacamos, pela importância na formação das bases do pensamento fleckiano, Biernacki ([1898] 1990) e Bieganski ([1897] 1999). Algumas questões levantadas já anunciavam o que Fleck viria a sistematizar mais tarde: *a* - A forma como cada escola, cada modo de pensar, se instila fortemente na formação de jovens médicos (Chalubinski, [1874] 1990); *b* - Pensar medicina é mais complexo que uma ciência que resolve “*puzzles*” (Biernacki, [1898] 1990); *c* - A não neutralidade da ciência, a visão a priori do observador (Kramsztyk, [1897] 1990); *d* - A ligação entre história, medicina social e epistemologia médica (Bieganski, [1897] 1990); *e* - A dificuldade de transposição entre uma linguagem científica para outra ciência (Kramsztyk, [1897] 1990); *f* - O “fato” como criação do cientista, que toda visão científica é uma visão com viés (Kramsztyk, [1898] 1990); *g* - O desenvolvimento de uma ciência determinada, influencia o desenvolvimento de outras, e por conseqüência, a necessidade de um trabalho interdisciplinar (Kramsztyk, [1895] 1990). (DELIZOICOV *et al.*, 2002, p. 54-55).

Tudo nos leva a concluir que as reflexões levantadas por Fleck, e que o levaram a contrariar as principais ideias do Círculo de Viena, teriam sido influências recebidas desses professores-médicos-filósofos que assumiram uma forma muito especial de pensar a medicina, enquanto grande área de profissionalização e pesquisa, tendo como base a história, filosofia, sociologia e a epistemologia. Tais reflexões fizeram com que Fleck refizesse passo-a-passo o seu modo de pensar que denominamos de “o saber-médico”. Apesar de todo esse “caldo cultural” descrito acima, para Delizoicov *et al.* (2002) existia também outros círculos científicos bastante ativos se reunindo em Lwów, a exemplo das biologia, bioquímica e matemática e Fleck transitava em todos eles.

Por um lado,

Naquela época, uma série de excelentes especialistas das mais diversas disciplinas lecionava em Lwów, especialmente os matemáticos da escola de Banach, da qual fazia parte, além do próprio Stefan Banach, Hugo Steinhaus, com o qual Fleck trabalhou antes e depois da guerra. Stanislaw Kulcznski e Józef Heller lecionavam biologia, e a bioquímica era representada por Jakób Parnas. Na medicina, destacavam-se, sobretudo, o microbiólogo Weigl e o pediatra F. Groër. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 10).

Por outro lado, Fleck também apreciava outras leituras sistemáticas de autores renomados como Durkheim, Jerusalem, Levy-Bruhl e especificamente na Teoria da Gestalt deleitava-se a gênese do seu pensamento. Vale ressaltar que,

Quando se toma contato com as publicações e a discussão acumulada por esses autores, percebe-se inequivocamente a influência dos mesmos como prioritários na produção de Fleck. Fleck não cita em suas obras a Escola polonesa, nem qualquer autor pertencente a ela, o que induz, a quem não conhece a história da Polônia, a descaracterizar essa influência. No entanto, um dos colaboradores de Fleck, e seu ex-aluno, K. Goldfinger relata que Fleck recomendava fortemente a leitura de Kramsztyk. Talvez a grande influência anti-semita reinante na Polônia já bem antes da II Guerra e, tendo a Escola ficado em mãos de anti-semitas, tenha induzido Fleck a “desconsiderar” sua existência. (DELIZOICOV *et al.*, 2002, p. 55).

Apesar de construir boa parte da base da sua Teoria Sociogênica do Conhecimento entre o final da década de 1920 e meados de 1930, suas ideias somente indicariam visibilidade para um público especializado – a comunidade acadêmica - a partir da apresentação do prólogo do livro *The Structure of Scientific Revolutions* (1962) ou “A Estruturas das Revoluções Científicas”, de Thomas S. Kuhn. Referimo-nos à citação feita por Kuhn da obra de maior destaque de Ludwik Fleck, intitulada de *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (1935) ou “A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico”. Segundo Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2011), o físico estadunidense afirmou que a referida obra era um ensaio que antecipava muito as ideias encontradas em seu próprio livro. Esse fato foi decisivo para que a obra de Fleck e o próprio Fleck saíssem parcialmente da obscuridade. Segue o que Kuhn (1970) nos revelou,

Encontrei a quase desconhecida monografia de Ludwik Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Basiléia, 1935), um ensaio que antecipa muitas das minhas próprias ideias. Junto com uma observação de um outro Junior Fellow, Francis X. Sutton, a obra de Fleck me fez compreender que essas ideias poderiam necessitar de uma colocação no âmbito da sociologia da comunidade científica. (KUHN, 1970, p. ix).

Não é interesse desta pesquisa avaliar se Kuhn foi ou não influenciado por Fleck e qual o tamanho desse entrelaçamento no que condiz ao lastro estrutural da sua teoria, mas não restam dúvidas de que algo na Teoria de Fleck teria chamado muito a atenção de um dos mais renomados filósofos da ciência contemporânea. Dessa forma, a de se convir que a obra do Fleck em questão é, de fato, uma boa referência a se debruçar. É bem provável que algumas ideias kuhnianas tenham sido antecipadas muito pela influência do livro de Fleck, basta atentarmos para as eventuais similaridades entre as categorias descritas por ambos.

Destacamos três motivos que teriam levado ao desconhecimento das ideias de Fleck, antes da descoberta de Kuhn. São eles: primeiramente, o momento político conturbado de guerra e do pós-guerra em que vivia a Europa, nas décadas de 1940 e 1950. Por esse motivo não se promoviam diálogos e debates assertivos entre os diversos pares dessas pesquisas de modo a garantir a difusão dessas ideias. Além disso, o público especializado estaria ocupado com outros tipos de “inovações” no que tange à temática da guerra. Em segundo lugar, a não escolha por parte do Fleck, de se dedicar especificamente a área de História e Filosofia das Ciências tais como fizeram Popper, Feyerabend, Kuhn, etc., tirou o seu foco, no sentido também da expansão dessas ideias pelo mundo. Em seguida, Schafer e Schenelle (1986) apud Castilho (2002), afirmam que o fato de Fleck ser judeu polonês talvez tenha contribuído para que seu livro não despertasse interesse entre os nazistas-alemães que estavam a ocupar a cidade de Lwów, em 1941 onde vivia Fleck.

Ainda sobre essa obra de 1935, é notório que Fleck tivesse sintetizado toda sua prática laboratorial. Segundo Castilho (2002), a primeira edição teve cerca de 600 exemplares publicados em alemão e foi lançado por uma editora suíça.

No quesito epistemologia, o livro do Fleck neste trabalho aqui e mais sete artigos⁴ seus deram conta do que ele pensava a respeito da forma como se originou e desenvolveu o conhecimento. Essa obra também chegou ao público não especializado a partir da sua tradução para a língua inglesa, onde Kuhn, inclusive, foi convidado a realizar a apresentação desta monografia, em 1978. A partir deste texto, ficou fácil avaliar quais as ideias kuhnianas se aproximavam mais das ideias fleckianas.

A referida obra detinha fortes características que se apresentavam contrárias às concepções de ciência neo-positivista, elucubrada pelo Círculo de Viena. No entender do Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2011), o autor fez críticas ao empirismo lógico e a sua produção foi considerada contemporânea à de Popper e Bachelard. Segundo Schäfer e Schnelle (2010), põe-se em questão o próprio conceito de fato, sempre pressuposto como evidente, operacional e lógico. A ciência, para Fleck, não é um construto formal, mas, essencialmente, uma atividade organizada pelas comunidades de pesquisadores.

A partir de 1935, Fleck passou a atuar em um laboratório próprio onde deu preferência à pesquisa sorológica geral que era, aliás, o seu forte. Com o advento da Segunda Grande Guerra em 1941, Fleck e sua família foram enviados ao campo de concentração Auschwitz e sob condições muito precárias ele foi forçado pelos militares alemães a trabalhar nas pesquisas de descoberta da vacina do tifo. Por conta do seu empenho nesta pesquisa sobreviveram ele, esposa e filho.

Segundo Schäfer e Schnelle (2010) a produção fleckiana foi vasta.

Os anos entre 1946 e 1957 representam uma fase de pesquisas médicas muito intensa para o Fleck: tanto em Lublin quanto em Varsóvia, ele dispunha, no final, de grupos de assistentes de 20 colaboradores científicos e sete técnicos. Nesse período, orientou aproximadamente 50 teses de doutorado e uma série de teses de livre-docência. Oitenta e sete títulos científicos em medicina chegaram a ser publicados em revistas [...]. Realizou viagens para congressos e

⁴ São eles: "Algumas características específicas do modo médico de pensar" (1927); "Sobre a crise da 'realidade'" (1929); "Observação científica e percepção em geral" (1935); "O problema de uma teoria do conhecimento" (1936); "Problemas da ciência da ciência" (1946); "Olhar, ver e saber" (1947); "Crise na ciência" (1960).

conferências na Dinamarca, França, União Soviética, EUA e no Brasil, entre outros países. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 9).

Os 64 anos de vida de Fleck foram promissores por serem bem servidos na vivência do cargo médico – apesar de atuar mais no âmbito burocrático da profissão e na pesquisa da Medicina, isto é, nas coordenações administrativas dos diversos laboratórios e no contexto acadêmico das pesquisas e orientações em geral. Isso fez com que os elementos iniciais da sua epistemologia tomassem corpo em sua teoria e transpassassem os “muros internos” de sua área aportando, inclusive, em outras tantas. Fleck faleceu em Israel em 1961, vítima de um infarto do miocárdio.

1.2 A Teoria do Conhecimento

1.2.1 Os elementos iniciais da sua epistemologia

Com a finalidade de identificarmos os elementos iniciais da sua epistemologia, nesta pesquisa utilizamos a tradução do livro em espanhol *La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico* (FLECK, 1986) e a versão em língua portuguesa do Brasil “Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico” (FLECK, 2010).

A obra foi considerada um “divisor de águas” no contendo do Ensino de Ciências. Mesmo fomentada em uma época em que o Círculo de Viena promovia suas ideias de cunho empírico-mecanicista, fortemente atrelada ao logicismo as quais, inclusive, eram bem aceitas nas diversas esferas acadêmicas. A partir de seus estudos em Medicina, Fleck teve a capacidade de se contrapor a essa conjuntura e ampliar seus conhecimentos. Afirmou que a Ciência poderia ser compreendida, a partir de um outro movimento elaborado historicamente por coletivos, levando-se em conta que a busca pelo conhecimento margeava questões de ordem sociológica e psicológica. Conforme já ventilamos, a obra tratou de um caso especial, bem pontual da História da Medicina, no que coube

a sua gênese e o seu desenvolvimento. Os seus desdobramentos epistemológicos, no entanto, alçaram os mais altos voos.

Do ponto de vista da estrutura mais interna da referida obra, em geral, percebemos a seguinte ordem nos capítulos: no primeiro tratou-se da gênese de como se deu o conceito da sífilis; no segundo, postulou-se, epistemologicamente, a condicionalidade histórico-sociológica do saber-médico em questão; no terceiro, percebeu-se como se deu, analiticamente, o desenvolvimento do coletivo de especialistas, pela busca do que se denominou de “Reação de Wassermann” e, complementando, no quarto, a sua extensão com os fatores externos da Ciência.

Para (FLECK, 2010 apud LORENZETTI, MUENCHEN e SLONGO2011), o conhecimento resulta de uma construção do indivíduo em interação sociocultural, ou seja, o conhecimento se dá em uma interação entre o sujeito e o objeto, mediada por uma dimensão que é social e culturalmente determinada. O próprio Fleck (2010) afirmou que as relações históricas e estilísticas dentro do saber comprovam a existência de uma interação entre o objeto e o processo do conhecimento: algo já conhecido influencia a maneira do conhecimento novo, isto é, o processo do conhecimento se amplia, renova e refresca o sentido do conhecido. Dessa forma, associamos que o processo de aquisição de conhecimento não pode ser apenas individual, uma vez que o estado do saber acaba por extrapolar as limítrofes da individualidade, sobrando apenas para o coletivo.

Essa dimensão social seria uma categoria especial a se considerar em toda essa análise e que, a partir de então, não deveríamos focar apenas na relação bilateral entre o sujeito e o objeto, aliás, como geralmente fazíamos anteriormente em outras teorias e, sim no sujeito, objeto e “estado de conhecimento”. O que Fleck denominou de “estado de conhecimento” seria parte de um tripé desta relação cognoscitiva, ou seja, ele deveria ser compreendido no patamar das relações históricas, sociais e culturais que assinalam o que se denominou de “estilo de pensamento” onde o “coletivo de pensamento” passeia. Sendo assim, é necessário fazer valer a compreensão das relações históricas existentes dentro daquilo que Fleck denominou de estilo de pensamento, uma

vez que é nele que existirá a inter-relação entre o conhecido e o que se deseja conhecer. Fleck (1986) dissera que o já conhecido condiciona a forma e a maneira do novo conhecimento e este conhecer expandiria, renovaria e daria sentido ao novo conhecer. Não à toa, também afirmou que “o conhecer representa a atividade mais condicionada socialmente de uma pessoa e o conhecimento é a criação social por excelência” (Fleck, 1986, p. 89). Alguns indícios demonstram que o conhecimento estaria em franca evolução e não seria mais cabível uma atividade apenas individual e sim, portanto, coletiva. Ele passaria por diversos estágios no seu desenvolvimento, modificando-se até se transformar no pensamento de um coletivo de especialistas, isto é, novamente, o referido estado de conhecimento ligaria o conhecimento ao que está se propondo conhecer. Desta forma, nos leva a acreditar que em se tratando de temas afins, os diálogos proferidos historicamente a respeito de um determinado conhecimento poderiam acontecer extemporaneamente.

Para Cohen e Schnelle (1986), no contexto europeu, Fleck foi considerado um pioneiro na abordagem construtivista, interacionista e sociologicamente orientado pela história e filosofia da ciência. Vamos lembrar que eram muito poucos epistemólogos que labutavam sobre esse tema à época, principalmente aqueles que retratavam as questões de ordem histórica e filosófica para analisar a Ciência. Sobre isso, Delizocoiv *et al.* (2002) diriam que,

Fleck trabalha, à semelhança de outros epistemólogos, o modelo interativo do processo de conhecimento, subtraindo, portanto, a neutralidade do sujeito, do objeto e do conhecimento, afinando-se claramente com a concepção construtivista da verdade. O conhecimento a que se refere está intimamente ligado a pressupostos e condicionamentos sociais, históricos, antropológicos e culturais e, à medida que se processa, transforma a realidade. (DELIZOCOIV *et al.*, 2002, p. 56).

Para a época Fleck inovou e nos apresentou novos elementos-constituintes que iriam basear suas ideias e que continuariam super-atualizadas nos dias de hoje.

Delizocoiv *et al.* (2002), ainda complementariam que “sua abordagem opõe-se claramente ao modelo empirista-mecanicista, atribuindo ao sujeito um

papel ativo que introduz ao conhecimento, uma visão de realidade socialmente transmitida”. Neste caso, a realidade não existiria enquanto abstração do sujeito ou reflexo do objeto de forma independente; seria necessário algo para poder fazer essa “ponte”. Desta forma, com relação à aquisição do conhecimento pelas novas gerações, Fleck nos afirmou que a aprendizagem estaria totalmente interligada à estrutura sócio-cultural de uma determinada comunidade e que, para tanto, o conhecimento teria o papel de reforçar as amarras desse vínculo social.

Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013) confirmaram que,

Fleck desenvolveu sua reflexão epistemológica, partindo da premissa de que o conhecimento é fruto de processos sócio-históricos, efetuado por coletivos de pensamento em interação sociocultural. Considerou que o conhecimento produzido por esses coletivos está em conformidade com uma estrutura de pensamento predominante na sociedade em cada momento histórico. (LORENZETTI, MUENCHEN e SLONGO, 2013, p. 182).

Como podemos perceber, a sacada do Fleck foi justamente a de incluir em sua teoria elementos-constituintes que, de fato, davam conta de elucidar as formas ou caminhos de pensar na Ciência. Ele tenta uma aproximação que contempla qualquer ação propositiva que versa sobre a Ciência.

Tudo isso sinaliza que Fleck descreveu suas reflexões epistemológicas tendo como premissas básicas que o conhecimento é gerado a partir dos processos históricos, levando-se em conta o objeto de estudo, que são engendrados por coletivos de especialistas em constante interação sociocultural. Ele acabou por propor categorias, as quais denominamos de “categorias epistemológicas” pelo contexto em que foram inseridas. Tais categorias analisam a origem e o desenvolvimento dos conhecimentos e práticas produzidas por esses coletivos. Vale ressaltar que nessa pesquisa não estamos interessados em adentrar no cerne das discussões que tem feito os críticos literários a respeito se Fleck teve ou não a intenção de classificar suas ideias como categorias. Neste trabalho, decidimos, todavia, assumi-las enquanto

categorias, uma vez que temos como finalidade elucidarmos de forma comparada o que estamos trazendo no nosso problema de pesquisa. Em suma,

Para Fleck, a ciência não é uma construção formal, mas uma atividade levada a cabo por comunidades de investigadores. O conhecimento está intimamente ligado a pressupostos e condicionamentos históricos, antropológicos e culturais, relacionando-se, assim, às convicções empíricas e especulativas que unem os indivíduos. O conhecimento só é possível sob certas pré-suposições, sob hábitos de estilo de pensamento que mediatizam a constatação das características do observado. (CASTILHO, 2002, p 53).

Finalmente, na obra *La génesis...* o referido autor articulou o seu olhar epistemológico para explicar a origem da resposta sorológica para o diagnóstico da sífilis, que passou a se alcunhar de Reação de Wassermann, em homenagem ao bacteriologista alemão August Paul von Wassermann (1866-1925) que se aprofundou e liderou as pesquisas sobre o tema. Apesar de não ter chamado a atenção dos especialistas da época, na ocasião do lançamento desta obra, Fleck se utilizou da temática e, portanto, do fato médico em questão para realizar suas reflexões epistemológicas que passaram plenamente em um contexto histórico-psico-cultural. Delizocoiv *et al.* (2002) afirmaram que,

Fleck desenvolve em seu livro um estudo sobre a gênese da reação de Wassermann, então usada para o diagnóstico da sífilis. Valoriza o contexto histórico-psico-cultural ao analisar como se processa a introdução de um cientista numa nova forma de pensar, ou, como ele denomina, num novo “estilo de pensamento”. Integra na sua análise, portanto, aspectos relativos à determinação social da investigação científica envolvidos no processo de produção de conhecimento, usando e caracterizando suas principais categorias epistemológicas em franca oposição ao positivismo lógico do Círculo de Viena. (DELIZOCOIV *et al.*, 2002, p. 55).

Em suma, Fleck se utilizou de discorrer sobre a evolução do conceito de sífilis, inculcando em nós suas categorias as quais definiremos com mais rigor conceitual na próxima seção. É com o auxílio delas que analisaremos os episódios histórico-filosóficos, devidamente escolhidos, a partir das dimensões epistemológicas que se sobressaem das inter-relações entre a Física e a Matemática. As principais categorias fleckianas são: O estilo de pensamento, o

coletivo de pensamento, os círculos esotérico e exotérico, as circulações intracoletiva e intercoletiva e a formação de pré-ideias ou proto-ideias. A sua epistemologia é considerada completa porque reúne coletivos de especialistas, estendendo, inclusive, a não-especialistas, permitindo, assim, a produção e a disseminação do conhecimento por parte desses pares que podem ser desde cientistas, professores, estudantes, público leigo, dentre outros.

1.2.2 Os desenvolvimentos das suas ideias

Em seu artigo “Sobre a Crise da Realidade” de 1929, Fleck definiu duas das suas principais categorias que são o Estilo de Pensamento e o Coletivo de Pensamento, a partir das quais as outras categorias foram demarcadas. Em se tratando de avaliarmos um dado episódio à luz da sua historicidade, dos seus aspectos sociais e psicológicos é necessário conhecermos as propriedades dos elementos-constituintes dessas duas fortes categorias.

Para Fleck (1986),

O estilo de pensamento consiste, como qualquer estilo, em uma determinada atitude e um tipo de execução que o consoma. Esta atitude tem duas partes estreitamente relacionadas entre si: disposição para um sentir seletivo e para a ação conseqüentemente dirigida. Ela cria as expressões que lhe são adequadas [...] dependendo em cada caso da prevalência de certos motivos coletivos e dos meios coletivos aplicados. Portanto, podemos definir o estilo de pensamento como um perceber dirigido com a correspondente elaboração intelectual e objetiva do percebido. Fica caracterizado pelos traços comuns dos problemas que interessam ao coletivo de pensamento, pelos juízos que o pensamento coletivo considera evidentes e pelos métodos que emprega como modo de conhecimento. O estilo de pensamento também pode ir acompanhado pelo estilo técnico e literário do sistema de saber. (FLECK, 1986, p. 145).

No sentido de nos auxiliar sobre esse entendimento, elencamos abaixo algumas reflexões de outros autores que se aprofundaram na compreensão do que seria a categoria Estilo de Pensamento:

- Para Cutolo (2001), “é um modo de ver, entender e conceber, processual, dinâmico e sujeito a mecanismos de regulação, determinado psico-sócio-histórico-culturalmente, que leva a um corpo de conhecimentos e práticas compartilhado por um coletivo com formação específica”;

- Para Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013), “é o direcionador do modo de pensar e de agir de um grupo de pesquisadores de uma determinada área do conhecimento”;

- Para Castilho-Delizoicov, Carneiro e Delizoicov (2004), “comporta de modo estruturado uma visão de mundo, um sistema fechado de crenças, um corpo de conhecimento que, além de elementos teóricos, caracteriza-se por uma linguagem própria e práticas específicas”;

- Para Leite, Ferrari e Delizoicov (2001), essa categoria configura-se como um modo “no qual a maneira própria de ver o objeto do conhecimento (o ver formativo), e de interagir com o mesmo, determina o estilo de pensamento”;

- Para Castilho (2002),

Um Estilo de Pensamento comporta uma visão de mundo, um sistema fechado de crenças, um corpo de conhecimento que, além de elementos teóricos, se caracteriza por uma linguagem própria e práticas específicas, é determinado psico-sócio-historicamente e sua apropriação pelos indivíduos ocorre no processo de formação, passando, assim, a direcionar a observação e se constituindo no elemento estruturador das conexões entre o sujeito e o objeto. Apesar de se apresentar como uma resistência - harmonia das ilusões - para um novo modo de olhar, de pensar e de agir, o que poderia sugerir algo estático e permanente, é dotado de um dinamismo na medida em que se instala, se estende (período clássico) e se transforma, tanto por motivos relacionados às complicações que apresenta como pela circulação intercoletiva de idéias, conforme dissertei anteriormente. (CASTILHO, 2002, p. 72).

Para nós, o Estilo de Pensamento (estilo) seria a reunião das concepções, regras, metodologias, práticas, tradições, articuladas às influências de uma época e consonantes com as suas perspectivas filosóficas, sociais e culturais. Esse movimento é conduzido por um grupo de especialistas que comungam deste estilo e levam consigo esse veio-orientado a outras instâncias. Esse tal

veio-orientado a que nos referimos, denominado outrora de perceber-orientado, constitui a principal característica de um estilo. Em outras palavras, seria um delineador do modo de pensar e agir desta comunidade em prol de problemas de pesquisa em aberto. O estilo, ao ser devidamente instaurado, se estenderá enquanto não for abalado ou questionado na sua essência, porém, uma vez sendo-o, poderá se transformar permitindo, assim, considerável mudança no núcleo central das suas ideias.

Castilho (2002), nos chama a atenção de que devemos entender bem a frase adjetivada “de pensamento”, uma vez que, poderão existir muitas novas interpretações além de utilizações inadequadas. Vejamos,

Um ponto fundamental a ser compreendido é que o uso da locução adjetiva “de pensamento” pode parecer ser inadequado para dar uma característica às categorias de estilo e de coletivo, uma vez que elas de fato dizem respeito a ações e intervenções efetivamente realizadas pelos sujeitos que formam os coletivos de pensamento ao compartilharem um determinado estilo. Assim, conforme dissertarei, estilo de pensamento refere-se a conhecimentos e práticas efetivamente compartilhados por coletivos. (DELIZOICOV, 2002, p. 55).

Nessa perspectiva o termo “de pensamento” vai se referir às ações concretas consonantes ao conhecimento e prática associada, isto é, nada no campo do ilusório.

Em termos gerais, a teoria fleckiana afirmou que um estilo poderia nascer de uma pré-ideia ou proto-ideia original, que nas ciências-práticas seria o que denominaríamos de fato científico. Para Fleck (2010), as proto-ideias devem ser consideradas como pré-disposições histórico-evolutivas de teorias modernas e sua gênese deve ser fundamentada na sociologia do pensamento. Ressalta-se, ainda, que o autor deixou claro na sua obra que nem sempre os fatos científicos são oriundos de proto-ideias, inclusive, podendo não estar associado às relações históricas entre ideias antigas e modernas (PFUENTZENREITER, 2003). Desta forma, as proto-ideias terminam por serem taxadas como vínculos das suas representações científicas associadas as suas gêneses históricas. Segundo Schäfer e Schnelle (2010), para Fleck,

Elas designam as ideias surgidas num passado distante, que persistiram apesar de todas as mudanças dos estilos de pensamento. Quando épocas novas dão continuidade ao estado do saber das épocas anteriores, essas concepções se distanciam da sua gênese e de sua fundamentação original: elas são interpretadas de maneira diferente em virtude de seu estilo de pensamento. O valor que possuem em cada época reside, portanto, exatamente no fato de seu conteúdo ser compreendido cada vez de outra maneira, de modo que assumem uma função heurística que regula a pesquisa. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 21).

Essas categorias clamam por serem predisposições histórico-evolutivas das suas teorias, porém, as suas gênese encontram-se fundamentadas na sociologia do conhecimento.

Para Fleck, o fato científico não se configurava como algo fixo, permanente e independente da opinião subjetiva do cientista, refletindo assim novamente, a sua concepção contrária à cartilha-monopolizada daqueles que desejavam o empirismo-lógico. As concepções que foram emanadas do passado se mantêm sempre caracterizadas nas variações do estilo de pensamento.

Lowy (1994a, 1994b) apud Delizoicov *et al.* (2002) disseram que, “os fatos científicos construídos pelos coletivos de pensamento são assimilados e estilizados, ou seja, traduzidos em seu próprio estilo, por outros coletivos de pensamento. Tal “tradução” implica em modificação. Os fatos não são mais os mesmos, uma vez processados e estilizados”.

Acrescentariam ainda Delizoicov, Carneiro e Delizoicov (2004) que,

[...] a partir de uma perspectiva epistemológica, segundo a qual as observações e os experimentos são efetivados tendo presente pressupostos, incorporados pelo sujeito, que contribuem para a produção de conhecimentos e que não se reduzem apenas ao uso da lógica, conforme a concepção do empirismo lógico. Nesta perspectiva epistemológica, os pressupostos do sujeito que enquadram os observáveis são (ou virão a ser) compartilhados socioculturalmente no processo de historização, fazendo a mediação da interação de grupos de indivíduos com os problemas de investigação. (DELIZOICOV, CARNEIRO e DELIZOICOV, 2004, p. 445).

É necessário então que se apresente uma plataforma epistemologicamente comparada em que façam parte as perspectivas históricas

e sociais do fato científico para que possamos compreender a transitoriedade da “verdade” dita científica.

Fleck dissera que um estilo é composto de ideias ou fatos que todos concordam e se adaptam com a teoria que está em vigor. Essa fase de “harmonia total” Fleck denominou de “Classicismo” e geralmente acontece logo no primeiro período de formação do estilo de pensamento. Quando um novo estilo começa a se formar, é sinal de que outro mais antigo foi devidamente abalado, isto é, foi questionado fortemente no seu cerne. A ideia é que haja uma retroalimentação contínua dos estilos de pensamentos e que ao se esvaír um, nasça outro. No ver de Tesser (2008),

A construção do conhecimento científico dá-se por um processo coletivo de transformação das conexões ativas em passivas vice-versa, a partir de proto-ideias presentes na cultura geral. Os estilos de pensamento, à semelhança dos paradigmas de Kuhn, tendem a centrar-se nos pressupostos, teorias e métodos cujas conexões ativas e passivas são selecionadas de modo a manter a harmonia e a coerência no sistema de ideias e destas com as conexões passivas. Em outras palavras, as conexões ativas que não são harmônicas com o estilo de pensamento, ou as conexões passivas que não se harmonizam com as ativas do estilo tendem a ser descartadas e negadas ou são reinterpretadas. (TESSER, 2008, p. 101).

Quando ocorre de novos fatos não se aglutinarem a ele, o referido estilo transforma-se, pois não há um aproveitamento substancial que possibilite seu revés. Sobre isso Pfuentszenreiter (2003) dissera que “aqui são caracterizadas as exceções que vão se tornando cada vez mais frequentes”. As observações que contradizem uma teoria são explicadas e reinterpretadas para conciliarem como o conhecimento novo.

Deste modo, o fato médico da Reação de Wassermann para o diagnóstico da sífilis seria adequado para reflexões epistemológicas pelo seu conteúdo histórico (Fleck, 1986a). Neste estudo, especificamente, o fato científico debulhado foi a origem da sífilis, o Estilo de Pensamento foi o conjunto de crenças, métodos e práticas que permitiram o desenvolvimento da referida Reação e o movimento do seu Coletivo de Pensamento tiveram como participantes os médicos-especialistas que estudaram essa enfermidade com

profundidade levando consigo suas principais ideias. Para Schäfer e Schnelle (2010),

Fleck, entretanto, avança ainda um passo com sua afirmação: somente uma concepção do trabalho científico, enquanto trabalho de um coletivo de pensamento, torna compreensível o fato de que os esforços de investigação trazem resultados concretos, pois, de modo geral, as hipóteses propostas no início de uma atividade de pesquisa não levam a resultados, e os objetivos originais não se materializam. Assim, o que fora finalmente apresentado como resultado da atividade de pesquisa do grupo de Wassermann de modo algum era preestabelecido desde o início e muito menos correspondia às intenções de Wassermann, mas a representação passou por um desenvolvimento constante no trabalho do coletivo. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 18).

Sendo assim, Fleck questionou que o resultado não poderia ser atribuído somente a Wassermann, uma vez que este apenas liderou um grupo de pesquisadores. Portanto, todos os pesquisadores trabalharam em prol do referido resultado e que as contribuições individuais foram modificadas ao longo do processo, gerando um corpo só. Ainda nessa perspectiva, Schäfer e Schnelle (2010) afirmaram que,

Um tal desenvolvimento só pode ser alcançado por um coletivo, cujos membros, trabalhando numa base homogênea, testam individualmente as modificações dessa própria base. Os esforços malsucedidos predominam, e o grupo prossegue trabalhando apenas com dados que prometem, testando outras modificações. Por isso, Fleck descreve o andamento da pesquisa como uma linha em zigue-zague marcada por acasos, erros e enganos. Do ponto de vista epistemológico, os fundamentos originais do trabalho científico se transformam de maneira imperceptível – na retrospectiva, entretanto, o coletivo não sabe mais nada disso. Os deslocamentos do conteúdo da pesquisa, concebidos pelos próprios envolvidos, acontecem no coletivo de maneira imperceptível para o indivíduo. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 18-19).

Neste sentido, a aparência pode nos enganar ao defrontarmos com uma teoria dita como pronta e acabada. É necessário ter a nítida compreensão do que se passa adentro de toda e qualquer teoria do conhecimento, pois, como vimos, Fleck descreveu bem esse cenário.

Os fatores externos também auxiliam na formulação de uma teoria e, portanto, nos seus resultados. Vejamos o que influenciou fortemente o desenvolvimento que culminou na Reação de Wassermann:

A competição das nações no campo sorológico fazia com que as instâncias políticas concentrassem recursos para pesquisa nesse problema e que fosse dada a ele a correspondente ênfase. O fato de a reação de Wassermann ter mobilizado uma atividade investigativa sorológica tão gigantesca – num relatório do ano 1927 sobre sorodiagnóstico da sífilis foram registrados aproximadamente 1500 trabalhos – explica-se, para Fleck, somente levando em consideração demandas e constelações sociais profundas. Entre outros fatores, a ideia pré-científica da sífilis enquanto epidemia venérea com implicações éticas não é menos importante. Segundo Fleck, essa ênfase especificamente moral da sífilis em seu impacto nas atividades de pesquisa deve ser valorizada muito mais, pois, no caso da tuberculose, apesar de causar danos maiores desde séculos, infelizmente não se constata um investimento comparável por não ser, como Fleck supõe, a doença amaldiçoada e desonrosa, mas antes a doença “romântica”. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 20).

Para se chegar ao estilo de pensamento que proporcionou o acometimento da Reação, foi necessário estudar as bases do estilo anterior sobre as quais foi alicerçada a formação do novo estilo. Neste caso específico, os médicos, clínicos e curadores seriam os especialistas e os enfermos seriam os leigos, ambos participantes centrais da teoria fleckiana. Para Fleck (2010), o conceito da sífilis devia ser investigado como o resultado do desenvolvimento e da coincidência de algumas linhas coletivas de pensamento, da mesma maneira que se investiga um acontecimento da história do pensamento.

Por um lado, o fato científico é uma peça fundante em todo o processo e está fortemente ligada à estrutura mais interna da sua teoria. Para Pfuentzenreiter (2003),

Na epistemologia de Fleck, o fato científico é compreendido dentro da estrutura de um estilo de pensamento, ou seja, ligado às concepções de observação e experiência. Por consequência, o fato está estreitamente relacionado ao modo de perceber. O autor denomina a disposição para o perceber orientado como um estilo de pensamento e as ideias compartilhadas por um determinado grupo como coletivo de pensamento. (PFUENTZENREITER, 2003, p. 113).

Por outro lado, é salutar compreender que a sua teoria é passível de uma ampla compreensão e que é necessário ponderarmos neste trabalho, pois reflete diretamente na nossa pesquisa. O fato científico para nós não é eminentemente fixo como foi o caso específico da sífilis, sendo, portanto, passíveis de outras interpretações. Castilho (2002) nos chamou a atenção, dizendo que é devidamente possível diversas análises sobre a Teoria Sociogênica de Conhecimento fleckiana,

O que quero chamar a atenção é que na relativa flexibilidade da categoria é que reside seu potencial analítico, isto porque Fleck propõe uma teoria do conhecimento que procura caracterizar não só os conhecimentos produzidos pela ciência, mas também conhecimentos relacionados a coletivos não compostos por cientistas, e, conseqüentemente, não necessariamente estruturados, ou pelo menos não como os conhecimentos científicos. (CASTILHO, 2002, p. 71).

Na mesma linha, Tesser (2008) ponderou que,

O conceito de estilo de pensamento proposto por Fleck refere-se à Ciência. No entanto, não é restrito a ela, pelo contrário: os estilos e os coletivos de pensamento transcendem o lócus socialcientífico, podem ser identificados em outras instâncias sociais e culturais. Neste sentido, os estilos de Fleck são conceituados de forma mais ampla e genérica do que os paradigmas de Kuhn. Essa generalidade dos estilos de pensamento e sua semelhança com os paradigmas indicam a possibilidade, propriedade e pertinência da expansão do conceito kuhniano para além de sua formulação estrita. (TESSER, 2008, p. 102).

Sendo assim, vai nascendo o conceito de fato científico cuja característica principal é a resistência no pensamento inicial caótico, a coerção de pensamento e a construção da forma (Gestalt). Fleck diria que ela é sempre um acontecimento que decorre das relações na história do pensamento e, portanto, sempre é resultado de um determinado estilo de pensamento.

Para esses teóricos do conhecimento com formação nas ciências exatas, por exemplo, do Círculo de Viena (Schlick, Carnap e outros), o pensamento humano – pelo menos como ideal – é algo fixo e absoluto, sendo que o fato empírico é relativo. De maneira inversa, os filósofos

humanistas, anteriormente citados, consideram o fato como fixo e o pensamento humano como algo variável. É característico como os dois lados localizam o fixo no terreno que lhes é estranho. (FLECK, 2010, p. 94).

No que tange às questões epistemológicas, a continuação é sempre inesgotável, pois não há um início nem um fim nesse caminhar. O necessário é ter um solo firme de fatos e, sendo assim, o saber viverá dentro do coletivo sempre que for reavivado e retroalimentado.

Será que não podemos absolutamente dispensar o “fixo”? Tanto o pensamento quanto os fatos são variáveis. São variáveis apenas pelo fato de as mudanças no pensamento se revelarem na forma de fatos alterados e, de maneira inversa, fatos realmente novos poderem ser encontrados apenas mediante um pensamento novo. (FLECK, 2010, p. 94).

Frente a esses dizeres, associamos que o fato científico desta pesquisa refletirá das entrelinhas do nosso problema e dos nossos objetivos que detalhamos anteriormente.

Segundo Schäfer e Schnelle (2010), para Fleck as observações científicas não repousam apenas nas observações do material empírico, mas também em ideias cuja gênese vincula-se a um passado remoto.

Aqui no Brasil, já temos estudiosos que comungam dessa mesma ideologia,

Se o uso do modelo kuhniano foi estendido e extrapolou os limites da história das ciências naturais, o uso das categorias fleckianas é mais recente e exígua. No Brasil, autores como Koifman, Delizoicov, Backes, Da Ros, Cutolo, Camargo Jr. e Tesser utilizaram os conceitos fleckianos em pesquisas sobre ensino e prática de medicina, enfermagem e biologia, bem como mudanças curriculares e saúde pública. Em outros lugares, autores aplicaram suas categorias a estudos tão diferentes como a história do conceito de sífilis, a historiografia da ciência e relações entre coletividades em pesquisas. (TESSER, 2008, p. 102).

Do ponto de vista estrutural, Fleck caracterizou as fases de um Estilo de Pensamento como sendo a instauração, extensão e transformação. Ele

percebeu, por recorridas vezes, que ao estudar historicamente o conceito da sífilis, o pensamento dos especialistas sofreu várias transformações adversas no seu modo de ver, pensar e agir ao longo do tempo. Na primeira fase, denominada de instauração, acontecia a aglutinação de todas as ideias e fatos em prol de um pensamento norteador que apregoava a teoria dominante do estilo. No início percebe-se certo veio-confuso, caótico, geralmente pouco desenvolvido e ainda sem muita articulação. Depois envereda-se num estágio de formação conceitual e, por fim, aflora-se o veio-formativo, caracterizando assim que ele foi estilizado, trazendo consigo a solidez da construção do objeto de estudo – o fato científico.

Na segunda fase, denominada de extensão, o esforço foi por desenvolver e manter aquele pensamento dominante em total sintonia (período harmônico) com a dinâmica do surgimento de novos problemas a se considerar. Desta forma, com a finalidade de manter firme e convicta a sua teoria dominante, é necessário que a todo momento aconteça a coerção do pensamento de quem participa do coletivo de pensamento para com outros coletivos que versam ou que trazem influências sobre o mesmo fato. Dellizoicov *et. al.* (2002) concordaram quando afirmaram que,

No primeiro, só se observam os fatos que se encaixam perfeitamente na teoria dominante. Na segunda, tornam-se conscientes as exceções (Fleck, 1986). O coletivo de pensamento “luta” de forma heróica para a manutenção da harmonia das ilusões, porém as complicações do estilo de pensamento podem se tornar ferramentas preciosas para que, após um período de instauração e extensão, surja a fase de mudança de estilo de pensamento e o ciclo se reinicie. (DELLIZOICOV *et al.*, 2002, p. 59).

A terceira fase, denominada de transformação, se dá no período das controvérsias, questionamentos, instabilidades, no que condiz ao pensamento dominante. Fleck (1986; 2010) denominou de transformação do estilo de pensamento o que culminou com a emergência de um novo modo de pensar e agir, isto é, um novo estilo de pensamento. Em geral, o estilo fraquejou, não conseguiu dar conta de respostas satisfatórias aos questionamentos feitos a ele e então aconteceu a fomentação de um novo estilo. A Löwy (1994b) reafirmou que a instauração de um novo estilo de pensamento geralmente implica numa

perda da capacidade de observar certos aspectos, muitas vezes relevantes, do estilo anterior.

No que condiz a categoria Coletivo de Pensamento, para Fleck (1986), “se expressa como o culto comum a um ideal de verdade e clareza” e “o coletivo de pensamento pode ser expresso como o portador comunitário do estilo de pensamento, na medida em que há uma certa cumplicidade entre seus membros, uma socialização de estilo e um culto comum de ideal de verdade”.

Elencamos abaixo algumas reflexões de autores que se aprofundaram na compreensão do que seria a categoria Coletivo de Pensamento:

- Para Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013), “uma comunidade de indivíduos que compartilham práticas, concepções, tradições e normas”;
- Para Schafer e Schnelle (1986), “o coletivo de pensamento constitui-se na unidade social da comunidade de cientistas de um campo determinado”;
- Para Lowy (1994a) e Lowy (1996), “ele determina os problemas que lhe interessam, os métodos empregados para resolvê-los e os critérios de análise do observado.

Para Fleck (2010), seria a comunidade das pessoas que trocam pensamentos ou se encontram numa situação de influência recíproca de pensamentos, temos, em cada uma dessas pessoas, um portador do desenvolvimento histórico de uma área de pensamento, de um determinado estado do saber e da cultura, ou seja, de um estilo específico de pensamento (FLECK, 2010 p. 82).

Para nós, o Coletivo de Pensamento seria uma “composição celular” de todos especialistas que comungam de um mesmo Estilo de Pensamento. Esse coletivo pôde perpassar por diversos períodos históricos, levando suas ideias aos mais longínquos rincões pedagógicos, influenciando e sendo influenciado por outros coletivos de pensamentos que detenham ideias afins. É adentro do coletivo que se determinam quais os problemas que iriam ser referendados e solucionados para que os propósitos deles permanecessem sempre em voga.

Difícilmente alguma contradição atingirá um coletivo de pensamento que traz consigo uma concepção bem definida, quando participa do cotidiano correlato, das expressões verbais, se tornando assim um ponto de vista impensável. Essa fase clássica se mantém firme quando os fatores se enquadram perfeitamente até que um belo dia seja abalada, profundamente, quando exceções se manifestem. Essa cumplicidade de um sistema fechado e a conformidade com o estilo não estará disponível a todos e não permitirá qualquer tipo de inovação. A reinterpretção sempre se dará em torno do estilo. Para Fleck (2010),

O caráter fechado dos sistemas, os efeitos recíprocos entre o conhecido, as coisas a serem conhecidas e os atores do conhecimento garantem a harmonia dentro do sistema, que é, ao mesmo tempo, uma harmonia das ilusões, que não se resolvem, de maneira alguma, dentro dos limites de um determinado estilo de pensamento. (FLECK, 2010, p. 81).

No ver de Castilho (2002), a cumplicidade entre os componentes do coletivo é a condição necessária para que um estilo de pensamento se estabeleça, se mantenha e se desenvolva. Como aventamos anteriormente, podemos pertencer a vários coletivos de pensamentos, basta que troquemos ideias com outros iniciados mesmo que momentaneamente. Fleck (2010) disse que apesar de consistir em indivíduos, o coletivo de pensamento não é a simples soma deles. O indivíduo quase nunca está completamente consciente quando pertence a um determinado estilo de pensamento coletivo. Dessa forma, quanto mais distante forem os temas dos estilos, menor será a circulação de ideias entre eles. Castilho (2002) nos informou que,

Para ele [Fleck], quando duas ou mais pessoas trocam ideias, pode-se caracterizar como um coletivo de pensamento momentâneo, que nasce e desaparece a cada momento. Além deste, há aqueles coletivos relativamente estáveis, que se estabelecem em grupos sociais organizados. Há, ainda, aqueles grupos que se tornam estáveis por um longo período, adquirem uma estrutura formal e o estilo de pensamento torna-se fixo. São estes coletivos que abrigam a ciência enquanto uma estrutura específica, coletiva e intelectual. Fleck argumenta que, quanto mais um coletivo de pensamento é especializado em seu conteúdo, mais fortes são os vínculos de pensamento que unem seus componentes. (CASTILHO, 2002, p. 57).

Percebe-se, então, que o estilo de pensamento é quem une os participantes de um coletivo de pensamento e que a cooperação e a comunicação entre eles são essenciais à vitalidade dessas duas categorias. Vale ressaltar que o passado histórico da sífilis demonstrou a importância do coletivo de pensamento. Vejamos que foram várias as etapas de acontecimentos da história da sífilis, até que se chegasse ao patamar atual da Reação de Wassemann,

A história da doutrina da sífilis relatada, no primeiro capítulo, deixa bem claro o quanto todo trabalho científico é trabalho coletivo. Em primeiro lugar, todos os motivos do andamento das ideias são oriundos de ideias coletivas: a doença como punição pelo desejo – esta é a ideia coletiva de uma comunidade religiosa. A doença decorrente da influência das estrelas pertence à comunidade dos astrólogos. A metaloterapia especulativa de médicos clínicos gerou a doutrina do mercúrio. A doutrina do sangue foi tomada de empréstimo pelos teóricos da medicina da velha voz do povo (“O sangue é um líquido muito especial”). A doutrina do agente remonta, através da etapa etiológica moderna, à representação coletiva do demônio que estaria por detrás de uma doença. (FLECK, 2010, p. 84).

As etapas do desenvolvimento do conceito da sífilis foram, deveras, importantes em todo o processo deste conhecimento e não somente as ideias principais individualizadas.

Em se tratando do desenho estrutural interno comum dos coletivos, Fleck distinguiu os círculos esotéricos dos exotéricos. Castilho (2002) dissera que,

O coletivo de pensamento possui linguagem estilizada e códigos fechados, compartilhados apenas pelos iniciados, constituindo, assim, um círculo esotérico. No entanto, ao redor deste, se estabelece o círculo exotérico, formado pelos não iniciados cujo discurso é mais simplificado. Quanto mais este círculo vai se afastando do esotérico, mais a tradução do fato científico vai, paulatinamente, se simplificando. (CASTILHO, 2002, p. 59).

Os primeiros são círculos concêntricos mais internos e menores de natureza mais coercitiva que aglutinam especialistas de uma determinada área do conhecimento. Os segundos são formados por leigos, leigos-formados e demais membros de determinada comunidade, inclusive, a opinião pública que reflete questões sobre aquele tema. Segundo Delizoicov *et al.* (2002), esses últimos são maiores e não se relacionam diretamente com o fato científico em si,

apenas através de uma mediação indireta com o círculo esotérico. Todos os participantes desses dois círculos podem servir, concomitantemente, de vetores para uma diversidade de outros coletivos. A interação entre eles vai favorecer em muito a ampliação e o desenvolvimento daquela determinada área de conhecimento. É a partir dessa interação dinâmica entre esses círculos que os diferentes coletivos irão se relacionar e articular.

Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013) disseram que é a partir desse núcleo de conhecimentos e dessas práticas compartilhadas que se formam os círculos exotéricos, quando passam a interagir, por meio de múltiplas alternativas, com o círculo esotérico. Os círculos relacionam-se num ciclo de dependência baseadas na confiança nos especialistas frente às necessidades dos leigos associados. Segundo Schäfer e Schnelle (2010), o saber exotérico simplifica, omite detalhes e generaliza para ser compreensível aos leigos. Mas, inversamente, o saber esotérico também depende do saber exotérico: este último se apresenta a ele como opinião pública popular, serve-lhe como fonte de sua legitimação.

A relação professor-estudante foi concebida por Fleck como um reflexo da relação elite e massa. Como podemos perceber o “chão” de sala de aula pode refletir tranquilamente os parâmetros desses círculos supracitados, a partir da relação professor-estudante.

No compreender de Castilho (2002), o círculo exotérico é formado por componentes que se unem em torno de um dogma de fé ou uma ideia científica ou um pensamento artístico. O elo que os une é a certeza do caminho certo na busca da sua verdade. Nesse aspecto é que percebemos nitidamente que os círculos são complementares e, porque não dizer, dependentes entre si.

Também Delizoicov *et al.* (2002) afirmaram que o pertencer a um círculo ou a outro só faz sentido se relativizado, se comparado com o círculo correspondente. Ainda para esses autores, quanto mais se afasta do núcleo esotérico em direção à periferia exotérica, mais simplificada é a tradução de um determinado fato científico e o círculo exotérico tem seus fundamentos na confiança da competência dos especialistas. Tudo indica então que a linguagem entre os seus pares vai se transformando ao modificar de nível, quando se esvai

do círculo esotérico. Essa mudança na linguagem é um forte indício de que o estilo está modificando ou se modificou. Mais uma vez, reproduzimos o sentimento de que é necessário sempre a retroalimentação desses círculos.

Na concepção de Castilho (2002), um coletivo de pensamento compõe-se de muitos círculos interseccionados, ou seja, um círculo pode ser considerado esotérico em relação a vários outros exotéricos. Para Fleck (1986) um indivíduo pode pertencer a vários círculos exotéricos e a uns poucos, ou a nenhum esotérico. Não à toa, é pela migração sócio-cognitiva de fragmentos de conhecimento pessoal, através do coletivo – dentro do círculo esotérico e pela interação com os círculos exotéricos –, que se consolida a ciência hegemônica (DELIZOICOV *et al.*, 2002). É nesse movimento que conseguiremos dar cabo de explicar a gênese e o desenvolvimento de um determinado contexto científico de relevância, em especial a nossa pesquisa.

As relações dinâmicas entre os círculos proporcionam o que Fleck denominou de circulações intracoletiva e intercoletiva. Por um lado, a circulação intracoletiva acontece adentro do coletivo e busca dar manutenção à teoria dominante proporcionando assim a sua extensão. Nesse caso, o sujeito individual se insere no coletivo de pensamento e precisa aprender e compartilhar os conhecimentos e práticas do estilo de pensamento vigente (LORENZETTI, MUENCHEN e SLONGO, 2013). Esse sujeito, contudo, torna-se responsável pela coerção de pensamento que forma um participante neófito de determinado coletivo de pensamento. Fleck (1986; 2010), portanto, nos afirmou que na circulação intracoletiva aconteceria o compartilhamento dos conhecimentos e práticas relativas ao estilo de pensamento vigente, de modo a formar os novos membros do grupo.

Dessa forma, essa carga que se faz ao manter a teoria dominante sempre em voga, deve ocorrer de forma contínua promovendo assim que se perpetue a circulação intracoletiva até segunda ordem.

Por outro lado, a circulação intercoletiva se dá no âmbito de dois ou mais coletivos, ou seja, promovendo a comunicação entre eles, contribuindo assim para futuras propensas transformações no estilo de pensamento. Qualquer tráfego intercoletivo de pensamento traz consigo um deslocamento ou uma

alteração dos valores de pensamento (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010). Nesse caso, a manutenção da extensão do estilo de pensamento também é garantida até que ocorra a transformação dos valores desses pensamentos.

Precisamos reconhecer o devido papel de documentos como revistas, manuais e livros-textos no âmbito da circulação intercoletiva de ideais e, mais adiante, abordaremos esse tema com mais detalhes. No compreender de Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013), a comunicação não ocorre nunca sem a transformação e sem que se produza uma remodelação de acordo com o estilo, que intracoletivamente se traduz em um reforçamento e intercoletivamente em uma mudança fundamental do pensamento comunicado e segundo Castilho (2002), Fleck considerou conveniente, também, se fazer uma comparação entre versões científicas modernas com algumas mais antigas, salientando que para se analisar um estilo de pensamento novo é necessário se colocar no lugar dos antigos.

Desta forma, ao analisar um desenvolvimento de um fato científico é necessário atentar que existem outros fatores que se encontram no “tabuleiro do jogo” e que muitas vezes não são levados em conta.

A permanência de ideias vinculadas a uma sociedade, a uma situação histórica ou a uma cultura é para o Fleck tão ou ainda mais importante do que aquilo que é intencionado pelo pesquisador individual e que as técnicas de verificação que o mesmo inventa e elabora. Em uma palavra: Fleck descobre, nesse estudo de caso, que a ciência deve ser entendida essencialmente como um processo coletivo. (Schäfer e Schnelle, 2010, p. 17).

Sendo assim, Fleck tornou-se muito coerente ao atacar a historiografia das ciências onde buscou vincular os acontecimentos e desempenhos aos respectivos pesquisadores isolados. Esses tais desempenhos seriam frutos de uma racionalização que nada tem a ver com o processo em si, pois, no compreender do Fleck, as ideias surgem da difusão dos pensamentos de um coletivo de cientistas.

Por tudo isso, entendemos que Fleck nos brindou com suas categorias permitindo, assim, que mais adiante possamos recorrer a elas, no que tange às análises histórico-filosóficas dos episódios escolhidos neste trabalho. Nos

próximos capítulos perceberemos que os estilos de pensamentos e os coletivos de pensamentos galileanos e newtonianos se articularão, através das circulações de ideias, de tal forma que poderão proporcionar fortes desdobramentos no Ensino de Física no Brasil.

1.2.3 O elo entre suas crenças e o ensino

As ideias de Fleck foram movimentadas por diversos estudiosos das mais distintas áreas, em vários períodos, desde a década de 1960, tais como: Tomas Kuhn, Hans Reichenback, W. Baldamus, Robert Merton, Ilana Löwy, Cohen, Schhnelle, Schäfer, além de brasileiros ligados a Demétrio Dellizoicov (UFSC). Destaque para a obra *Cognition and Fact* de Cohen & Schhnelle (1986) e para os autores Löwy e Delizoicov que trazem em seus trabalhos interpretações e extensões fantásticas das ideias fleckianas. Para Schäfer e Schnelle (2010),

Assim, a introdução numa determinada área de trabalho possui antes o caráter de uma doutrinação do que de um incentivo ao pensamento crítico-científico. A aprendizagem – na ciência como nas profissões, artes e religiões – é marcada por uma “sugestão de pensamentos puramente autoritária”. “Qualquer introdução didática, portanto, é literalmente uma ‘condução-para-dentro’, uma suave coação. As relações particulares de dependência são constitutivas para o coletivo de pensamento, o que vale principalmente para a relação entre professor e aluno. Não se trata, segundo Fleck, de uma relação pessoal, mas, do reflexo da relação entre a elite e a massa: confiança nos especialistas, por um lado, e dependência da opinião pública, por outro. A união dos que passaram por essa formação fortalece, por sua vez, o “sentimento de solidariedade de pensamento”. Para ele, “tradição, educação e hábito” são fatores que geram a “disposição para um sentir e agir direcionados e restritos”. (Schäfer e Schnelle, 2010, p. 25).

Não à toa, percebemos claramente um forte elo entre as crenças fleckianas e a área do Ensino. Como dissemos anteriormente, a relação entre a elite e a massa a que se referia Fleck trouxe consigo elementos de similaridade entre professores e estudantes. Os círculos esotéricos e exotéricos, neste caso específico, se comunicam com muita intensidade, potencializando esse diálogo de cunho educacional.

Desta forma, percebemos que as reflexões sobre as categorias fleckianas deixaram de ser apenas objeto de estudo das Ciências Médicas e permearam por outras áreas do conhecimento. Sendo assim,

[...] o objetivo do conhecimento na medicina não é, em primeiro lugar, a ampliação do saber em si, mas possui um caráter muito pragmático: o controle desses estados patológicos. As concepções, os modelos e as abordagens, ou seja, tudo que faz parte da explicação teórica das observações de doenças é submetido a uma pressão *constante* e muito imediata de gerar resultados. Desse modo, as abstrações se evidenciam frequentemente como insuficientes na medicina. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 11, grifo do autor).

O interesse da Medicina, antes de mais nada, sempre foi voltado para “fenômenos irregulares”, no que condiz aos estados patológicos dos organismos. Porém, para estudar esses fenômenos ditos irregulares é necessária muita abstração por parte dos especialistas, o que os fazem recorrer frequentemente ao ramo da estatística. O esvaziamento dessas abstrações revela o *modus* de pensar médico, inclusive, atualmente. Em razão disso,

Fleck vê o pensamento médico numa tensão permanente entre o desejo da homogeneização teórica, que só pode ser alcançada através da abstração, e a necessidade da concretização das proposições, que exigem um grande número de abordagens concorrentes. O saber médico se assemelha a um fluxo constante: nele, formam-se invariavelmente determinadas ideias metodológicas e pensamentos condutores como pontos de vista dominantes. Trata-se sempre, contudo, de concepções meramente específicas e temporárias, que se encontram numa transição dinâmica para novas orientações. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 13).

Em seu artigo *Zur Krise der Wirklichkeit* (Sobre a crise da realidade) de 1929, Fleck generalizou suas ideias para outras áreas do conhecimento, além da Medicina. Conforme vimos anteriormente, ele deu sinais, primeiramente, de que existe um “pensamento conforme um estilo”, que denominou Estilo de Pensamento. Depois, examinou sistematicamente a relação entre o objeto, a atividade de conhecimento e o âmbito social. Desta forma, Schäfer e Schnelle (2010) propuseram a existência de três fatores sociais que atuam em qualquer que seja a atividade do conhecimento:

(1) “O peso da educação” – os conhecimentos, em sua maior parte, são constituídos de aprendizados e não de conhecimentos novos. No entanto, a cada passagem de conhecimentos no processo de aprendizagem, o conteúdo do saber se desloca imperceptivelmente; (2) “o peso da tradição” – os conhecimentos novos sempre são predeterminados pelos antigos; (3) “o efeito da sequência do processo de conhecimento” – aquilo que foi uma vez conceituado, restringe a margem das concepções decorrentes. (Schäfer e Schnelle, 2010, p. 13-14).

Quando avaliamos esses fatores, podemos perceber a extensão das ideias fleckianas. Dessa forma, podemos ampliá-las para outras áreas do conhecimento humano. Nessa perspectiva, podemos intuir que cada grupo social depõe a favor de sua própria realidade e, portanto, o processo do conhecimento, a partir de um objeto estudado – atuando como uma atividade social – estaria ligado intimamente ao envolvimento dos seus indivíduos. Nesse entendimento, cada grupo social compõe o seu próprio estilo de pensamento. Segundo Fleck, esse grupo compreende os problemas e os direciona para seus objetivos. A escolha do referido problema, todavia, é quem determina a maneira de enxergar o objeto em estudo. A “verdade” reconhecida a partir da observação, torna-se, portanto, relativa por causa desta tendência associada. Sendo assim, acreditamos que a Educação acolhe bem essas características permitindo, portanto, que as categorias fleckianas possam balizar as diversas áreas educacionais.

E o que dizer especificamente da Física? Poderíamos levar as ideias fleckianas ao Ensino de Física? Acreditamos que sim, pois o esclarecimento e a solidez das categorias fleckianas deram o tom na amplitude da sua utilização. Os parâmetros de análise que acometem o processo de produção e a disseminação do conhecimento servirão como base para pesquisas na área de Ensino de Ciências, mesmo que ainda incipiente quando avaliamos o conjunto de programas nacionais de pós-graduação nesta área.

A área da saúde, por exemplo, foi quem inicialmente acolheu as ideias fleckianas, muito por conta de originalmente o próprio Fleck ter refletido sobre temas pertinentes ao campo da Medicina. Segundo Pfuetzenreiter (2002),

A epistemologia baseada no pensamento de Fleck está norteando alguns grupos de pesquisadores no ensino de ciências (Delizoicov, 1995; Castilho & Delizoicov, 1999; Lima, L. C., 1999), especialmente na área da saúde e do ensino desta área (Backes, 2000; Cutolo & Delizoicov, 1999; Cutolo, 2001; Da Ros & Delizoicov, 1999; Da Ros, 2000; Delizoicov et al., 1999; Koifman, 2001; Lima, A. M. C., 1999). (PFUETZENREITER, 2002, p. 130).

No que condiz a esses trabalhos os autores em questão escolheram a categoria Estilo de Pensamento como pilar central de toda sua pesquisa. Os seus instrumentos de coleta de dados são os mais diversos possíveis, conforme indica Pfuetzenreiter (2002). Para tanto, eles lançam mão de abordagens variadas, tais como: entrevistas semi-estruturadas (Backes, 2000), análise histórica (Cutolo & Delizoicov, 1999), exame da produção científica (Da Ros & Delizoicov, 1999; Da Ros, 2000), e utilização de estudo documental associado a entrevistas (Cutolo, 2001; Koifman, 2001).

Em outra perspectiva, Delizoicov (1999) nos chamou a atenção, sobre o Ensino de Ciências,

Além da utilização para investigações no âmbito da História e Filosofia e da Sociologia da Ciência, que vêm sendo desenvolvidas na Europa, destacamos também o potencial desde [de Fleck] modelo epistemológico como uma referência para a investigação de problemas de ensino de ciências [...] Este modelo caracterizado pela sociogênese do conhecimento auxiliaria na caracterização e compreensão da atuação de grupos de docentes indicando novos caminhos a serem percorridos na formação inicial e contínua de professores. (DELIZOICOV *et al*, 1999, p. 9)

A referência fleckiana visa também investigar problemas que acometem o Ensino de Ciência. Isso se deve, em muito, ao enlace das suas categorias ao conhecimento do senso comum, do científico, fomentando novas pesquisas ao tempo em que promove a reunião de outros profissionais, tais como os professores dos mais diversos níveis de ensino, o que seria um deleite ao apontar novos caminhos para as formações iniciais e continuadas.

Tudo isso nos indica que a diversidade dessa teoria e nos dizeres do próprio Fleck, isto também poderia ser aplicado ao pensamento de um povo, de uma classe ou de um grupo. Schäfer e Schnelle (2010) disseram que,

O preenchimento dessa “racionalidade” de um estilo de pensamento só pode ser elucidado mediante análises comparadas. Ora, Fleck vê a vantagem de sua abordagem justamente na sua aplicabilidade ampla, que permitiria “comparar os modos de pensar primitivo, arcaico, infantil e psicótico e de analisá-los de maneira coerente”. Isso vale também para os diversos coletivos de pensamento. (Schäfer e Schnelle, 2010, p. 31).

No que tange a dissertações e teses na área de Educação Científica, as quais nos interessa nesta pesquisa, destacamos o trabalho de estudo da arte de Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013) que localizaram 41 trabalhos no período de 1995 a 2010, no Portal de Teses da CAPES. Destaque para os trabalhos de Da Ros (2000), Slongo (2004), Lorenzetti (2008) e Muenchem (2010) que, segundo os próprios autores da pesquisa, também contribuíram no mapeamento de outros trabalhos desse universo garantido pela CAPES. A partir desse estudo, foi possível se ter uma ideia do panorama nacional dos trabalhos, períodos, áreas de conhecimentos, regiões, estados, programas e IES que produziram materiais sobre as ideias fleckianas. Pela sua importância para o nosso trabalho, rerepresentamos abaixo e analisamos, no interesse da nossa pesquisa, algumas tabelas que refletem os parâmetros encontrados.

Tabela 1: Número de trabalhos por período

Período	Dissertações	Teses	Total
1º Período (1995 a 2000)	4	2	6
2º Período (2001 a 2005)	6	10	16
3º Período (2006 a 2010)	13	6	19
Total	23	18	41

Fonte: Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013)

Atentemos que os dados da tabela 1 refletem os primeiros trabalhos das concepções epistemológicas do Fleck, no Brasil, que são datados dos meados da década de 1990. Percebe-se, também, que num intervalo de 15 anos existiram apenas 41 trabalhos dentre dissertações e teses, o que ainda caracteriza muito pouco em termos de produção do conhecimento.

Tudo nos leva a concluir que as ideias de Fleck precisariam ser mais difundidas academicamente no Brasil, pois, os números apresentados ainda

estão muito aquém. Por isso é necessária uma maior quantidade de trabalhos como essa pesquisa com fins de divulgar ainda mais a Teoria Sociogênica do Conhecimento de Fleck.

Tabela 2: Número de trabalhos por área do conhecimento

Área de Conhecimento	Total
Saúde	23
Educação em Ciências	13
Filosofia da Ciência	5
Total	41

Fonte: Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013)

Ao observarmos a tabela 2, percebemos que a área de conhecimento que mais atuou com a epistemologia fleckiana foi a área de Saúde. Não à toa, como dissemos anteriormente, os primeiros trabalhos do próprio Fleck vieram do campo da Medicina e, portanto, reconhecidamente a concentração nessa área. Em segundo lugar, tivemos trabalhos voltados para a área de Educação em Ciências e, em terceiro, a Filosofia da Ciência. Isso demonstra uma prioridade de estudos na área geral das ciências. Vale ressaltar que consideramos ainda muito pouco os trabalhos na área de Educação em Ciências uma vez que apenas 31,71% representam a sua totalidade. Para além disso, não encontramos nenhum trabalho citado ou voltado para o Ensino de Física, nessas referências.

Tabela 3: Número de trabalhos por região e Estado

Região	Estados	Total
Sul	SC	28
	PR	1
	RS	1
Sudeste	RJ	6
	MG	2
	SP	1
Centro-Oeste	DF	2
Total		41

Fonte: Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013)

Pela tabela 3, os trabalhos encontrados são, predominantemente, oriundos das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, respectivamente. Nota-se, então, que não temos até o ano de 2010 registros de trabalhos da região Norte-Nordeste. Vale lembrar que essas regiões, constantes na referida tabela, oferecem cursos de pós-graduação a bem mais tempo nessas áreas.

Tabela 4: Número de trabalhos por programa e IES

Programa	IES	Total
Educação	UFSC, UFPR, UNESC e UnB	15
Saúde Coletiva	UFSC, UERJ, FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, UNICAMP e UFRJ	7
Educação Científica e Tecnológica	UFSC	5
Saúde	UNIVALE	4
Filosofia	UFSC e UERJ	2
História	UFMG	2
Outros*	UNIJUÍ e UFSC	6
Total		41

*Educação Física, Educação nas Ciências, Enfermagem, Engenharia Ambiental, Sociologia Política e Saúde Pública

Fonte: Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013)

A tabela 4, aponta que a maioria dos trabalhos foram realizados nos programas/IES de Saúde (UNIVALE, UFSC, UERJ, FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, UNICAMP e UFRJ) e Educação (UFSC, UFPR, UNESC e UnB), demonstrando, assim, intensa preocupação e dedicação desses programas com a epistemologia fleckiana.

Boa parte desses trabalhos, ao serem consultados, foram pautados nas correlações com as categorias de estilo de pensamento e coletivo de pensamento geralmente com fins de analisar os currículos e as práticas pedagógicas dos cursos ora escolhidos.

Apresentamos as tabelas 5, 6, 7 e 8, de nossa própria autoria, que complementam, preferencialmente, as tabelas anteriores (1, 2, 3 e 4), a partir de novas pesquisas no Portal de Teses da CAPES, na homepage “www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses”. A nossa proposta é apontarmos os resultados para o período de 2011 a 2018 ao considerarmos basicamente as mesmas categorias de pesquisa e análise de Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013). Por conta do dinamismo do sistema detectamos que existiram consideráveis alterações. Sinalizamos que existiram alterações do tipo: classificação de novas áreas (diversidade de nomeações), diminuição de palavras-chaves para focar na pesquisa e consideração da mudança para a plataforma Sucupira. Quando o trabalho foi anterior à implementação da Plataforma Sucupira, tínhamos que voltar ao Google com algumas informações para resgatar o trabalho na instituição/repositório de origem. Tivemos também que excluir autores e orientadores nomeados de Fleck sem que, necessariamente, versassem sobre a Teoria de Fleck. Excluimos, por exemplo, um bairro cujo nome é Fleck e uma doença que afligem as uvas de nome Fleck, dentre outros tantos casos.

Nessa perspectiva, inicialmente, foram localizados 380 casos que foram reduzidos paulatinamente com a inserção de filtros. Esses dados foram coletados no início de janeiro de 2019. Com a finalidade de localizar os trabalhos utilizamos as seguintes expressões exatas “Ludwik Fleck”, “Fleck” e encontramos cerca de 69 trabalhos, envolvendo dissertações e teses. Vale ressaltar que toda essa pesquisa se encontra detalhada em uma planilha de dados, estando à disposição no apêndice deste trabalho. Por conta de estar no formato de arquivo Excel (por causa de espaço), resolvemos colocar nas nuvens e ao final deste trabalho com prenome de apêndice 1. O link é <https://drive.google.com/drive/folders/1D16lxneHHsrQjLrddXYbWCHylt-j5wHc>

Vejamos que,

Tabela 5: Número de trabalhos por período

Ano	Dissertações	Teses	Total
2011-2012	4	5	9
2013-2014	10	5	15
2015-2016	16	12	28
2017-2018	5	12	17
Total			69

Fonte: Autor

Proporcionalmente falando, atentemos que na tabela 5 existe um crescente aumento dos trabalhos que versam sobre a Teoria do Conhecimento fleckiano. Trata-se de um período de 8 anos, nos quais tivemos cerca de 35 dissertações e 34 teses, que demonstra certo equilíbrio na natureza dos trabalhos.

Tabela 6: Número de trabalhos por área do conhecimento

Área de Conhecimento	Quantitativo
Educação ou Ensino	46
Ciências Humanas	11
Saúde	9
Ciências Exatas e da Terra	2
Linguagem	1
Total	69

Fonte: Autor

A tabela 6 nos indica, em detalhes, que os 69 trabalhos foram distribuídos entre as antigas áreas da Saúde, Educação e Ciências Humanas. Mas, ao contrário do estudo anterior, a área de Educação ou Ensino foi a que mais desenvolveu trabalhos. Sinaliza, também, que novas áreas foram incluídas, tais como as Ciências Exatas e da Terra, indicando que a teoria fleckiana está chegando às mais diversas áreas do conhecimento, mesmo que ainda timidamente. As principais categorias utilizadas para embasar todos esses novos

trabalhos foram as circulações de ideias (intracoletiva e intercoletiva), os círculos exotéricos e esotéricos, estilo de pensamento e coletivo de pensamento.

A tabela 6.1 detalha em profundidade as diversas denominações da tabela 6.

Tabela 6.1: Detalhes das denominações por áreas

Áreas	Denominações incluídas
Educação ou Ensino	Educação; Educação em Ciências; Ciência, Tecnologia e Ensino; Educação Científica e Tecnológica; Ensino de Ciências; Ensino de Ciências e Matemática; Educação nas Ciências; Educação Científica; Ensino de Física; Ciência, Tecnologia e Educação
Ciências Humanas	História das Ciências e da Saúde; História das Ciências; Filosofia; História; Antropologia Social; Instituições, Cultura e Globalização
Saúde	Saúde da Família; Saúde Coletiva; Política, Planejamento e Administração em Saúde; Saúde da Criança e da Mulher; Saúde Pública; Epidemiologia, Patologia, Diagnóstico e Controle das Doenças nos Trópicos; Psicologia.
Ciências Exatas e da Terra	Química, Ciências Exatas e da Terra
Linguagem	Semiótica e Linguística Geral

Fonte: Autor

Destaque para o quantitativo de denominações da área de Educação e Ensino, Ciências Exatas e da Terra e Linguagem. Isso somente demonstra a recente preferência da Teoria fleckiana pelas diversas áreas do conhecimento humano.

Tabela 7: Número de trabalhos por região e Estado

Região	Estados	Quantitativo	Total
Sul	SC	19	36
	PR	6	
	RS	11	
Sudeste	RJ	9	23
	MG	6	
	SP	8	
Nordeste	BA	1	5
	RN	3	
	PE	1	
Centro-Oeste	DF	1	2
	GO	1	
Norte	PA	3	3
Total		69	69

Fonte: Autor

A tabela 7 destaca a inclusão das regiões Norte e Nordeste com 8 trabalhos no total, demonstrando, mais uma vez, o alcance da teoria fleckiana, mesmo que, novamente, ainda tímida. Também pudemos observar a manutenção dos estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, todas com crescente produção. Atentemos para a adesão do Estado de Goiás na região Centro-Oeste.

Tabela 8⁵: Número de trabalhos por programa e IES

Programa	IES	Quantitativo
Educação Científica e Tecnológica	UFSC	13
Educação	UFPR, UFSCar, UNIPLAC, UNB, UFRGS, UNOCHAPECÓ, UFRN, UEPG, UFFS, UFMG	13
Educação & Ciência*	PUCRS, UEM, UESC, UFPA, UFPR, UFRGS, UFSM, UNESP, UNIJUI, UNIPLI, USP, UTFPR, CEFET-RJ, UNICAMP, UNIFESP	21
Saúde Coletiva	UERJ, UFSC	4
Saúde**	FIOCRUZ, UNIVALI	5
Filosofia	USP, UEL	3
História	UFMG	4
Outros***	PUCMG, UFSM, USP, UFGO, UFRGS, UFRPE	6
Total		69

Fonte: Autor

A tabela 8 demonstra que houve uma aglutinação de outras tantas instituições de ensino superior, em torno da referida teoria.

O que de fato nos chamou a atenção nesta nova pesquisa foi a localização de cerca de 10 trabalhos que apresentam temas envolvendo a área de Ensino de Física, correspondentes a 14,49% da representação do total. Foram cerca de 5 dissertações e 5 teses, no total de 10 trabalhos distribuídos igualmente.

⁵*= Ciência Tecnologia e Educação, Educação em Ciências, Educação em Ciências e em Matemática, Educação em Ciências e Matemática, Educação em Ciências e Matemáticas, Educação em Ciências Química da Vida e Saúde, Educação nas Ciências, Educação para a Ciência, Educação para a Ciência e a Matemática, Ensino de Ciência e Tecnologia, Ensino de Ciências, Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, Ensino de Física, Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, Educação e Saúde na Infância e Adolescência

**= Saúde da Criança e da Mulher, Saúde Pública, Saúde e Gestão do Trabalho, História das Ciências e da Saúde, História das Ciências

***= Psicologia, Ciências Sociais, Linguística, Química, Antropologia Social, Ciência Animal Tropical

Ponderamos que o percentual ainda é pequeno, mas nos indica que existe um chamamento para que a Teoria fleckiana atue cada vez mais nesta área do conhecimento.

Os autores que versaram sobre temas do Ensino de Física foram: Emmec (2011), Queirós (2012), Brandão (2013), Leonel (2015), Yamazaki (2015), Girelli (2016), Albuquerque (2016), Boaro (2017), Oliveira (2017) e Andrade (2018). Esses trabalhos continuaram a utilizar as mesmas categorias que listamos anteriormente para agora estudar questões de cunho de formação de professores (inicial, continuada e estágios supervisionados), livros didáticos, além de outras pesquisas.

No que diz respeito à formação de professores, as categorias estilos de pensamento e circulação de ideias dominaram cerca de sete (07) dos trabalhos (QUEIRÓS, 2012; BRANDÃO, 2013; LEONEL, 2015; GIRELLI, 2016; ALBUQUERQUE, 2016; BOARO, 2017 e OLIVEIRA, 2017). No que tange aos estudos sobre os “livros didáticos”, as categorias estilos e coletivos de pensamentos dominaram dois (02) dos trabalhos (EMMEC, 2011 e YAMAZAKI, 2015). Por fim, tivemos um (01) trabalho sobre a “relação de Fleck com outros autores-epistemólogos” a qual demandou análises comparativas com as diversas categorias fleckianas (ANDRADE, 2018).

Vale ressaltar que apesar de termos nas pesquisas mais recentes trabalhos da área de Ensino de Física, nenhum desses trabalhos demonstraram interesse em avaliar com detalhes a fase de “transformação” do (s) estilo (s) de pensamento (s), pertinente a seus problemas de pesquisa. Como vimos, o nosso trabalho tem essa pretensão, isto é, estudar as transformações dos estilos de pensamentos galileanos e newtonianos no ensino francês e suas respectivas consequências. Desta forma, justificamos mais uma vez a escrita deste nosso trabalho pela sua singularidade e importância sobre o tema.

Vale a pena lembrar que em se tratando de produção acadêmica que utilizaram a epistemologia fleckiana, Queirós e Nardi (2008) realizaram pesquisas nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), no período de 2002 a 2007, e localizaram 13 artigos associados. Os autores classificaram a pesquisa em quatro categorias

denominadas de “História de Fatos Científicos”, “Concepção de professores acerca da natureza da ciência”, “Ensino de Saúde” e “Análises de Pesquisas em Ensino de Ciências no Brasil”. Abordaremos nesta pesquisa de forma simplificada as questões mais centrais. A finalidade é demonstrar até que ponto as ideias fleckianas encontram-se difundidas nos principais eventos nacionais da comunidade acadêmica, ao tempo em que os autores pesquisados promovem a produção do conhecimento nas diversas áreas que agenciam o Ensino de Ciências.

De uma maneira geral, segundo os autores Queirós e Nardi (2008), os trabalhos que versam sobre a “História de Fatos Científicos” se utilizam de categorias do tipo Estilo de Pensamento, Coletivo de Pensamento e Circulação Intracoletiva e Intercoletiva de Ideias. Esses trabalhos trazem à tona questões de contraposição, as quais foram possíveis contrastar com modelos explicativos que se formaram ao longo de períodos históricos anteriores, são elas:

a) as concepções empiristas de que a origem do conhecimento científico está na experimentação; b) que o crescimento do conhecimento científico é linear e essencialmente cumulativo; c) a concepção individualista e neutra do sujeito, que, ao tratar os dados observados com um aparato lógico-matemático, descobre leis naturais e d) a imagem descontextualizada e socialmente neutra da ciência. (QUEIRÓS e NARDI, 2008, p. 4-5).

Os principais autores destes trabalhos e outros autores citados com o mesmo tipo de pesquisa foram Castilho *et al.* (2004), Sheid *et al.* (2003, 2005b), Delizoicov e Heidrich (2007) e Flôr (2007).

Na categoria que versou sobre as “concepções de professores acerca da natureza da ciência”, percebemos, na ampla maioria dos trabalhos, interesse em demonstrar que a História da Ciência é muito importante para a formação dos professores. Segundo Queirós e Nardi (2008),

Os artigos, principalmente aqueles que exploram a história de fatos científicos, sugerem a “inserção” da história da ciência nos cursos de formação de professores para o desenvolvimento de uma concepção de ciência como uma construção sócio-histórico-cultural, podendo auxiliar na compreensão conceitual de um conteúdo ou temática específica. (QUEIRÓS e NARDI, 2008, p. 6).

Os autores que militaram nessa categoria foram Sheid *et al* (2005a, 2007) e Delizoicov *et. al* (2003).

Na categoria que ponderou sobre o “Ensino de Saúde” boa parte dos trabalhos encontrados avaliaram as diversidades e diferenças nas quantidades de estilos de pensamentos. Segundo Queirós e Nardi (2008), o estudo procurou explicar a quantidade de estilos de pensamento diferentes, a compreensão das interfaces e as inter-relações entre os três estilos de pensamentos ou categorias encontradas, na medicina, em relação ao processo saúde-doença. Os autores em questão foram Pfuetzenreiter (2002), Backes (2000), Cutolo e Delizoicov (1999), Cutolo (2001), Da Ros e Delizoicov (1999), Da Ros (2000) e Koifmam (2001).

Por fim, na categoria “Análises de Pesquisas em Ensino de Ciências no Brasil”, é perceptível que a circulação intercoletivas e intracoletivas de ideias e práticas favoreceram o ensino de ciências, a partir dos periódicos e congressos consonantes. Os autores listados foram Delizoicov (2004) e Slongo e Delizoicov (2006).

Vale ressaltar que, tanto nas pesquisas de Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2013) quanto Queirós e Nardi (2008), as áreas da Medicina, Enfermagem, Química e Biologia são fortemente servidas. Não foi, porém, possível encontrar artigos, dissertações e teses associadas à Física, mais propriamente ao Ensino de Física. Creditamos isso à falta de difusão maciça dessa teoria, nessa área do conhecimento, o que justifica, em muito, a nossa pesquisa, por tudo que travamos anteriormente sobre suas categorias. Como vimos, a descoberta e a difusão da temática é relativamente nova no âmbito nacional, porém, completamente factível, por isso, a escolhemos para nos acompanhar na construção desta pesquisa. Acreditamos que a teoria fleckiana articulará muito bem os propósitos da nossa pesquisa uma vez que as suas categorias estão abalizadas por estudos provenientes de programas de pós-graduações de peso nacional e, portanto, dão indícios de que elucidarão as questões que se encontram pendentes de análises nos períodos históricos listados neste trabalho.

1.3 Objeto de estudo *versus* as categorias fleckianas

Como vimos na seção anterior, as ideias fleckianas revelam-se fortes referenciais nas pesquisas de ensino. Diante disso, com fins de ancorarmos essas categorias ao nosso trabalho, reconhecemos que elas auxiliarão na construção de nossas ideias. Desta forma, resolvemos, então, nos dedicar à análise dos momentos histórico-filosóficos estabelecidos, no início desta pesquisa, à luz da epistemologia do Fleck. Estabelecemos intensos diálogos com as inter-relações entre a Física e a Matemática e seus respectivos contextos histórico-filosóficos nos próximos capítulos, proporcionando, assim, uma interlocução com as categorias fleckianas, bem como a avaliação das fontes que servirão de dados empíricos com a finalidade de respondermos o nosso problema de pesquisa.

Os pressupostos antecedentes que fizeram com que se estabelecessem os estágios de instauração, extensão e transformação dos estilos de pensamentos galileanos e newtonianos foram analisados a partir de alguns episódios escolhidos justificadamente.

No capítulo 2, compreendemos, a partir de alguns episódios restritos aos períodos da Antiguidade e Idade Média quais foram as bases que alicerçaram a preparação dos estilos de pensamentos vindouros. Esses períodos prepararam o terreno, mesmo que sem grandes intencionalidades, para que os estilos de pensamentos galileanos e newtonianos pudessem reverberar todas as suas ideias, conceitos e práticas com as quais se tornaram bastante impactantes, epistemologicamente, mundo a fora.

Nos capítulos 3 e 4, acompanhamos como se deram os estágios de instauração, extensão e transformação dos estilos de pensamentos galileanos e newtonianos, respectivamente, além da circulação intercoletiva e intracoletiva de ideias propiciadas por especialistas nos diferentes coletivos de pensamentos. Sendo assim, avaliamos os condicionamentos dos sujeitos participantes que são resultantes das suas formações e vinculações na circulação intracoletiva de pensamento. Também foi avaliada a circulação intercoletiva de ideias que

proporciona um deslocamento, portanto, uma transformação dos valores de pensamentos. Atentamos às mudanças nesses estilos, vislumbrando quais foram as pontes que existiram entre um e outro. Desta forma, percebemos, em detalhes, como se deram as gêneses, desenvolvimentos e mudanças nesses estilos de pensamentos os quais acreditamos terem sido de suma importância na construção de uma abordagem consolidada para o Ensino de Física.

No capítulo 5, entendemos como se deram as circulações de ideias, a partir da receptividade desses estilos de pensamentos, no Brasil, e refletimos se ainda somos ou não reféns da abordagem que tais estilos trazem consigo.

No capítulo 6, apontamos as considerações finais e um conjunto de reflexões críticas dos desdobramentos desta pesquisa, principalmente para fins de utilização na formação inicial de Física onde propomos possíveis cenários associados as suas respectivas implicações pedagógicas.

Capítulo 2- Os antecedentes das dimensões

2.1 Pressupostos histórico-filosóficos acerca das inter-relações entre a Física e a Matemática

Por um lado, o estudo de fontes históricas nos leva a considerar que a todo momento existiram interlocuções entre a Física e a Matemática, porém queremos colocar o nosso olhar sobre aqueles episódios que consideramos os mais agudos, mais singulares e os mais prósperos, no que condiz aos objetivos desta pesquisa. Por outro lado, também nos questionamos quais desses momentos foram mais importantes e impactantes, frente às premissas elencadas na nossa introdução.

De antemão, é salutar esclarecer que nas próximas seções deste capítulo não teremos a intenção de explicar com detalhes o amplo espectro das ideias que fomentaram a Ciência em todos os períodos propostos e, sim, condensar as informações pertinentes ao tema que nos auxiliarão na elaboração desta pesquisa, sem perda de originalidade. Justifica-se, então, trazer à tona um texto fortemente dialogado e articulado, inclusive, com diversas citações diretas e indiretas, uma vez que necessitamos narrar com credibilidade e, portanto, com a anuência dos especialistas, ocasionando um conjunto de entendimentos que são frutos das diversas visões de mundo sobre essa temática.

Como dissemos anteriormente, não temos a pretensão de fazermos uma macro-história, até porque perderíamos nos detalhes. Escolhemos, porém, episódios centrais que representem toda uma conjuntura histórico-filosófica desses períodos. Ao tomarmos cuidado com a visão *whiggista* e por consequência o anacronismo do desenvolvimento da Ciência, faremos um estudo desde a antiguidade até os tempos mais contemporâneos, buscando enfatizar o exame de episódios mais detalhados e precisamente justificados e delimitados no espaço e no tempo. Embora isso tenha sido feito neste trabalho, essas ações não cobrem toda a gama de possíveis indagações que um historiador da Ciência possa querer fazer as suas fontes. Por um lado, somos

favoráveis ao entendimento do Gingras (2001) quando ele afirma que essa visão microscópica ampliou grandemente a nossa compreensão, mas nos proporcionou consequências tensas ao concentrar a atenção quase que exclusivamente em categorias de atores e de dissolver qualquer categoria analítica (conceitual) forjada para dar sentido a uma história de longa duração. Por outro lado, vale ressaltar que um outro aspecto desses desenvolvimentos tem sido a tendência de limitar a análise dos acontecimentos à compreensão do seu contexto imediato e de inquirir apenas as razões pelas quais os atores podem ter tido que fazer o que fizeram.

As inter-relações a que nos referimos entre a Física e a Matemática são os elos mais íntimos dessas áreas, laços de familiaridade, os entrelaces de convívio mútuo, de afinidade e de estruturação na forma de vínculo entre essas áreas formativas do conhecimento humano. Dessa forma, elegemos alguns episódios para serem o ponto de partida dessas análises, por nos fornecerem bons argumentos para defendermos o nosso trabalho, isto é o que denominamos de “início de tudo”.

Como aventamos, anteriormente, ao estudarmos a literatura com detalhes detectamos na História das Ciências quatro (04) momentos histórico-filosóficos que foram cruciais para mapearmos e entendermos como se deram essas inter-relações, são elas: 1) A Antiguidade e Idade Média; 2) o período compreendido pelos séculos XVI, XVII e XVIII (principalmente com o advento das obras de Galileu e Newton); 3) o período conseqüentemente posterior (vivenciado pelos pós-newtonianos) e, 4) o período compreendido pelos séculos XIX e XX (a partir da difusão da Escola Francesa).

Neste capítulo, localizamos em cada um desses momentos episódios de destaques com fins de termos uma noção um pouco mais ampliada dessas inter-relações. O pré-requisito para a escolha dos episódios foi a forte interlocução constatada entre a Física e a Matemática, em cada época/momento histórico, isto é, quando se deu o caso mais notório de diálogo entre essas áreas.

2.1.1 Momentos histórico-filosóficos na Antiguidade

A difícil localização de um ponto de partida para discorrer sobre o começo dessas inter-relações se deu porque algumas fontes históricas, sobretudo das civilizações mais antigas, a exemplo dos tabletas de argila mesopotâmicos e dos papiros egípcios, são escassas e fragmentadas, na sua grande maioria. No tocante a essa dúvida na escolha, o estudo das fontes nos levam a considerar que, geralmente, em boa parte do período antigo (Antiguidade) quase não se observaram diálogos entre a Física e a Matemática. Referimo-nos ao fato de que elas nasceram com objetivos diferentes, pois, as práticas-matemáticas⁶ surgiram concomitantemente com os registros da escrita humana, tendo endereço certo e necessidades próprias. É quando, portanto, temos o pleno conhecimento de que elas existiram no período mais remoto, por volta do quarto milênio antes da era cristã. Roque (2012) nos afirmou que:

Obviamente, seria muito difícil estudar culturas cuja prática numérica fosse somente oral. Como nosso objetivo é relacionar a história dos números com a história de seus registros, é preciso abordar o nascimento da escrita, que data aproximadamente do quarto milênio antes da Era Comum. Os registros que podem ser concebidos como um tipo de escrita são provenientes da Baixa Mesopotâmia, onde atualmente se situa o Iraque. O surgimento da escrita e o da matemática nessa região estão intimamente relacionados. As primeiras formas de escrita decorreram da necessidade de se registrar quantidades, não apenas de rebanhos, mas também de insumos relacionados à sobrevivência e, sobretudo, à organização da sociedade. (ROQUE, 2012, p. 35).

Já a Filosofia Natural⁷, na Antiguidade, se apercebeu particularmente como uma mistura da Mecânica, Cosmologia, Astronomia, Zoologia,

⁶ Denominamos de práticas-matemáticas àquilo que não era definido ainda como Matemática (corpo teórico/disciplina, conforme conhecemos na contemporaneidade), no período mais remoto da Antiguidade. Vale lembrar que o termo “Matemática”, que vem do *mathēmatikē*, i.e., *máthema* = compreensão, explicação, ciência, conhecimento, aprendizagem; *thikē* = arte, é uma definição e uma palavra de origem grega.

⁷ Denominamos de Filosofia Natural ou História Natural àquilo que não era definido como Física (práticas-físicas da Antiguidade) (corpo teórico/disciplina, conforme conhecemos na contemporaneidade), no período mais remoto da Antiguidade. Vale lembrar que o termo “Física” que vem do *physis*, i.e., ciência que estuda as propriedades gerais dos corpos, as leis que regulam os fenômenos que neles se dão, sem alteração permanente da matéria, e os agentes

Cosmogonia, Religião e também da superstição. Nasceu do simples gesto humano de admirar com frequência os céus e, conseqüentemente, de tentar explicar os movimentos dos seus respectivos astros, destinando-se muitas vezes à criação de mentefatos⁸ e artefatos⁹ com essa finalidade, contudo, raramente sem experimentação ou cálculos matemáticos. Heilbron (2015) nos afirma que as poucas aplicações antigas da Matemática para a Física constituíam uma Ciência mista consagrada à descrição dos fenômenos e não à busca dos princípios.

Ponczek (2015) coadunou afirmando que:

[...] nos primórdios da História, a Cosmologia, a Religião e a superstição se fundiam, numa forma alegórica, nos mitos de criação em que certos arquétipos se repetem com extraordinária regularidade ao longo dos tempos e ao largo de continentes distintos e em diversas civilizações (o mito bíblico de Adão, o homem de barro que recebe o sopro divino, se repete em algumas culturas indígenas no Brasil!). No entanto, a necessidade de organização social leva os homens a olhar para os céus de forma mais organizada, a fim de estabelecer um tempo social. O dia, a noite, o frio, o calor, as enchentes e as secas, as marés, as fases lunares, as estações, são fenômenos que se repetem com regularidade e irão determinar a vida da coletividade. Surge, assim, a necessidade de elaboração de um calendário que discipline não só o trabalho coletivo, como a semeadura, a colheita e a estocagem de alimentos, bem como organize as atividades religiosas, ritualísticas e lúdicas. A Mecânica e a Cosmologia, vistas assim, são tão antigas quanto as primeiras civilizações socialmente organizadas, sendo que egípcios, sumérios, caldeus, assírios, hebreus, babilônicos e persas, no Oriente Médio, e os chineses, no Extremo Oriente, já possuíam cerca de dois milênios a.C., calendários e métodos de observação relativamente precisos. (PONCZEK, 2015, p. 28-29).

Portanto, o progresso da Filosofia Natural continuou a remover as qualidades humanas e as qualidades projetadas sobre a natureza.

que os determinam, é uma definição e uma palavra de origem grega. Na idade moderna, os franceses usavam “física” e “físico” e os ingleses “filosofia natural” e “filósofo natural”.

⁸ Trata-se de uma expressão de pensamento que pode estar envolto de elementos das mais diversas ordens tais como filosofias, ciências, religiões, valores e ideologias e que muitas vezes são levadas a interferir no cotidiano correlato.

⁹ Trata-se de um objeto/produto concreto criado pelo homem.

Heilbron (2015) complementou que a natureza ou o mundo objetivo veio perder, não só a benevolência, malevolência e cor, mas também aparentemente atributos indispensáveis como espaço, tempo e causalidade.

Vale salientar que o homem elucubrou sobre a sua realidade muito antes dos registros escritos e que essas reflexões podem ter ficado perdidas ou levadas consigo próprios, uma vez que a escrita ainda não existia. Com o advento dela, porém, tudo o que temos disponíveis são fontes históricas consideradas fidedignas. Tais fontes nos levam a indicar que, na Antiguidade, em especial na Mesopotâmia Baixa - consideradas por muitos o berço da humanidade - e no Egito, as práticas-matemáticas, tal como a filosofia natural encontravam-se, “separadas”, sem grandes intencionalidades, isto é, deveras preocupadas com suas respectivas práticas, com fins de proporcionar soluções satisfatórias às suas necessidades comerciais e às organizações sociais. As escritas eram geralmente registradas nas formas de tabletes de argilas mesopotâmicas e nos papiros egípcios, ambos em linguagem hieroglífica (pictográfica), hierática ou demótica. Atentemos ao que Roque (2012) nos trouxe,

Nossa análise se restringirá às duas civilizações antigas mais conhecidas que possuíam registros escritos: a da Mesopotâmia e a do antigo Egito. Por volta do final do quarto milênio a.E.C., os egípcios registravam nomes de pessoas, de lugares, de bens materiais e de quantidades. Provavelmente, nesse momento, havia algum contato entre as duas culturas, o que não quer dizer que o surgimento da escrita e do sistema de numeração egípcio, já usado então, não tenha sido um fato original. Os registros disponíveis são mais numerosos para a matemática mesopotâmica do que para a egípcia, provavelmente devido à maior facilidade na preservação da argila usada pelos mesopotâmicos do que do papiro, usado pelos egípcios. (ROQUE, 2012, p. 37).

Não sabemos onde a Geometria e a Aritmética se originaram exatamente, mas certamente, foi na mesma região onde se deram os primeiros registros humanos sobre as práticas-matemáticas, entre a Mesopotâmia Baixa e o alto e baixo do rio Nilo.

Ainda que,

As fontes indicam que quando a matemática começou a ser praticada no antigo Egito, ela estava associada sobretudo a necessidade

administrativas. A quantificação e o registro de bens levaram ao desenvolvimento de sistemas de medida, empregados e aperfeiçoados pelos escribas, ou seja, pelos responsáveis pela administração do Egito. Esses profissionais eram importantes para assegurar a coleta e a distribuição dos insumos, mas também para garantir a formação de novos escribas. Os papiros matemáticos se inserem nessa tradição pedagógica e contém problemas e soluções preparados por eles para antecipar as situações que os mais jovens poderiam encontrar no futuro. (ROQUE, 2012, p. 38).

A Geometria e a Aritmética foram as primeiras grandes áreas formadas na Matemática e irão surgir trazendo um pertencimento às necessidades humanas de enumerar, medir, classificar informações atinentes à aquisição de bens ou registros governamentais. Também de organizar distâncias, áreas e ângulos, a partir de terrenos e territórios cedidos pelo governo ou adquiridos por guerras. As guerras e as necessidades de defesas propiciaram os registros administrativos e a criação de artefatos bélicos.

A Filosofia Natural crescia a partir das construções de sedes, setores administrativos dos governos, de templo, palácios, dentre outros. Além disso, também aumentava a criação dos seus artefatos ora necessários ao dia a dia, tais como alavancas, planos inclinados, cunhas e outros tipos de “máquinas” que pudessem servir e dar origem ao que os gregos denominavam de *mechaniké*, começando assim a adquirir corpo interno consistente com a finalidade de serem utilizadas com mais frequência nas suas vidas cotidianas. Vale ressaltar que o cálculo de pesos, volumes e densidades de corpos - muito embora criados com fins comerciais e administrativos -, a Astronomia e a própria Música vêm como aplicabilidades importantes na consolidação dessas áreas. Mas, por um lado, predominantemente na Antiguidade, as bases das práticas-matemáticas eram essencialmente geométricas e configurava-se desse modo até o século XVII. Por outro lado, as bases da Filosofia Natural se caracterizavam fortemente como uma filosofia, uma arte liberal.

Segundo Kuhn (2011), existem cinco campos¹⁰ de pertencimento das Ciências Clássicas¹¹.

Embora todos os cinco campos, inclusive a matemática antiga, sejam empíricos e não apriorísticos, seu desenvolvimento considerável na Antiguidade não precisou de muitas observações refinadas ou, menos ainda, de experimentação. Para alguém capaz de identificar a geometria da natureza, algumas poucas observações relativamente simples, e em sua maior parte qualitativas, de sombras, reflexos, alavancas e movimentos de estrelas e planetas, forneciam uma base empírica suficiente para a elaboração de teorias às vezes poderosas. (KUHN, 2011, p. 61-62).

Podemos considerar que as práticas-matemáticas e filosofia natural idealizadas pelos intelectuais e curiosos da época não demonstraram nenhuma conotação intencional de promover algum tipo de relacionamento mais estreito. Ao mesmo tempo, porém, essas ações estavam muito mais preocupadas em suplantar e alicerçar seus campos endógenos-formativos e aplicativos do que com as suas próprias inter-relações. Consideramos que elas mantiveram-se “separadas”, sem requerer elos mais fortes simplesmente porque estavam preocupadas em se firmarem enquanto novas práticas e a natureza dos seus objetivos eram diferentes, naquele momento. Desta forma, qual seria o episódio histórico escolhido? Quais as perspectivas filosóficas decorrentes desse período? Quais personalidades? E quais obras teriam iniciado mais fortemente essas inter-relações? Tais argumentos nos levam a admitir que tudo começou no período posterior a esse que expomos acima.

Consideramos, portanto, o início da interlocução entre a Física e a Matemática o chamado “período de ouro” grego¹², pois, sem sombra de dúvidas, o maior legado deixado pelos gregos à humanidade foi o desnude da nossa realidade de uma forma até então nunca vista antes. Isto se deu a partir de uma racionalidade radicalmente organizada, substanciada, coesa e coerente cujas gerações futuras iriam se apropriar com muita grandeza. Muitos teóricos atuais

¹⁰ Kuhn refere-se aos cinco (05) campos que formam as “Ciências Clássicas”, são elas: Astronomia, Estática, Óptica, Anatomia e Fisiologia.

¹¹ Kuhn denomina de “Ciências clássicas” as principais áreas que se firmaram enquanto ciência, inclusive físicas e médicas, na ocasião do período da Antiguidade.

¹² Na Antiguidade, no período grego, já poderemos tratar as práticas-matemáticas como Matemática e a Filosofia Natural como Física.

denominam esse desnude de *épisteme theoretike*. Nessa época, muitos foram aqueles que contribuíram a desprender esforços em favor de um contato inicial entre a Física e a Matemática, em especial, os admiradores de Pitágoras, Platão, Aristóteles, Euclides e Ptolomeu. As construções das novas teorias se deram intensamente muito em função das complexidades que dia após dia aconteciam nessas áreas incluindo aquelas que são objetos desta pesquisa. A Astronomia, por exemplo, foi necessitando cada vez mais de uma geometria rebuscada e, portanto, mais robusta para dar conta mais fortemente de suas novas demandas. A própria Escola pitagórica debruçou-se sobre a temática com mais afinco, iniciando, assim, as denominadas inter-relações. Essa Escola considera que a essência das coisas não era um princípio material tal como se imaginava na Escola jônica (de Tales), mas, propriamente o número – princípio imaterial à razão. Para Vargas (1996),

Simultaneamente, com o aparecimento do conhecimento teórico grego aparece um processo que veio a moldar a forma das ciências da natureza. É o que se poderia chamar de matematização da natureza. Com Pitágoras e seus seguidores surgiu a fecunda ideia de que a *arché* da natureza, ou seja, o princípio do qual brotam todas as coisas e a ele revertem, é o número. Isto é, o que é permanente, unitário, verdadeiro e, portanto, inteligível sob as aparências enganosas dos fenômenos, são suas proporções harmoniosas, expressas em números. Em outras palavras, a realidade vista pela teoria (*theoren*, em grego, significa ver) são as harmonias que governam o mundo, desde o movimento dos planetas até o som das cordas de lira. (VARGAS, 1996, p.250, grifo nosso).

Muito embora Pitágoras não tenha deixado registros escritos de suas obras - ou não se tenha encontrado tais registros -, atribuiu-se a ele e aos seus seguidores - os denominados pitagóricos -, o princípio da vibração dos corpos. Por esse princípio foi possível perceber que havia uma relação muito tênue entre a matemática e as escalas musicais. Isso decorreu das escolhas dos diversos comprimentos das cordas vibrantes ou do deslocamento da coluna de ar em instrumentos de sopro, formando assim as conhecidas notas musicais em instrumentos daquela época, tais como harpas e flautas. Essas notas musicais poderiam, por exemplo, cada vez mais advir de intervalos de cordas menores, obedecendo assim a um estético princípio dos números inteiros ou de suas tênues relações. A relação dos pitagóricos com os números inteiros era muito forte. Segundo Ponczek (2015),

Verificou também Pitágoras que, quanto menores os números da fração, mais agradável e perfeito é o intervalo musical, tornando-o mais próximo da ideia divina. Segundo ele, enquanto o uníssono $1/1$ refletia a unidade cósmica, o intervalo que vai de fá a si, chamado de trítone, que é um dos mais afastados da “Lei dos pequenos números”, representaria o caos. [...] Pitágoras ficou tão entusiasmado com a lei dos pequenos números que chegou a acreditar que “todas as coisas do universo eram números inteiros”, associando, assim, aos planetas e estrelas um mesmo princípio: os períodos planetários deveriam guardar entre si uma relação de pequenos inteiros, e o cosmos todo executaria, assim, uma fantástica música universal – a música das esferas. (PONCZEK, 2015, p.52).

Os pitagóricos teriam sido os primeiros filósofos a perceberem que a Matemática e a Física - tal como conhecemos hoje – poderiam apoiar-se entre si. Isso ocorreu por conta dos estudos da simetria e das associações numéricas que os levaram a teorias impactantes na sua relação com o universo, sem sombra de dúvidas. Essa relação fomentou, assim, grandes contribuições à humanidade e essa junção traria relações inimagináveis. Esse início de diálogo, a partir do século VI a.C. deu-se através das mentes ativas dos pitagóricos, sendo promissor no sentido que justificaria, em outros momentos históricos, futuras inter-relações cujo contato direto se deu de forma mais intensa. Referimo-nos ao Renascimento, ao Período Moderno e à Contemporaneidade. Nascia, assim, ainda que timidamente e sem grandes propósitos, o processo de quantificação da natureza que denominaremos mais tarde de matematização. Pires (2011) reafirmou trazendo que,

Acreditando que a ordem no cosmo era fundamentalmente matemática, afirmavam que o homem era capaz de descobrir as harmonias do Universo pela contemplação do movimento regular dos céus. As ideias não procediam de observações, mas de hipóteses baseadas na intuição matemática e estética, ainda arraigadas fortemente na religião. Para eles, os números eram sagrados e eternos, a ligação entre o homem e a divindade. Tanto quanto se sabe, os pitagóricos foram os primeiros filósofos que tentaram dar ao conhecimento da Natureza uma fundamentação quantitativa matemática. (PIRES, 2011, p.18).

Por ora o mesmo autor diz que,

Os pitagóricos acreditavam que todas as coisas podiam ser derivadas dos números inteiros, isto é, podiam ser colocadas na forma de relações numéricas ou razões de números inteiros: a estrutura última de qualquer coisa é a sua forma matemática, diziam. Para eles todos os objetos eram constituídos de unidades fundamentais, distintas e

contáveis, cuja natureza só podia ser compreendida pelo estudo de suas propriedades numéricas. (PIRES, 2011, p.19).

Vale ressaltar, deixando claro no decorrer desse trabalho, que não queremos adentrar na discussão se os pitagóricos estavam executando um método experimental ou apenas experiências simples, com o intuito ou não de apoiar as suas crenças sobre os números inteiros. Como referenda Pires (2011),

Mas, uma coisa era dizer que os objetos materiais eram descritos em termos matemáticos ou construídos de acordo com razões numéricas entre inteiros, outra era explicar como essas razões se aplicavam na arquitetura da Natureza para descrever os objetos da vida diária. Era uma visão muito vaga. (PIRES, 2011, p.19).

O que reflete de suma importância neste trabalho é que estamos a referendar um dos episódios mais precursores dessas inter-relações entre a Física e a Matemática. Todo esse contexto nos indica que neste momento se deu o ato inicial do processo de matematização da Física. Referimo-nos aos fenômenos advindos da Natureza. Sobre esses fenômenos os pitagóricos compreenderam que seu entendimento passava pela estruturação matemática subjacente que somente poderia ser alcançada pela forma da razão. Mas por falar da razão, o que disse o filósofo Platão e os seus discípulos sobre essas inter-relações?

Para Platão construir o seu mundo dito das Formas, aquele que o mesmo denominava estar contido no mundo das Ideias, era necessário ter a Matemática como “pano de fundo”. Ele achava que os conceitos matemáticos poderiam existir num sentido atemporal e independente do mundo físico. Segundo Vargas (1996),

Assim, para Platão, o mundo das ideias, das coisas pensadas era o do real (bom, belo e verdadeiro). Nesse mundo existiam, de um lado, as ideias das formas geométricas, interligadas pelo pensamento matemático (a *dianóia*); e do outro, as ideias das demais coisas, inclusive os ideais como: beleza, justiça e bondade, abarcáveis pelo pensamento dialético (noética). Em suma, a realidade última eram as ideias. Era sobre esse mundo ideal que a *épisteme theoretike* se ocupava. O restante, o mundo das coisas vistas e sentidas, só poderia ser objeto de conjecturas, crenças e opiniões. Essa é a origem das doutrinas metafísicas denominadas de idealismo. (VARGAS, 1996, p. 251, grifo do autor).

O Platonismo chegou no seu ápice quando, em um dos seus longos monólogos denominado de *Timeu* - escrito por volta de 360 a.C. -, Platão definiu a *Peri Physei* (a respeito da natureza). A nova teoria, necessariamente, precisava ser incrementada, uma vez que em sendo inteiramente aritmética, conforme destacava os pitagóricos, se tornava impossível a sua consolidação pois, a descrição do mundourgia para um método geométrico que fosse independente uma vez que, para ele, a Geometria direcionava a mente humana na busca da verdade, criando, assim, o espírito da Filosofia. Sobre isso Vargas (1996) suscitou que,

[...] nesse diálogo ele assume a posição pitagórica quando descreve a *construção da physis* pelo Demiurgo – cujos olhos estão fixos num modelo pré-estabelecido – misturando, em proporções harmoniosas, duas substâncias indefinidas, incorpóreas e contrárias a que chamou de o *um* e o *outro*. Portanto, os números que expressam tais combinações são a própria essência da natureza. Dessa mistura surgem os quatro elementos que vão constituir, quando combinados entre si, todas as coisas da natureza. Porém, a realidade por detrás das aparências enganosas desses elementos – terra, ar, fogo e água – são as figuras geométricas perfeitas: tetraedro, cubo, octaedro e icosaedro. (VARGAS, 1996, p. 250, grifo do autor).

Pires (2011) nos conduziu a debates com finalidades similares que soam contraditórios, no que tange à concordância sobre a forma de pensar de Platão,

Para alguns autores, o conceito de leis da Natureza, que sendo imutáveis se revelam pela análise racional da experiência, e a crença na estrutura matemática do Universo – tomada dos pitagóricos – são as grandes contribuições de Platão para o pensamento científico. Mas, não existe um consenso entre os físicos sobre as ideias de Platão. Alguns dizem que mesmo que se pudesse associar a visão de Platão com “leis da Natureza”, ele colocava essas “leis” fora do mundo da observação e da medida. O físico John Barrow acreditava que as consequências imediatas das ideias de Platão foram desastrosas para o desenvolvimento da investigação científica, pois elas levaram ao desprezo pela ciência aplicada, e dirigiram a atenção para a procura mística do que as coisas “eram”, em vez de “como” se comportavam. Outro físico, Michael Riordan, ao comentar que muitos dos físicos teóricos de hoje, trabalhando em cosmologia, não parecem estar preocupados com que suas hipóteses devam ser confrontadas com observações objetivas do mundo real, chama essa maneira de fazer teoria de *física platônica*. (PIRES, 2011, p.30, grifo do autor).

Sem sombra de dúvidas, a principal contribuição do Platão foi ter feito essa ponte entre as ideias dos pitagóricos e a real necessidade de complementação dialógica com a Geometria. Para ele, pois, a Matemática

poderia ser estudada e compreendida por si mesma, não permitindo assim uma aplicabilidade exata aos objetos da experiência física, admitindo dessa forma que o funcionamento do mundo externo concreto tal como percebemos, em última análise, fosse compreendido em termos da Matemática.

Platão levou as suas ideias às últimas consequências propondo, com base no triângulo, uma versão geométrica da teoria atômica - antes tratada de forma aritmética. Logo a seguir Platão construiu os seus sólidos geométricos regulares vislumbrando, assim, a concepção de um novo modelo cosmológico com fins de “salvar as aparências” observadas, ou seja, que a descrição matemática fosse realizada a partir do que fosse observado, porém nunca reivindicando que representasse uma realidade subjacente. Permitia transformações entre os elementos onde um sólido, por exemplo, podia se decompor em outros tantos, dando origem a outro sólido.

No modelo cosmológico do Platão, o centro das atenções era de fato a esfera em prol do tetraedro, cubo, octaedro, icosaedro e dodecaedro. Para ele a esfera caracterizava-se de uma perfeição tamanha pela sua regularidade radial, tornando-se, assim, uma esfera perfeita que no caso do seu modelo cosmológico próprio era o próprio planeta Terra e em torno dela existia um envolto esférico que seria a abobada celeste. Definiu vários outros círculos que alimentaria o seu sistema para com o Sol, a Lua e os demais planetas, tomando os seus movimentos perfeitos com velocidade uniforme. Platão não aceitava, portanto, a concepção de movimentos compostos tais como se dariam os epiciclos mais tarde idealizados por Ptolomeu.

No livro X do seu tratado *Leis*, ele lista dez tipos diferentes de movimento, entre eles, revolução, locomoção, combinação e separação. O último movimento é o movimento espontâneo, o princípio da vida e do espírito. Para ele, o princípio do automovimento da vida e do espírito era a base de todos os processos físicos. A realidade física era dotada de movimento porque a Natureza tinha uma alma imortal. Força era concebida como algo intrínseco na matéria porque a matéria tinha alma. Ele acreditava que os semelhantes se atraíam: terra é atraída pela terra, fogo pelo fogo. Tudo que é criado deve por necessidade ser criado por uma causa, pois sem uma causa nada pode ser criado. (PIRES, 2011, p.32, grifo do autor).

E o que disse Aristóteles, seu maior discípulo, sobre tudo isso? A matemática idealizada pelo mestre Platão não estava nos planos aristotélicos no

que diz respeito ao enfrentamento da sua nova teoria – exceto pelo modelo cosmológico, pelo menos do ponto de vista mais direto. Referimo-nos à existência de uma preocupação organizacional na forma lógica e que não era muito aquém da proposta veiculada pela Geometria euclidiana. Novamente ressalvamos, entretanto, que a matemática em si, próxima daquilo que conhecemos nos dias de hoje, basicamente, se encontrava ausente. Apesar dos pitagóricos e do próprio Platão já terem anunciado que a Matemática seria uma possível linguagem de interpretação da realidade, na Teoria aristotélica muito pouco se mostrou dos cálculos. Aliás, o que se demonstrava eram somente contemplações de uma realidade correlata. Vargas (1996) nos trouxe que,

Parte de determinados princípios, e deles vão sendo deduzidas as conclusões. Os primeiros princípios, porém, são dados por outra teoria: a *metafísica*, que pode ser entendida como teoria da realidade última ou radical, ou seja, a teoria daquela realidade da qual a realidade física decorre. Antes de mais nada, em contraposição a Platão, Aristóteles insiste que as ideias não são separadas das coisas; existem enquanto relacionadas a elas, das quais são ideias. O que realmente existe são os entes individuais: aquilo que faz esses entes realmente representarem o que são. O ser desses entes representa a sua substância, com sua essência e seus acidentes. A essência é o que se diz da substância necessária para que ela permaneça sendo o que é; os acidentes são os predicados não necessários para que o ente permaneça sendo o que é. A realidade última está nas substâncias que individualizam os próprios entes. Essa é a origem de todas as doutrinas realistas. O real, segundo Aristóteles, está naquilo que os indivíduos são e não nas ideias, como queria Platão. É a doutrina que se chama realismo. (VARGAS, 1996, p. 251, grifo nosso).

Platão acreditava que os conceitos matemáticos detinham as propriedades necessárias, enquanto elementos constituintes de uma Ciência racional da Natureza. Sendo assim, uma teoria física bem elaborada, sob as condições de um sistema numérico e geométrico, poderia revelar a verdadeira estrutura dos fenômenos naturais. Porém para o Aristóteles, os conceitos matemáticos estavam distanciados da experiência real com fins de elucidar os detalhes qualitativos de uma façanha empírica. Na sua crença, Aristóteles vai nos afirmar que a Matemática é como um instrumento científico que serve para examinar a realidade do ponto de vista das quantidades. A mesma por si só, porém, não alcançaria a natureza das coisas como elas eram de fato; talvez por isso, não se tenha conhecimento de fontes históricas em que Aristóteles tenha escrito suas leis de movimento na forma de equações matemáticas. Para

Aristóteles *Physica* vem de *physis* que significa “Natureza” que seria a fonte ou a causa de ser movido ou estar em repouso, isto é, o que fazem as coisas se moverem/movimentarem.

Segundo Pires (2011),

Notemos que Aristóteles estava procurando mais por uma descrição qualitativa do movimento (o movimento devia ser explicado nos mesmos termos que as mudanças de cor ou da saúde física), o que explica o pequeno conteúdo quantitativo de suas leis. Ele escreveu que a precisão rigorosa da Matemática não deveria ser exigida em todos os casos, mas somente no caso das coisas que não possuem matéria. Mas, como toda a Natureza possui matéria, conclui que o método a ser usado nas ciências não era a Matemática. (PIRES, 2011, p.46).

Em se tratando de matéria, Heilbron (2015) afirmou que para Aristóteles,

As essências dos quatro elementos são facilmente declaradas: absolutamente leve; o ar é quente, úmido e relativamente leve; A terra é fria, seca e absolutamente pesada. Os elementos podem se transformar em outro, pois o fogo evapora a água no ar. Uma essência geralmente é compatível com uma grande variedade de acidentes: Sócrates pode ser quente ou frio, mas aquecido ou esfriado demais, ele deixará de ser Sócrates. (HEILBRON, 2015, p. 9-10).

Compreendemos que a matéria de uma substância são causas materiais e formais, isto é, que a causa final é o propósito para a existência de um formato. Isso vale também para a “quintessência” que é o motor externo de todo esse sistema.

Finalmente, Pietrocola (2010) nos afirmou que, de fato, a “Física aristotélica” estava muito mais preocupada com a descrição de um mundo físico baseado na ideia de “lugar natural” e na lei que afirmava que os corpos buscavam seu lugar natural no universo: corpos com essência do tipo “terra” se encontrariam mais próximos do centro do Universo, em oposição àqueles do tipo “fogo”, que estaria na parte periférica da esfera celeste.

Heilbron (2015) afirmou que Aristóteles individualizou quatro causas das características físicas, a saber:

Os monistas e os atomistas consideraram apenas a causa material. Empédocles e Anaxágoras forneceram tomando alguns princípios para ser ativo e outras visões de ondas passivas de eficiência causa. Outros viram a necessidade de explicar, mudar e sugerir uma causa teleológica ou finalmente cósmica. Platão forneceu uma quarta causa, o formal, a ideia em que uma coisa participa. (HEILBRON, 2015, p. 9).

Essas ideias causais, porém, ficaram adormecidas por cerca de quinze séculos até serem reavivadas pelos escolásticos da Idade Média, a exemplo de São Tomás de Aquino.

Ainda na Grécia, agora no período helênico, intelectuais como Arquimedes, Eudoxo, Archytas e Eratóstenes trouxeram grandes contribuições à humanidade ao aplicar a Aritmética e a Geometria como instrumentos de auxílio aos cálculos e às descrições dos fenômenos naturais. Segundo Heilbron (2015), eles teriam se tornado corruptores e destruidores da pura excelência da Geometria. Heilbron (2015) foi bem mais enfático ao afirmar que,

Em contraste com as muitas aplicações úteis da geometria, a física aplicada só poderia revestir um homem prático. Vitruvius recomenda em seus *Dez Livros de Arquitetura*, no início do Império Romano, que o aluno deve aprender física para ser capaz de julgar a excelência, para alcançar a autoridade e, para crescer "cortês e honesto". Mais obviamente, o conhecimento dos "princípios da física [como ensinado] em filosofia" era necessária construção de obras hidráulicas; dos princípios dos intervalos musicais, para sintonizar catapultas; de astronomia, para a escolha de locais para edifícios; de meteorologia, para evitar lugares expostos a ventos, relâmpagos e terremotos. Nada disso diz respeito aos principais negócios de construção, e por boas razões. *Physica* sabia nada sobre a força dos materiais. Quando se tratava de fundações, Vitruvius só poderia aconselhar a "cavar para baixo... tão profundo quanto a magnitude do trabalho proposto parece exigir". (HEILBRON, 2015, p. 21, grifo nosso).

Arquimedes idealizou a lei das alavancas, o princípio hidrostático e o parafuso que levaria o seu nome, melhoramento das catapultas chinesas (antes denominadas de trabuquetes), criação dos espelhos refletores parabólicos, dentre tantos outros artefatos. Eratóstenes mediu a circunferência da Terra e estimou as distâncias e os tamanhos do Sol e da Lua. Sobre este período, Kuhn (2011) afirmou que,

No período helenístico, enquanto a pesquisa astronômica avançava de maneira até então sem precedentes, juntaram-se a ela duas outras: a óptica geométrica e a estática, incluindo a hidrostática. Esses três

tópicos – astronomia, estática e óptica – são as únicas partes das ciências físicas que, na Antiguidade, se tornaram objeto de tradição de pesquisa caracterizada por vocabulários e técnicas inacessíveis ao leigo e, com isso, por uma literatura exclusivamente voltada para seus praticantes. Ainda hoje, os *Corpos flutuantes*, de Arquimedes, e o *Almagesto*, de Ptolomeu, só podem ser lidos por aqueles que cultivaram proficiência técnica. Outros temas, como o calor e a eletricidade, foram posteriormente incluídos nas ciências físicas, tendo permanecido durante a Antiguidade apenas como classes curiosas de fenômenos, objeto de menções eventuais ou especulações e debates filosóficos (os efeitos elétricos, em particular, foram incluídos em várias dessas classes). Naturalmente, a restrição aos iniciados não é garantia de avanço científico, mas os três campos mencionados fizeram progressos tais que exigiram de fato as técnicas e os conhecimentos esotéricos responsáveis por seu isolamento. Além disso, se o acúmulo de soluções concretas para problemas aparentemente permanentes é uma medida do progresso científico, esses campos são as únicas partes daquilo que se tornariam as ciências físicas que tiveram um inequívoco progresso na Antiguidade. (KUHN, 2011, p. 59-60, grifo do autor).

Uma aplicação mais duradoura dos princípios físicos decorre dos escritos de Ptolomeu, pois do ponto de vista das inter-relações entre a Física e a Matemática nenhum outro chegou tão perto de Cláudio Ptolomeu, no século II d.C. Referimo-nos às tratativas da sua grande obra denominada de *Almagest* (tradução árabe) onde essa síntese matemática veio favorecer, de forma inclusive muito sofisticada, a Astronomia como nenhum outro o fez, na busca pela compreensão dos movimentos dos astros. Ptolomeu foi audacioso ao estruturar matematicamente a sua teoria com fins de calcular com precisão os movimentos celestes, sem estar devidamente preocupado com as possíveis causas desses movimentos, prevendo, com certa exatidão inclusive, as datas de futuros eclipses solares e lunares. Ponczek (2015) o complementou, ao afirmar que,

Quanto aos cinco planetas conhecidos na época, Ptolomeu introduziu poderosos artifícios geométricos, como os do excêntrico, do epiciclo e do deferente, inventados por Apolônio. Em sua teoria lunar, Ptolomeu utilizou dois epiciclos e, quando tratou dos planetas, teve que descrever seus complexos movimentos de paradas, laçadas e retrocessos, inventando o elegante artifício do equante que era um ponto adicional, em torno do qual o movimento circular era uniforme, mas que não era o ponto central do deferente, nem o centro da Terra. Na verdade Ptolomeu conseguiu, em uma linguagem atual, foi atribuir aos planetas órbitas elípticas, tendo a Terra como foco, sem, contudo, deixar de usar o círculo como figura básica. (PONCZEK, 2015, p.69).

Segundo Pires (2011), o modelo cosmológico aristotélico, até este momento, estaria preservado, pois os corpos perfeitos dos planetas descreviam órbitas circulares que seriam as únicas figuras geométricas compatíveis com a perfeição dos céus. Para Ponczek (2015), a teoria tornava-se coerente, baseando-se apenas na hipótese geocêntrica ou geostática e na descrição de todos os movimentos dos corpos celestes, como uma superposição de movimentos circulares de vários centros, raios e velocidades.

A grande questão é que os fenômenos supracitados no parágrafo anterior não se adaptavam a esse modelo, necessitando-se de ajustes finos. Esses tais ajustes foram um marco importante nas inter-relações entre a Física e a Matemática, pois fez com que o Ptolomeu, frente ao auxílio da Geometria, fizesse uma leitura dos fenômenos naturais, beirando os movimentos circulares tal que o movimento resultante se aproximasse das denominadas órbitas aparentes. Vargas (1996) referendou que,

Os planetas aparentavam movimentos que não eram exatamente circulares: muitas vezes pareciam mover-se em sentido contrário. Para os filósofos, tal fato não contrariava a teoria; consideravam que as aparências enganosas dos fenômenos não eram reais. Mas, os helenistas da Escola de Alexandria, baseados aliás numa ideia original de Platão, sustentavam que cabia aos matemáticos retificar as observações no sentido de *salvar os fenômenos*. Foi o que fez Ptolomeu, com a ajuda da geometria, conjugando movimentos circulares de forma tal que o movimento resultante se aproximasse das órbitas aparentes. (VARGAS, 1996, p. 252, grifo do autor).

Nesse mesmo sentido Heilbron (2015) coadunou nos trazendo que,

Este bric-a-brac brilhante e complexo violou a boa física por postular revoluções em torno de pontos desocupados sem dar qualquer motivo físico para sua posição ou movimento. Eles eram ficções apresentadas para descrição, não explicação. Ptolomeu não estava feliz com a divisão do trabalho na verdade sobre substâncias e matemáticos na descrição dos acidentes. Invertendo a precedência usual, ele declarou a prioridade da matemática sobre a física no *Almagest* e exemplificou-o na astrofísica a partir das suas hipóteses dos planetas. (HEILBRON, 2015, p. 24).

Alguns estudiosos da Idade Média fizeram uma releitura dos cálculos do modelo Ptolomaico com fins de ajustá-los, garantindo assim a continuidade das imbricações dessas áreas. Kuhn (2011) salientou que, naquela época, no

entanto, a Astronomia, a Estática e a Óptica não eram estudadas isoladamente. Estavam, pois, intimamente atreladas à Matemática e à Harmonia (teoria musical). Segundo ele,

Desse par, a matemática era ainda mais antiga e desenvolvida do que a astronomia. Dominada pela geometria desde o século V a.C., era concebida como a ciência das quantidades físicas reais, sobretudo espaciais, e muito participou para a determinação das características das outras quatro, agrupadas ao seu redor. A astronomia e a harmonia tratavam respectivamente com posições e proporções e eram, por isso, literalmente matemáticas. A estática e a geometria óptica extraíam da geometria conceitos, diagramas e vocabulário técnico, e compartilhavam, ainda, de sua estrutura lógica comumente dedutiva, presente tanto na apresentação quanto na pesquisa. Não surpreendente que, em tais circunstâncias, homens como Euclides, Arquimedes e Ptolomeu, que colaboraram para um desses temas, quase sempre tenham feito também contribuições significativas aos demais. Portanto, não é apenas o nível de desenvolvimento que faz das cinco um grupo natural, separado de outras especialidades antigas altamente desenvolvidas, como a anatomia e a fisiologia. (KUHN, 2011, p. 60-61).

A partir do estudo das inter-relações entre a Física e a Matemática na Antiguidade, neste trabalho representadas pelas práticas-matemáticas e fenômenos naturais, a influência dos mesopotâmicos, egípcios e gregos nos remetem a afirmar que a Física se postava como uma nova filosofia, uma arte liberal. A Matemática se colocava como uma “carapaça” das formas ideais que se acreditava estar na própria essência da realidade. Em especial, a Geometria que era reconhecida como a “linguagem contemplativa” da natureza confundindo-se com a própria realidade, o seu campo de aplicação nato.

Pietrocola (2002) disse que as interpretações se davam por meio de sistemas conceituais muito diferentes dos sustentados pela Ciência Moderna e nós seríamos menos enfáticos ao generalizarmos tudo isso. Sendo assim, vale ressaltar que, frente ao estudo dos fenômenos naturais, essas características irão vingar até onde se deram as valiosas contribuições de Galileu Galilei, decorrência das necessidades desses ajustes finos sobre a realidade em termos da teoria. Por tudo isso, de uma forma mais geral, essas inter-relações entre a Física e a Matemática se deram na Antiguidade de uma forma muito mais indireta, sem fortes enlaces, isto é, descompromissadas no sentido assertivo de propósitos e isto se justificaria porque essas áreas ainda estavam iniciando os

seus processos de formação. Desta forma, estávamos muito aquém do provimento de um relacionamento mais direto, mais firmado, mais institucional entre a Física e a Matemática, todavia iremos perceber, a seguir, que a contemplação da realidade passou a adquirir, paulatinamente, um caráter mais instrutivo de matematização.

2.1.2 Momentos histórico-filosóficos na Idade Média

Entre os séculos III-V d.C., os neoplatônicos liderados por Plotino e Santo Agostinho desprezaram por demais todos os ramos da ciência, pois, para eles, o único tipo de conhecimento que se devia apreender era a respeito de Deus e da alma, ou seja, nada sobre o reino da Natureza. Dedicavam-se exclusivamente aos textos mais eruditos para fins religiosos e o que de Ciências fosse do interesse deveria ter a mesma finalidade.

Vale ressaltar que é a partir do séc. V d.C. que os romanos passam a manifestar o seu interesse pela Ciência, começando a produzir sua própria literatura ainda que de qualidade inferior à dos textos gregos já conhecidos.

Pires (2011), nos trouxe que,

No final do séc. V o império Romano do Ocidente caiu invadido pelos bárbaros, dando início à Idade Média. Para a cultura em geral isso representou, em certos aspectos, uma volta ao barbarismo. Houve uma estagnação intelectual e um mergulho na ignorância e na credulidade. A ciência chegou ao seu ponto mais baixo na Europa Ocidental entre aproximadamente 500 d.C. e 1.000 d.C., melhorando gradualmente até que as obras gregas e árabes, no final do séc. XII e início do séc. XIII, introduzissem uma nova visão da literatura científica. (PIRES, 2011, p. 60).

Apesar da estagnação supracitada, durante o período da Idade Média que perdurou, aproximadamente por 1000 anos, entre os séculos V – XV d.C., ao contrário do que afirmam alguns livros a Física e a Matemática se desenvolveram “suficientemente bem” para dar continuidade ao legado proposto pelos povos da Antiguidade e chegarmos ao que temos de conhecimento nos tempos de hoje.

Quando afirmamos suficientemente bem cabe considerar que a visão de mundo eurocentrista, nos sugere pensar que a “Idade das Trevas” – como é chamado o período da Idade Média - foi um verdadeiro fiasco para o ensino de Ciências, muito em função do seu obscurantismo, da ignorância, da decadência econômica, da desordem social e da fragmentação política. Os pequenos passos que foram implementados na Idade Média demonstraram-se, todavia, verdadeiramente imponentes e avassaladores quando analisamos o conjunto da obra que hoje todos nós somos beneficiários. Referimo-nos, principalmente, às pífias contribuições dos romanos, mas também às importantes contribuições dos chineses, hindus e árabes. Esses últimos, inclusive, no tocante à preservação e releituras dos clássicos gregos, quando invadiram e dominaram a Europa, a partir do século VII d.C.

Pires (2011) afirmou que,

Nos sécs. VII e VIII a corrente muçulmana colheu os restos da filosofia e ciência grega na Ásia menor e Alexandria, levando-os para a Europa. Do ano 800 até 1300 d.C. o árabe foi a língua dominante na Ciência e Filosofia, como o grego havia sido nos séculos precedentes. A partir do séc. XII, começaram a surgir fragmentos de trabalhos de Arquimedes, Euclides, Aristarco e Ptolomeu. (PIRES, 2011, p. 62).

Após o uso e o reuso da matemática grega, os árabes introduziram a sua própria Matemática, na Europa a partir do século XII, permitindo assim que esse conhecimento adquirido nunca se perdesse completamente. O Império Bizantino desempenhou um papel importante de continuidade do que se propunha o Império Romano, o que proporcionou os encaminhamentos dessas práticas, sem perda de originalidade. O próprio Mol (2013) complementa que o Império Bizantino detinha uma população predominantemente cristã, a sua língua principal era o grego e possuía uma matemática elementar, muito embora fossem advindas dos textos e clássicos gregos.

Vários foram os estudiosos que contribuíram para que as relações entre a Física e a Matemática se mantivessem amistosas. Alhazen (965-1040) - maior investigador sobre a luz, na Idade Média Islâmica - tentou combinar a sua Astronomia e Óptica com a Física aristotélica e os modelos geométricos. A Astronomia prosseguiu formando estudiosos de Matemática na Escola de

Bagdá, os quais também escreveram sobre a Mecânica. São eles al-Khwarizmi (algoritmo), Thabbit ibn Qurra (um cambista de dinheiro de Harrân que se tornou mestre de todas as ciências matemáticas) e os astrônomos orientais al-Biruni, Khayyam e Avicenna. Heilbron (2015) nos lembrou que,

Eles construíram suas teorias através da alavanca, corpos flutuantes, conceitos de peso e movimento de Arquimedes e, utilizaram a pseudo-análise das máquinas simples (Mecânica) de Aristóteles. O essencial interesse de seu trabalho reside no seu realismo comparativo: eles esforçaram-se, mais exitosamente do que em sua astronomia, para unir o físico e o matemático. (HEILBRON, 2015, p. 52).

Não muito atrás, concomitantemente, os hindus e os chineses também deram grandes contribuições ao desenvolvimento da Matemática e das Ciências. Por serem civilizações muito antigas, para alguns historiadores essas contribuições se deram de forma um tanto quanto tardia. Os hindus trouxeram à tona um sistema de numeração decimal e posicional, com o uso de nove símbolos e do zero. Esses resultados se deveram à incorporação de elementos de outros povos ao longo de muitos anos. Vargas (1996) afirmou que,

Durante a maior parte da época medieval, o escasso interesse pela natureza restringiu muito o desenvolvimento das matemáticas. Contudo, foi nesse período que elas floresceram entre árabes e hindus. Entre os chineses, a matemática era mais uma técnica de enumeração, medida e contagem, como o fora entre egípcios e babilônicos nos tempos míticos. (VARGAS, 1996, p. 253).

Para ele também os grandes clássicos da Antiguidade foram devidamente aproveitados,

Os árabes tinham recebido a matemática no século IX por meio da tradução dos tratados gregos. Agora seus textos em árabe eram traduzidos para o latim. Os *Elementos* de Euclides foi um dos primeiros tratados matemáticos gregos assim traduzidos por Adelard de Bath, em 1142. Pouco depois, em 1175, o *Almagesto*, versão árabe da *Síntese Matemática* de Ptolomeu foi traduzido por Gerardo de Cremona, também tradutor da *Álgebra* de Al-Khwarizmi. Essa já tivera tradução anterior por Robert de Chester, na qual apareciam tabelas trigonométricas. Foi então que apareceu a palavra *seno*. (VARGAS, 1996, p. 253, grifo do autor).

A utilização dos algarismos árabe-hindus foi bancada com fins de atender tanto à contagem no comércio quanto aos cálculos astronômicos, portanto para fins científicos. Vargas (1996) nos lembrou que “a obra elementar sobre astronomia adotada nas universidades até o Renascimento era a *Sphaera* de Sacrobosco (1200-1256). A ela agregava-se o *Algorismus vulgaris*, do mesmo autor, exposição clara sobre o uso dos algarismos árabes nos cálculos matemáticos”.

A partir do século XII, as novas matemáticas imputadas pelos árabes e hindus conjuntamente com o despertar de uma nova área da Matemática – a Álgebra – vieram proporcionar grande interesse pelo cálculo, através da solução de equações algébricas. Não à toa a Geometria e a Aritmética grega, a Álgebra e a Trigonometria árabe foram capazes de calcular as famigeradas tabelas das navegações ibéricas do primeiro quarto do século XV que nos proporcionaram grandes conquistas do além mar. Essas conquistas lograram êxitos de ordem político-econômica, inicialmente, a Portugal e Espanha. Os matemáticos mais influentes do século XV Georg Peurbach (1423-1469) e o seu discípulo Regiomontanus foram os primeiros a calcular e montarem as referidas tabelas. Vargas (1996) alegou que tais conhecimentos matemáticos e mais o “Almagesto” e a “Geografia” de Ptolomeu proporcionaram que as grandes descobertas fossem realizadas pelos navegantes de Portugal e Espanha.

A descoberta do Novo Mundo e do caminho para se chegar às Índias foram frutos de imagens geográficas, cartografias científicas e a astronomia de posição em bases matemáticas como respostas a uma longa etapa do processo de matematização da Natureza.

Kuhn (2011) nos despertou que,

Todas as cinco ciências clássicas eram ativas no Islã desde o século IX, com um nível de competência técnica muitas vezes comparável ao da Antiguidade. A Óptica avançou de maneira notável e, em alguns lugares o foco da matemática foi alterado pela incorporação de técnicas algébricas e de interesses em larga medida ausentes da tradição helenística, em especial a geométrica. No Ocidente latino, a partir do século XIII, as novas elaborações técnicas desses campos largamente matemáticos estavam subordinadas a uma tradição predominantemente filosófico-teológica, e as principais novidades se restringiam em especial à óptica e à estática. Contudo, partes

significativas do corpo da matemática e da astronomia antiga e islâmica foram preservadas e às vezes estudadas por seu valor intrínseco, até voltarem a ser objeto de uma pesquisa erudita continuada na Europa durante o Renascimento. (KUHN, 2011, p. 62-63).

Vale ressaltar que apesar do processo de matematização “em tese” já ter se iniciado enquanto gérmen-embrionário na Antiguidade, tudo nos leva a concluir que na Idade Média ainda não havia grandes intencionalidades de se fazer uma leitura de mundo da Natureza, às margens das bases matemáticas. Para Kuhn (2011),

O conjunto das ciências matemáticas restabelecido então era muito semelhante a seu ancestral helenístico. Todavia, enquanto campos eram praticados no século XVI, um sexto tópico passou a associar-se cada vez mais a eles. Em parte, como resultado da análise escolástica do século XIV, o tema do movimento em relação ao lugar foi destacado do tradicional problema filosófico da mudança qualitativa em geral, tornando-se um tema de estudo por direito próprio. Já bastante desenvolvido nas tradições filosóficas antiga e medieval, o problema do movimento, decorrente da observação cotidiana, era formulado em termos amplamente matemáticos. Desse modo, ele se adequava com naturalidade ao grupo das ciências matemáticas, às quais, desde então, seu desenvolvimento se associou fortemente. (KUHN, 2011, p. 63).

Essa conjuntura aparentava-se frutificar de forma muito natural e peculiar, basta atentarmos para as teorias do movimento, nessa época, que eram uma mescla de muitos conceitos (qualidades), o que causava grandes confusões, levando a longas discussões e resultados de cunho particular. Pires (2011) nos remontou a que,

Alguns acreditavam que o “movimento” não era uma coisa separada do corpo que se movia, mas apenas o corpo e os lugares sucessivos que ele ocupava. Outros sustentavam que existia algo mais, inerente ao corpo que se deslocava, chamado de movimento. Lembremos que Aristóteles e seus seguidores consideravam o movimento como um dos quatro tipos de mudanças e esperavam que a análise do mesmo seguisse as regras para as mudanças em geral. Buridan rejeitava a teoria de Aristóteles de movimento de um projétil, argumentando que se fosse verdade que o ar escorresse para a parte de trás do projétil, uma lança pontiaguda em ambas as extremidades se deteria antes de outra. (PIRES, 2011, p. 71).

Quanto a esse tema Pietrocola (2010) nos enfatizou que,

Também as críticas a partes desse sistema de pensamento, feitas por Buridan, Oresme e outros escolásticos medievais, não eram matematizadas. Na origem, tais pensamentos eram descritos em latim medieval, fazendo uso de argumentos refinados, mas apresentados em linguagem não formalizada, como na maioria dos tratados da época. (PIETROCOLA, 2010, p. 82).

Uma análise mais quantitativa das teorias do movimento, isto é, uma proposta de representatividade geométrica das “qualidades”, teve início a partir do séc. XIV por alguns filósofos e estudiosos da Matemática do Colégio de Merton, em Oxford na Inglaterra.

Pires (2011) destacou que,

Eles começaram fazendo uma distinção entre Cinemática e Dinâmica, afirmando que o movimento poderia ser estudado tanto do ponto de vista da causa quanto do efeito. A partir daí desenvolveram os fundamentos para tratar da Cinemática. Apresentaram a ideia de velocidade como um conceito ao qual podemos atribuir um valor numérico (mas a velocidade foi tratada como um conceito escalar), distinguiram velocidade de velocidade instantânea e definiram movimento uniforme (movimento com velocidade constante) e uniformemente disforme (uniformiter disformis), que é o movimento uniformemente acelerado. William Heytesburg (1313-1372) do Colégio de Merton definiu com precisão o movimento uniformemente acelerado como aqueles em que se adquirem incrementos iguais de velocidade em períodos iguais de tempo. Definiu a velocidade instantânea de maneira análoga àquela que faria Galileu três séculos mais tarde. (PIRES, 2011, p. 71).

Apesar de todos os esforços desses estudiosos medievais em determinar, experimentalmente, se dado movimento era ou não uniformemente acelerado, isso caracterizava-se muito difícil, face aos recursos disponíveis da época. Assim sendo, eles tratavam os problemas relacionados ao movimento de uma forma muito hipotética, isto é, sem correlacioná-los com movimentos reais na Natureza.

Um dos casos mais notáveis dessa época foi o de Thomas Bradwardine (1290-1343), um dos estudiosos do Colégio de Merton, que foi o primeiro a realizar uma análise matemática mais minuciosa do movimento, buscando uma relação dinâmica entre a velocidade, a resistência e a força ($V \propto F/R$). Ele fez diversas interpretações dessa fórmula que passou pelo clivo de vários contemporâneos da época, tais como Avempace e São Tomás de Aquino.

Na visão de Paty (2003), toda essa conjuntura foi importante para o processo de quantificação pois,

Uma mudança lenta ocorreu durante a Idade Média, como é conhecida, da qualidade para quantidade, no século XIV, com os mestres escolásticos das Universidades de Oxford e Paris (William Gosseteste, William of Ockham, Jean Buridan, Nicole Oresme...), através do estudo da variação de intensidade (qualidade do movimento), ou velocidade com o tempo, e a invenção do conceito de "Impetus" - um impulso dinâmico concebido como uma ação interna do corpo em movimento. Estes foram passos importantes para a geometrização e matematização do movimento. (PATY, 2003, p. 8).

O processo de quantificação do movimento, mesmo que intimista, nos trouxe o início do desaparecimento paulatino das “qualidades” associadas. Isso se dará ao longo dos últimos séculos da Idade Média.

Ainda para Paty (2003),

O movimento ou a velocidade não afetaram as propriedades dos corpos. Moções de vários tipos podem ser unificadas, velocidades (ou, na verdade, quantidades de movimento ou impulsos) poderiam ser compostas e a mudança de movimento na queda livre de "quantitativamente", ou seja, através de magnitudes ou quantidades. O último passo da teoria física é a escolha da boa quantidade (ou conceito) para estudar as leis do movimento. O tempo era esse conceito e entrou na física como uma variável fundamental. A mudança decisiva na fabricação da teoria física, pelo qual as leis foram formuladas como equações entre as quantidades que levam os conteúdos conceituais. (PATY, 2003, p. 8).

Paty nos trouxe reflexões que precisamos nos ater com fins de compreendermos melhor o (s) papel (éis) da Matemática ao participar de uma teoria Física.

Pires (2011) dissera que, em pleno século XVI, a Matemática teria um *status* ambíguo no meio acadêmico. Segundo ele,

Foi levantada a questão se os métodos de prova geométrica poderiam ser reconciliados com os padrões aristotélicos de uma ciência demonstrativa. Aristóteles havia considerado o silogismo como a ferramenta de raciocínio ideal e mais poderosa. Para muitos, uma disciplina que empregasse esse modo de raciocínio era mais importante, mais confiável e de padrão mais elevado do que uma que

não o fizesse. Os detratores da Matemática como uma ciência afirmavam que as demonstrações matemáticas não eram comparáveis ao silogismo, pois em uma demonstração verdadeira, de acordo com Aristóteles, as premissas levam às causas próprias da conclusão. Os críticos sustentavam que esse não era o caso com respeito a uma demonstração geométrica e viam as demonstrações da geometria euclidiana como construções arbitrárias que não apresentavam qualquer conexão com as conclusões e que não atendiam aos padrões superiores da Filosofia Natural. (PIRES, 2011, p. 83).

É na Idade Média, com o aflorar das demonstrações matemática que as relações entre a Física e a Matemática se tornam mais frequentes, principalmente no que concerne a observação quantitativa e a experiência, apresentando então uma especificidade da Física perante as outras ciências. Os desenvolvimentos da Cinemática e da Dinâmica parecem deixar marcado que esse período não foi dos piores para o Ensino de Física, principalmente no que condiz ao fomento da Mecânica, aliás, como a todo momento os livros didáticos nos levam a concluir.

Na sua completude, a Física é representada por conceitos dos mais diversos ligados aos fenômenos naturais e se expressa sob a forma de “magnitudes ou quantidades” que serão dotadas de uma peculiar definição matemática. A partir do início da Ciência Moderna, essas características somente se fortalecerão chegando ao seu auge entre os séculos XVII-XVIII, com as obras de Galileu e de Newton como poderemos perceber a seguir.

É notório que a partir dos resultados encontrados neste capítulo essas duas grandes áreas, durante os períodos da Antiguidade, Idade Média e início do Renascimento, permaneceram ligadas entre si mutuamente, mesmo que inconscientemente. Referimo-nos que as inter-relações entre elas já se configuravam, porém, não se detinha uma conotação institucional. Isso quer dizer que a Matemática não fazia parte da Física, intencionalmente, enquanto razão de ser, até porque elas ainda estavam estabelecendo a sua formação. Vale a pena ressaltar ainda que, nessa ocasião, essas áreas muitas vezes até confundiam-se entre si e não podiam ser dissociadas.

No próximo capítulo, apresentaremos dois episódios que foram elaborados ao longo do tempo frente às influências de diversos estilos de

pensamentos. Nele, versaremos sobre os seus respectivos modelos explicativos visando à franca compreensão das inter-relações entre a Física e a Matemática.

Capítulo 3 - As dimensões galileanas e newtonianas

3.1 Estilo de pensamento galileano

3.1.1 As circulações de ideias que norteiam o coletivo

Neste capítulo, analisamos os momentos e os episódios históricos, à luz dos elementos-constituintes da teoria epistemológica de Fleck dispostas no capítulo 1, detectando a gênese dos pontos de vistas específicos de cada época. Fizemos uma inserção tênue das categorias fleckianas, a partir do contexto histórico e logo percebemos os enlaces que articularam os diversos diálogos extemporâneos, propostos por Galileu e seus seguidores.

Segundo Schäfer e Schnelle (2010),

Partindo do seu estudo de caso da história da medicina, Fleck chegou a um conceito totalmente novo de pesquisa científica. Em decorrência disso, novos questionamentos foram levantados, e os já conhecidos ganharam uma forma nova. Assim, também para a fundamentação de Fleck, surge a questão de como definir a relação entre a história e a teoria da ciência. É admissível, mediante o estudo da história, chegar a proposições sobre a “constituição” da ciência, deduzir do “como foi” o “como deve ser?”. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 30-31).

Como já podemos perceber, no nosso caso específico, tratamos da história das inter-relações entre a Física e a Matemática.

No século XV, Copérnico apontava e argumentava que o sistema heliocêntrico poderia ser descrito através de um modelo matemático superior ao geocêntrico. Isso foi possível porque, essencialmente, os parâmetros das órbitas planetárias estavam inter-relacionadas no sistema heliocêntrico, enquanto que no sistema geocêntrico, cada planeta era tratado separadamente. Muito por isso, Roque (2012) resumiu que na matemática do século XVI, as discussões com os princípios escolásticos não eram tão presentes quanto na Astronomia. Esse período, todavia, que advém imediatamente após a Idade Média, nos remete

basicamente aos propósitos bem fundamentados de Francis Bacon¹³ que reconhecia nos processos experimentais, a possibilidade de adquirir conhecimento e poder. Segundo Kuhn (2011),

A separação entre as ciências clássicas e baconianas pode ser seguida a partir da origem destas últimas. O próprio Bacon se mostrava incrédulo não apenas com as matemáticas, mas também com a totalidade da estrutura quase dedutiva da ciência clássica. Os críticos que o ridicularizaram porque não reconheceu a ciência superior de sua época não perceberam seu objetivo. Ele não rejeitou o copernicanismo porque preferia o sistema ptolomaico, mas rejeitou ambos porque, a seu ver, nenhum sistema tão complexo, abstrato e matemático poderia contribuir para o conhecimento ou controle da natureza. Seus seguidores na tradição experimental, embora aceitassem a cosmologia copernicana, raramente tentaram obter a proficiência e a sofisticação exigidas para o entendimento ou o exercício das ciências clássicas. Essa situação se manteve no século XVIII: Franklin, Black e Nollet a exibiam com tanta clareza quanto Boyle e Hooke. (KUHN, 2011, p. 72).

Bacon influenciou, em parte, as ideias de René Descartes¹⁴, filósofo e matemático importantíssimo no advento da algebrização da Geometria, que a tornou mais ágil e compatível com o espírito da primeira metade do século XVII. Sobre isso, Roque (2012) apontou que ao privilegiar a invenção e a intervenção da Natureza, o pensamento da época se associava ao estudo quantitativo dos fenômenos. Foi isso que Descartes afirmava quando dizia que as únicas determinações que podemos conhecer da realidade são aquelas que sejam passíveis de serem quantificadas e medidas. Sendo assim, parte-se da importância de que a quantificação e a medida, enquanto elementos constituintes de um novo ideal de compreensão da Natureza, podem nos auxiliar a entender o papel da Matemática e os novos contornos que dela possam se dar. Na sua célebre obra “Regras para a direção do espírito” (1628), Descartes profetizou que,

Refletindo mais atentamente, pareceu-me por fim óbvio relacionar com a Matemática tudo aquilo em que apenas se examina a ordem e a medida, sem ter em conta se é em números, figuras, astros, sons, ou

¹³ Francis Bacon publicou o *Novum organum* (1620) e “Nova Atlântida” (1626), indicando um novo método para interpretar a Natureza. Segundo Roque (2012), ao invés da Lógica Aristotélica, o método seria indutivo, podendo ser mais frutífero para a enunciação de novas verdades científicas. O último livro trata de uma localidade imaginária, marcada pela prosperidade e pela intervenção do homem na Natureza.

¹⁴ René Descartes publicou o “Discurso do Método” (1637), indicando um método com fins de invenção de verdades na Ciência.

em qualquer outro objeto que semelhante medida se deve procurar; e, por conseguinte, deve haver uma ciência geral que explique tudo o que se pode investigar acerca da ordem e da medida, sem as aplicar a uma matéria especial: esta ciência designa-se não pelo vocábulo suposto, mas pelo vocábulo já antigo e aceito pelo uso de Matemática universal (*Mathesis universalis*) porque esta contém tudo que contribui para que as outras ciências se chamem partes da Matemática. (DESCARTES, 1989, p. 29).

Roque (2012) nos chamou a atenção de que o período do Renascimento era comumente identificado com o espírito platônico, muito em razão do privilégio ocupado pela matemática enquanto ferramenta explicativa. A autora ainda nos afirmou que a influência de Platão, porém, não parece ter sido mais forte que a de outros pensadores gregos, a exemplo do Arquimedes. Na Europa, o conhecimento dos trabalhos arquimedianos ocorreu por volta do século XIII, nas universidades, porém as interpretações mais significativas foram promovidas no século XVI. Isso permite asseverar que a reafirmação da Mecânica clássica não se deveu à atuação nas universidades e sim a partir dos engenheiros interessados em questões mais teóricas. Para Roque (2012), na universidade, a Matemática ainda era vista como parte de uma cultura mais antiga, a ser admirada, portanto não praticada. Desta forma, para a autora, o conhecimento matemático não era autônomo e as disciplinas não tradicionais - como a Álgebra - não entravam no currículo. Apesar disso tudo, esse conhecimento se desenvolveu em um outro contexto, isto é, fora das universidades. Mariconda e Vasconcelos (2006) afirmam que,

[...] a marca das novas ciências de Galileu reside no uso inovador do método científico, o qual combina a experiência, por meio da experimentação controlada, com o emprego da Matemática para resolver problemas naturais, contrariando a tradição aristotélica das universidades, para a qual a Matemática e a Física são disciplinas radicalmente diferentes. Assim, tal como nos tratados de Matemática aplicada de Arquimedes, *Do equilíbrio dos planos e Dos corpos flutuantes*, também em Galileu há uma tendência clara em direção a uma física-matemática. (MARICONDA e VASCONCELOS, 2006, p. 34, grifo do autor).

Como podemos perceber, Galileu assumiu essa tendência com base na influência ou no descarte de outros estilos de pensamento mais antigos e isso é o que Fleck denominou de circulação intercoletiva de ideias. Esses diálogos mais

externos com outros coletivos de pensamento é o que auxiliou Galileu na formação de um novo estilo.

Para Teixeira (2011), a atitude de manipulação sobre a Natureza, inevitavelmente, levaria a efeitos de mudanças nos modos de produção de bens de consumo o que, conseqüentemente, traria progresso e desenvolvimento para a humanidade. Mas, até onde a racionalidade desses processos, com fins matemáticos, permeava a filosofia natural?

Mariconda (2006) nos esclarece que,

Quando se compara a pesquisa astronômica, de Kepler, com a pesquisa mecânica, de Galileu, pode-se perceber uma profunda semelhança entre elas: ambas revelam um claro direcionamento metódico na procura por regularidades matematicamente formuláveis observadas nos fenômenos naturais. A procura por leis da natureza, por regularidades existentes entre os fenômenos naturais observados é a marca da ciência moderna. A formulação dessas leis, isto é, de enunciados precisos e verificáveis pela experiência, expresso em linguagem matemática, acerca das relações universais que existem entre os fenômenos particulares, passa a ser um dos objetivos centrais da pesquisa científica. (MARICONDA, 2006, p. 281).

Dessa forma, dentre os vários momentos histórico-filosóficos que se deram nos séculos XVI-XVII, e que poderíamos ter abordado nesta pesquisa, escolhemos um episódio especial que, certamente, representa muito bem o forte elo existente entre as inter-relações da Física com a Matemática e que parece ter proposto fortes diálogos com outras obras que também analisaremos a seguir. Tratam-se das concepções da última obra galileana denominada de “Discurso e demonstrações matemáticas em torno de duas novas ciências relativas à mecânica e aos movimentos locais” (original em italiano: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali*), datada de 1638.

Neste contexto, consideramos os aspectos que envolvem as circulações intracoletiva e intercoletiva de ideias as quais contribuíram para que Galileu formasse a sua visão de mundo e conseqüentemente o seu próprio estilo de pensamento, sobre a natureza das inter-relações entre a Física e a Matemática. Os estudos dessas circulações auxiliaram o nosso entendimento do estilo de

pensamento em questão. Segundo Fleck (1986), há a possibilidade da assimilação por um coletivo, de ideias pertencentes a outros coletivos. É nessa perspectiva que acreditamos que Galileu tenha sido influenciado pelos seus antecessores e contemporâneos.

A escolha deste episódio se justifica por ser uma obra para além do seu tempo e que, até os dias atuais, tem promovido várias controversas entre os historiadores das ciências, principalmente as correntes dos empiristas e dos racionalistas. Essa obra propõe, assim, um amplo debate das suas principais ideias e do favorecimento de fortes influências em outras obras adjacentes. Devemos levar em consideração, neste trabalho, cada controversa levantada pela contemporaneidade sobre as “entrelinhas” da obra, mas não podemos perder de vista que o que foi registrado nas “linhas” é, também, deveras importante.

Na referida obra, a aparente utilização semântica dos signos matemáticos, as sugestivas experiências e os momentos de idealização do autor, refletidos nos seus teoremas de cunho matemático - eminentemente geométricos - carecem de uma atenção especial nesta pesquisa. Aliás, muitas foram as obras de Galileu Galilei, porém, o *Discurso* ou os *Discorsi* – assim denominaremos a partir de agora – se apresentam como um marco histórico, pois traz à tona as diversas concepções físico-matemáticas como nunca se viu em nenhuma obra até então. Referimo-nos às evidências astronômicas (eventos sobrelunares) e suas respectivas consonâncias com a Mecânica (eventos sublunares). Teixeira (2011), no seu artigo “Quem foi Galileu Galilei afinal? ”, ressaltou que,

Galileu, uma das principais figuras do século XVII é um exemplo da diversidade de interpretações aqui apontada. Ele não deixou publicadas suas regras de procedimento – provavelmente porque não fazia parte do seu objetivo identificá-las – mas, deixou um conjunto de obras, no qual, sumariamente falando, expunha uma Mecânica e uma Astronomia cujos significados filosóficos destoavam das tradições de sua época. E qualquer tentativa de compreensão desses significados passa por uma análise de tais obras, bem como dos registros historiográficos ulteriores. (TEIXEIRA, 2011, p. 53).

Em concordância, Roque (2012) disse que as ideias inovadoras de Copérnico, Galileu e outrora Newton parecem ter sido bastante lentas, uma vez

que a convivência entre as novas e antigas ideias geraram misturas no pensamento e que eles não escreveram com o intuito nítido de renovar os padrões que os precediam.

As concepções de Galileu Galilei demonstraram uma personalidade altamente emblemática do século XVII e foram, ao mesmo tempo, rotuladas de controversas, pois levantaram vários problemas que foram fundantes para o que chamamos hoje de período constitutivo da Ciência Moderna. Esses fundamentos foram levados para o seu sistema de ideias que permearam as inter-relações entre a Física e a Matemática. Galileu teria afirmado, em uma das suas obras “O Ensaaiador” (1623) que,

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto. (GALILEU, 2004, p. 46).

Segundo Paty (1989), para Galileu, a Matemática era um conhecimento que permitia uma leitura direta da Natureza. Isso significa que ao se debruçar sobre ela, Galileu utilizaria a Matemática para descrevê-la, melhor dizendo, “traduzi-la”. Teria, porém, Galileu uma visão meramente contemplativa ou ele acreditava fidedignamente que a Matemática poderia fazer uma leitura proeminente da Natureza?

Qualquer que seja o estilo de pensamento, ele deve suportar uma visão de mundo, atendendo a um corpo de conhecimento cuja prática o legitima. Sobre isso, Geymonat (1997) ponderou que,

De fato, quem pode excluir que Galileu apele para a matemática tão somente porque esta tem condições – com seu rigor – de levar-nos a perseguir somente a verdade, evitando que nos percamos atrás de fantasias? Isto é, que ele veja a matemática mais em função técnica (como auxílio da lógica) do que em função *metafísica* (como expressão de uma realidade mais estável e harmônica, subjacente ao flutuar dos fenômenos)? (GEYMONAT, 1997, p. 146, grifo nosso).

Pietrocola (2010) afirmou que foi no século XVII, com o advento da Ciência Moderna, que os fenômenos naturais passaram a ser sistematicamente expressos por meio de relações matemáticas e que essa prática configurou-se como uma herança da tradição pitagórica. Paty (1989) dissera que Galileu constituiu uma pequena modificação na tradição pitagórica. A Matemática se colocava, pois, como um revestimento de formas ideais que julgavam estar na própria Natureza por meio de analogias entre os fenômenos e suas relações. Nessas condições, a Geometria seria a linguagem da Natureza por excelência. Em razão disso, podemos ponderar sobre o papel das protoideias, pois a noção de “tradução” pode ser interpretada enquanto uma protoideia que esteve contida em outros estilos de pensamentos, tais como o da Escola pitagórica. Galileu se apropriou dessa ideia inicial para compor o germen do seu próprio estilo de pensamento.

Paty (1995) nos faz refletir se não foi Galileu que implementou a verdadeira ruptura epistemológica na maneira de conceber a Física em função da matematização? As concepções de Galileu evocadas no Discurso são bastante claras e isto é o que nos interessa na compreensão dos fatos instaurados a partir dessas ideias.

Zilbersztajn (1988) afirmou que Galileu foi um pensador que teve em suas obras o fruto da razão pura ou alguém cujos problemas práticos da sociedade em que vivia influenciaram marcantemente seu trabalho. O Discurso foi uma obra que minimamente explicitou o método científico e afirmou que o Universo poderia ser interpretado à luz de um reducionismo matemático.

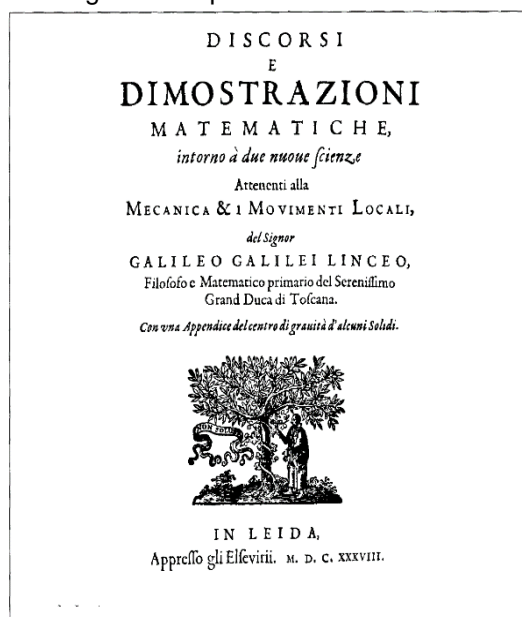
Dentre as muitas controversas existentes sobre a constituição desta obra, a maioria delas remetem aos processos experienciais que Galileu teria ou não realizado ao longo da construção de suas ideias. Não existem, porém, dúvidas, consideravelmente significativas, de que o mesmo tentou fazer com que todo o mundo olhasse de uma forma diferente para a Natureza, numa perspectiva mais racional e que os seus seguidores levaram com eles essas boas novas, no tocante ao cerne de tal coletivo de pensamento.

3.1.2 Instauração e extensão do estilo de pensamento galileano

Como é possível perceber, o papel das circulações intracoletiva e intercoletiva de ideias foi fundamental para a instauração do estilo de pensamento galileano. Para além da difusão de suas ideias, métodos e práticas, os escritos galileanos foram, deveras, avassaladores no sentido de que desempenharam papel fundamental na circulação intercoletiva de ideias, na perspectiva de vincular um norte aos estudos e práticas daqueles que disseminaram o seu estilo.

No que tange à circulação intracoletiva de ideias, a obra *Discurso* seguiu o mesmo modelo do “Diálogo sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo” (original em italiano: *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*), datada de 1632 do próprio Galileu.

Figura 1: Capa do livro *Discorsi*



Fonte: Google Images¹⁵

O *Discurso* foi proposto, basicamente, a partir dos diálogos entre três (03) personagens já conhecidos dos “Diálogos” denominados de Salviati, Simplicio e

¹⁵ <http://www.liberliber.it>

Sagredo e a obra é composta de seis (06) jornadas. Fitas (2011) acrescentou que,

[...] a presença de um texto matematicamente complexo não casa com o tipo de conversa em tom retórico-polemizante já desenvolvido na obra anterior, é necessário inventar uma quarta personagem. É uma personagem sem rosto, pois embora sempre presente nas tiradas dos três atores já nomeados, estará fisicamente sempre ausente. Esta quarta personagem é um Acadêmico cujo nome não é referido (evidentemente que é Galileu) cujo longo tratado sobre o movimento é lido por Salviati e comentado pelos três. (FITAS, 2011, p. 217).

Nesse livro, na forma matemática, Galileu enunciou as suas leis do movimento que compõe o que hoje chamamos de Cinemática moderna: as velocidades dos corpos em queda livre são proporcionais aos tempos gastos na queda e os espaços percorridos pelos corpos em queda livre são proporcionais aos quadrados dos tempos gastos para descrever esses espaços.

Sobre a obra, Pires (2011) nos salientou que,

Aparentemente, muito dos resultados apresentados foram descobertos quando morou em Pádua, trinta anos antes. Historiadores especialistas em Galileu afirmam que todos os teoremas sobre o movimento naturalmente acelerado que ele apresenta na terceira jornada foram descobertos praticamente entre 1604 e 1609. As duas novas ciências tratadas no *Diálogo* são o que hoje chamaríamos de “resistência dos materiais” e o estudo do movimento. (PIRES, 2011, p. 145, grifo do autor).

A Primeira Jornada discutiu, basicamente, as hipóteses que permearam as duas ciências, enfrentando os mais ousados debates em busca das causas recônditas da coerência, entre as várias partes dos sólidos.

Para Geymonat (1997), a Segunda Jornada foi totalmente dedicada à resistência de materiais, ignorando o efeito da elasticidade e limitando-se a notar que, indubitavelmente, se encontrava nos corpos sólidos uma resistência ao despedaçamento e, prescindindo da maneira mais completa de suas causas, dirigindo todos os seus esforços para determinar as relações matemáticas entre tal resistência e o comprimento e a espessura dos próprios corpos.

Fitas (2011) afirmou que do ponto de vista do método galileano, essa jornada é deveras importante porque traz consigo a generalização do Princípio da Alavanca de Arquimedes para os novos problemas da estabilidade de estruturas. Também, Geymonat (1997) afirmou também que a impostação clássica arquimediana da pesquisa assume a liderança e Galileu procurou esquematizar os vários fenômenos da resistência dos materiais, reduzindo-os a combinações mais ou menos complexas de alavancas. Mariconda e Vasconcelos (2006) afirmaram que,

[...] Galileu apresenta uma estrutura demonstrativa, isto é, traz um conjunto ordenado de proposições matemáticas, com seus enunciados e demonstrações. Assim, é importante insistir: na Segunda Jornada dos *Discorsi* está a primeira nova ciência de Galileu; “nova”, entre outras razões, porque a palavra “ciência” passa a denotar, a partir desse momento, um novo modo de falar sobre as coisas da natureza, um modo que podemos chamar físico-matemático, na medida em que expõe e argumenta de maneira matemática sobre regularidades observadas do mundo físico. (MARICONDA e VASCONCELOS, 2006, p. 207, grifo dos autores).

Nesta conjuntura, Galileu caminhou para raciocinar em termos físico-matemáticos, em consonância com os aspectos físicos revelados pela observação e experimentação. Para além disso, utilizou a matematização da Natureza, a partir do uso de grandezas apropriadas. Não à toa Geymonat (1997) nos chamou a atenção de que do ponto de vista das construções mecânicas,

A singularidade deste fato reside na incongruência, que ele torna manifesta, entre matéria e geometria: de fato, enquanto do ponto de vista geométrico a máquina maior e a menor resultam perfeitamente semelhantes (ou seja, caracterizadas pela mesma proporção), do ponto de vista material, ao contrário, a máquina maior revela estranhamente uma robustez muito diversa daquela da máquina menor; verdadeiro sinal de que no fenômeno de “resistir às invasões violentas” introduz-se – ao menos à primeira vista – algum fator de tipo diferente daqueles examinados pela geometria pura. (GEYMONAT, 1997, p. 228).

A eficácia da Geometria, na visão de Galileu, refletiu na análise dos problemas científicos, ou seja, na determinação dos principais elementos que entram em jogo nos fenômenos aparentemente mais complexos, basta atentarmos para a parte dos diálogos travados entre Sagredo e Simplicio,

“Sagr. – Que diremos, Sr. Simplicio? Não lhe convém confessar ser a geometria instrumento mais potente do que qualquer outro para melhorar o engenho e dispô-lo a discorrer e especular perfeitamente? E que, com grande razão, Platão queria os seus escolares primeiro bem fundamentados em matemática? Eu havia compreendido muito bem a faculdade da alavanca e como, aumentando ou diminuindo seu comprimento, crescia ou diminuía o momento da força e da resistência; com tudo isto, na determinação do presente problema eu me enganava, e não de pouco, mas de infinito”.

“Simpl. – Realmente começo a compreender que a lógica, embora instrumento potentíssimo para regular nosso discurso, não chega, quanto ao adestrar a mente para a invenção, à agudeza da geometria”. (GALILEU, 1638, p. 175).

Na Quarta Jornada, Galileu fez a aplicação das leis do movimento (fruto da Terceira Jornada) e aplicou ao estudo dos movimentos dos projetéis. A Quinta Jornada versou sobre a Teoria euclidiana das proporções, na tentativa de torná-la mais clara e compreensível. As argumentações têm um caráter exclusivamente matemático e não se prestou à introdução de nenhuma ideia que fosse verdadeiramente nova e/ou original. A Sexta Jornada debateu sobre a força da percussão, afirmando que ela é infinita não havendo resistência, por maior que seja e, não sendo sobrepujada por uma força de percussão minimíssima.

O nosso trabalho tratou basicamente da Terceira Jornada que é dedicada especificamente ao estudo do movimento e é subdividida em três (03) partes: movimento uniforme, movimento uniformemente acelerado e movimento de projéteis. Sobre a Terceira Jornada, Pires (2011) nos informou que,

A partir daqui o tratamento fica mais matemático e mais difícil de ser acompanhado pelos leitores leigos. Galileu começa escrevendo: “Meu propósito é apresentar uma nova ciência lidando com um assunto muito antigo”, e o assunto é o movimento. O método usado consiste em, a partir de axiomas e de certas definições adicionais, passar para a análise dos conceitos de movimento e enunciar teoremas e seus corolários, que ele demonstra geometricamente. A ciência do movimento é reduzida assim a leis matemáticas deduzidas mediante um processo de inferência dos postulados previamente enunciados. Essas leis levam a predições que podem ser verificadas experimentalmente. (PIRES, 2011, p. 150).

Foi na Terceira Jornada que Galileu deu as diretrizes de como desejava relacionar a sua nova ciência com a Matemática.

Para Pietrocola (2001), no contexto da obra galileana, a Geometria mantém seu *status* de linguagem preferencial do mundo - a exemplo do que acontecia na tradição pitagórica - mas, agora, como recurso do pensamento para sua organização teórica. Roque (2012) coadunou que a Geometria ainda era o principal domínio da Matemática e qualquer pessoa que quisesse aprender Ciência naquela ocasião precisava começar pelos Elementos de Euclides. Para Mariconda e Vasconcelos (2006), o foco dado por Galileu em sua obra fundadora da Mecânica clássica, os *Discorsi*, estava dirigido para a matematização do movimento dos corpos e para apresentação “more geométrico” da teoria, seguindo o modelo de exposição demonstrativa de Euclides.

Nessa perspectiva, Cindra (2014) nos afirmou que,

Uma das preocupações fundamentais de Galileu foi a de tratar matematicamente os fenômenos estudados, dar os primeiros passos no sentido da matematização da natureza. Neste contexto, ele procurou raciocinar de uma forma que nos é hoje bastante familiar: a de procurar situações limites, fazer abstrações e idealizações e às vezes abordar fenômenos paradoxais, com base em experiências de pensamento. Sua matemática, entretanto, ainda era a matemática baseada nos *Elementos de Euclides*, e mais particularmente, na teoria das proporções de Eudoxo. Galileu não dispunha da simbologia algébrica, que ainda dava os primeiros passos em sua época. Galileu também não poderia utilizar o formalismo do cálculo diferencial e integral que ainda não havia sido inventado. Não havia ainda o conceito de limite, mas, mesmo assim ele fez algumas conjecturas importantes no tocante aos paradoxos do infinito. (CINDRA, 2014, p. 14, grifo do autor).

Não restam dúvidas de que Galileu deu os primeiros passos no sentido de propor uma Física diferenciada. Geymonat (1997) coadunou com quando afirmou que um dos maiores atributos dessa obra foi a clareza com que Galileu trouxe o ponto mais delicado da sua teoria ao constituir a presença dos obscuros conceitos de infinitos e infinitésimos. Desta forma, os pilares formativos do seu Estilo de Pensamento ficaram claros. Para Geymonat (1997),

Hoje é bem conhecido o profundo significado desta presença porque todos sabemos que os conceitos de infinito e infinitésimo (ou mais exatamente de limite) constituem o núcleo essencial e a grande novidade das noções de velocidade no instante e de aceleração sobre as quais se baseiam toda a dinâmica galileana. Tampouco esta dificuldade levanta ainda alguma dúvida particular, pois hoje possuímos – na análise infinitesimal – os instrumentos seguros para

dominá-la. Mas Galileu ainda não os possuía e, exatamente por isso, é digno de uma admiração especial: sua coragem ao introduzir uma definição de movimento que implicava em “infinitos graus de demora” e sua habilidade para operar com movimentos de tal tipo são méritos que o colocam com justiça entre os maiores cientistas de sua época. (GEYMONAT, 1997, p. 232-233).

Certamente Galileu tornou-se notável pela ousadia em romper barreiras até então sem precedentes. Vargas (1996) nos rememorou que,

Foi Galileu, como está explicitado em seus *Discursos e demonstrações matemáticas em torno de duas novas ciências*, publicado em 1638, quem tornou patente a nova função da matemática como análise dos fenômenos naturais, ao mesmo tempo em que enunciava um novo critério de verdade científica, atribuindo à palavra experiência novo significado. “Ao investigar um fenômeno da natureza”, diz Galileu textualmente, “primeiro concebo com a mente”. Modernamente, significaria: elaborar uma conjectura sobre o fenômeno. No caso do fenômeno da queda dos graves, analisado nos *Discorsi*, conjectura-se que os graves caíam com movimento uniformemente acelerado. A partir dessa conjectura arma-se um raciocínio lógico, para Galileu, preferivelmente matemático, uma vez que ele já afirmara: “o livro da natureza está escrito em caracteres matemáticos”. Tal raciocínio levará a conclusões ou soluções particulares, as quais deverão ser confrontadas com a experiência. (VARGAS, 1996, p. 255, grifo do autor).

A deferência de análise dos fenômenos naturais a Matemática traz posição secundária ao papel da experiência, conferindo-lhe a afirmação ou negação ao que foi primeiramente idealizado pela mente. Não à toa, o texto vem recheado de complexos teoremas, proposições e demonstrações matemáticas até então nunca vistos. Para Zylbersztajn (1988), os empiristas afirmaram que Galileu teria rompido com a tradição reinante dos escolásticos aristotélicos ao contrapor a sua metafísica especulativa por um novo método, baseado na observação e no experimento. Cindra (2014) afirmou que Galileu recorreu com frequência ao uso das chamadas experiências de pensamento (mentefatos). Geymonat (1997) garantiu, porém, que Galileu soube combinar as experiências com as demonstrações matemáticas, fomentando que a investigação científica deve findar-se no duplo binário das experiências sensíveis e das demonstrações precisas. Koyré (1991), porém comungou que “a boa física é feita a priori”, isto é, antes dos resultados experimentais uma vez que este último vem apenas para corroborar com a precisão dos dados descritos. Por esses dizeres de renomados

estudiosos da vida e obra galileana, tudo nos leva a concluir que Galileu era um homem altamente controverso, no seu tempo. Não restam dúvidas, entretanto, que ele aglutinou ações com fins de deliberar uma nova forma de ver as inter-relações entre a Física e a Matemática.

Nesse sentido, Mariconda e Vasconcelos (2006) nos chamaram a atenção para a ausência de uma investigação epistemológica sistemática. Afirmam, também, que qualquer tentativa de construir uma fundamentação metafísica para a ciência proporcionou a Galileu ampla liberdade nas respostas às questões filosóficas suscitadas por seu programa científico, proporcionando, assim, esse ecletismo filosófico que parece ser oportunista. Não raro, em alguns dos seus pronunciamentos epistemológicos, Galileu tomou uma ou outra posição tradicional, no estilo platonista ou atomista, sendo muito difícil encontrar uma unidade interna no estilo do pensamento galileano,

[...] a sua principal contribuição filosófica possui um caráter eminentemente metodológico, caracterizado, em especial, pelos dois seguintes aspectos: (1) defesa da autonomia da ciência com base na tese da suficiência de método para decidir acerca da verdade das teorias; (2) introdução do método experimental e de um novo estilo de sistematização teórica e de exposição que lhe é adequado. (MARICONDA e VASCONCELOS, 2006, p. 17).

Vale ressaltar, também, que existe uma discussão bastante acentuada, entre os historiadores da ciência e filósofos, se os experimentos galileanos aconteceram antes ou depois dos respectivos cálculos. Apesar de não ser o cerne deste trabalho, não podemos desconsiderar essa discussão, uma vez que ela pode nos levar diretamente ao âmago das discussões sobre as inter-relações entre a Física e a Matemática. Algumas características, todavia, são muito importantes para o que propomos neste trabalho e por isso são trazidas para as nossas reflexões. Teixeira (2011) nos diz que,

Segundo esta corrente, argumentações racionais bastam para que se possa extrair o verdadeiro conhecimento sobre a natureza das coisas, sem necessidade de qualquer tipo de experimentação. Um experimento poderia ter utilidade apenas para mostrar a aplicabilidade de uma teoria, mas nunca sua verdade, ou então poderia servir para facilitar o cientista a perceber a realidade, mas não aparece como uma necessidade. Ao contrário, ao trazer para o mundo vulgar das sensações, destrói a beleza e o valor do conhecimento que se produz

tão somente por esforço mental e que, por natureza, é matemático e abstrato. (TEIXEIRA, 2011, p. 56-57).

Vamos lembrar que, na antiguidade, Platão afirmava que a percepção das coisas estava muito associada ao uso da intuição que prepararia o terreno para o conhecimento da Natureza. Teixeira (2011) corrobora que Platão também acreditava que uma vez passada essa etapa inicial, as situações percebidas deveriam ser esquecidas, pois só poderiam agir contra o pensamento puro e o problema deveria passar a ser tratado de forma puramente abstrata.

Teixeira (2011) ainda nos trouxe que Koyré minimizou o papel da experiência nas etapas de descoberta e desenvolvimento das teorias de Galileu e que, portanto, se contrapõe fortemente à dominante visão empirista. Dessa forma, para ele, essa corrente filosófica vem resgatar a ideia da preponderância da razão, do pensamento puro na produção de conhecimento, subvalorizando o papel das percepções sensoriais.

Também por Teixeira (2011),

Koyré duvidou até que Galileu tivesse realizado o experimento do plano inclinado, embora este tenha sido detalhadamente descrito na terceira jornada dos Discursos. Como já foi afirmado, uma leitura fria deste trecho do mais importante livro de Galileu em nada contradiz que ele de fato tenha realizado tal experimento, mas por outro lado, também não confirma categoricamente que ele o tenha feito. E Koyré defende a segunda hipótese, dizendo que Galileu chegou às suas conclusões por obra unicamente do intelecto, da análise matemática e que não poderia ter realizado o experimento, pois a exatidão dos resultados descritos (como por exemplo, das medidas de tempo) era, em muito, superior à sensibilidade dos aparelhos que dizia ter utilizado. E, desta forma, ele usa como argumento para demonstrar a inverdade da existência de tais experimentos, a exatidão que Galileu atribuiu aos seus resultados experimentais. (TEIXEIRA, 2011, p. 57).

Alguns historiadores discordam que a lógica da obra fosse essa. Em contraposição a Koyré, Settle (1967) reconheceu que não há exatamente uma conjugação entre o aspecto epistemológico do trabalho de Galileu e seu aspecto ontológico. Fleck (2010) nos rememorou que a história registrou inúmeras experiências e observações sobre inoculações, reinoculações e condições imunológicas. Equivoca-se, no entanto, quem acredita que as experiências, por mais claras que fossem pensadas, sempre deram o resultado “certo”. O autor

ainda afirmou que as experiências eram importantes enquanto germes de um novo método, mas não tinham valor de provas.

Em sua conduta diária, Galileu utilizou-se de resultados experimentais para construir suas ideias, entretanto, o conjunto dos conhecimentos em si, obtido daquela forma, obedece a uma lógica diferenciada que é a descrita no *Discurso* (Settle, 1967).

Guicciardini (2013) nos rememorou que a revolução matemática na filosofia natural também provocou muitas críticas e resistências. De fato, muitos descobriram que os novos métodos matemáticos não eram rigorosos ou eram céticos sobre a possibilidade de aplicar os resultados obtidos pela matemática aos fenômenos naturais. Os matemáticos estavam sujeitos às críticas de experimentalistas que argumentavam que os fenômenos naturais, em toda a sua complexidade, mal poderiam ser submetidos às leis matemáticas. (GUICCIARDINI, 2013)

Segundo Teixeira (2011),

Ao perceber que o *Discurso* não constitui prova suficiente da realização dos experimentos, Settle se vale de outros documentos, como uma carta de Galileu a Sarpis de 1604 que, segundo sua interpretação, os primeiros passos seguidos por Galileu na terceira jornada, no que diz respeito à queda dos corpos, parece ter sido a descoberta experimental da proporcionalidade entre as distâncias percorridas e o quadrado dos tempos, feita através do experimento do plano inclinado. Só então, de posse deste conhecimento, é que ele parte para estabelecer uma definição de aceleração natural. Assim, para Settle, a forma e a sequência das atividades de Galileu no processo de descoberta, segue uma lógica tal que difere daquela cuja forma e sequência estão expostas na sua obra. (TEIXEIRA, 2011, p. 57).

Ainda Teixeira (2011),

Settle, em contraposição aos argumentos de Koyré, acreditava que os resultados experimentais de Galileu eram factíveis de se obter com os aparatos de que dispunha. Resolveu assim, na década de 60, reconstruir o experimento do plano inclinado, tendo todo o cuidado em ser "descuidoso", ou seja, se preocupou em reproduzir os aparatos conforme a descrição de Galileu e da forma mais rudimentar possível e, agindo desta forma, encontrou resultados muito próximos aos anunciados por Galileu. Com isto, Settle argumentou que Galileu poderia sim, ao realizar o referido experimento, ter obtido os resultados que descreveu. Assim, ele refuta os argumentos de Koyré sobre as

dificuldades técnicas, mas também não prova exatamente que Galileu, de fato, o realizou. (TEIXEIRA, 2011, p. 58).

Mas, finalmente, qual teria sido o propósito de Galileu, em supostamente, inverter aquilo que transcreveria em sua obra? A percepção da forma é marcadamente inerente ao Estilo de Pensamento. Não podemos prescindir da Experiência, apesar de não ser objetivo desta pesquisa. Fleck (2010) dizia que o conceito da experiência ganha, junto com a irracionalidade nela contida, um significado epistemológico fundamental. Para ele, qualquer descoberta empírica, portanto, pode ser concebida como complemento, desenvolvimento e transformação do estilo de pensamento. Sendo assim, de uma forma geral, refletimos que se existem dúvidas acerca dos experimentos, não pairam dúvidas sobre os precisos cálculos matemáticos, realizados pelo Galileu ou até por outros. Para Kuhn (2011),

Quando examinamos os experimentos nas tradições antiga e medieval, muitos se revelam “experimentos mentais”, construções em pensamento de possíveis situações experimentais cujo resultado pode ser previsto com tranquilidade por meio da experiência cotidiana prévia. Outros foram realizados em especial na óptica, mas para o historiador, é muito difícil, em geral, saber quando determinado experimento relatado na literatura foi mental ou real. Algumas vezes, os resultados apresentados não correspondem aos que seriam obtidos hoje ou, em outras, o aparato exigido não poderia ter sido produzido com os materiais e as técnicas existentes na época. Como consequência, temos problemas legítimos de decisão historiográfica que também afetam os estudiosos de Galileu. Não há dúvida de que ele realizou experimentos, mas destaca-se mais como o homem que levou a tradição medieval dos experimentos mentais à sua forma suprema. Infelizmente, nem sempre está claro com que aspecto ele se apresenta. (KUHN, 2011, p. 66).

Não nos surpreende a necessidade de manter-se conservada a estrutura interna de um coletivo de pensamento e que para isso seja necessário vingar algumas ações com esse fim.

Nesta perspectiva, os fatos resistentes podem ser aproveitados, sendo reinterpretados ou até mesmo descartados, àqueles casos que não detêm uma solução inicial podem ser explicados numa fase posterior e qualquer que seja o experimento tentará levar a uma confirmação e fortalecimento do referido estilo de pensamento. O caminho será sempre no sentido de demonstrar a sua

pretensão à validade, ao desenvolvimento, à estabilidade do coletivo e a tendência à persistência do estilo.

Zylbersztain (1988) dissera que Galileu é o “Herdeiro da Física Medieval” uma vez que bebeu de toda a fonte-nascedouro dos Mertonianos (que teriam bebido de outros tantos), no que condiz com a análise dos movimentos uniformes e uniformemente acelerado que eles denominavam de *motus uniformiter difformis*.

O jovem Galileu, certamente, teve acesso (se bem que não direto) aos resultados da cinemática medieval, visto que, nos seus manuscritos mais antigos, coletados sob o título de “Juvenilia”, ele menciona autores como Heytesbury, Swineshead e de Soto, entre outros. Como, entretanto, em sua obra mais madura, composta cerca de 40 anos mais tarde, Galileu não faz referência a seus predecessores medievais (o que não era obrigatório na época), fica em aberto a questão sobre até que ponto ele teria usado conscientemente aqueles resultados. (ZYLBERSZTAIN, 1988 p. 39).

Diante disso, pelo conjunto da obra, estamos vivenciando um momento único ao nos debruçarmos sobre o Discurso. Referimo-nos ao momento em que consideramos o mais institucional que se tem notícias desde a Antiguidade pois, é quando se registra um forte empreendimento matemático dos estudos da Filosofia Natural. Podemos afirmar que as ideias galileanas tornaram-se parte do seu Estilo de Pensamento, principalmente quando foi compartilhado pelos seus seguidores, tais como Vincenzo Viviani, Evangelista Torricelli, dentre outros tantos, a partir do desenvolvimento de um coletivo de pensamento.

Como podemos perceber, a fase de extensão do estilo foi promissora, duradoura e alguns fatores externos contribuíram para a amplidão das suas ideias, porém, o mais impactante teria sido o pequeno avanço das pesquisas físicas com esse enfoque mais matematizado, que se deu por cerca de 50 anos até a chegada do Sir. Isaac Newton (Newton). A influência galileana se estendeu por um longo período de tempo constituindo assim uma tênue fase de “harmonia das ilusões”, onde geralmente somente se observam fatos que atendam a teoria dominante.

Galileu não se preocupou com as causas eficientes dos fenômenos físicos e deixou esse aspecto fora de sua matemática, mas, era necessário que alguém

desse conta disto, o que veio acontecer no âmbito do desenvolvimento da dinâmica. A matemática do conceito de força, enquanto causa da mudança no estado do movimento, fez com que Isaac Newton condicionasse novas consequências epistemológicas, embora de forma implícita, como veremos nas próximas seções.

Por tudo isso, notório é compreender que a experiência na Física pode acontecer sem o devido processo de matematização, porém, se vier atrelada à matemática, produzirá um efeito cujas confiança e credibilidade são, ainda, muito maiores. Dessa forma, a Física assiste à precisão dos seus resultados sempre subordinada ao grau de perfeição atingido pelo instrumento matemático e é, portanto, esse o novo tom dado a essas inter-relações. Paty (1995) afirmou que essa precisão aparece, justamente, como a marca da implicação matemática na construção e articulação das teorias físicas. Nessa perspectiva, aproveitamos o ensejo para salientar um outro traço bastante proeminente na utilização da matemática na física que é quando a sua fecundidade parece crescer com altos graus de generalização, analogias e de obstrução como veremos mais adiante. Nessa ocasião, a Matemática almejava auxiliar a Física na construção de suas ideias e, portanto, no seu campo teórico.

3.2 Estilo de pensamento newtoniano

3.2.1 As circulações intracoletiva e intercoletiva de ideias que norteiam o coletivo

Adiante aproximadamente 50 anos, o contexto se modificou consideravelmente. As transformações ocorridas na Matemática durante o século XVII, a partir das intervenções dos métodos algébricos, deram o tom sobre a Geometria. Roque (2012) disse que, para além do pensamento mecanicista, a Revolução Científica do século XVII foi particularmente associada à expansão da Ciência experimental e a matematização da Natureza, louros esses atribuídos inicialmente ao Galileu. Estamos em um período histórico em

que a “tradução matemática galileana” foi substituída pela constituição progressiva do que denominamos, atualmente de Física-Matemática¹⁶. Nesta conjuntura, começa a se formar um outro estilo de pensamento com novas características, mas que nos transparece ter mantido um franco diálogo com o estilo de pensamento galileano.

Paty (1995) disse que a elaboração explícita de conceitos físicos, pensados agora matematicamente, sendo esta matematização concebida como inerente aos próprios conceitos, isto é, constitutiva desses, serviria para construí-los. Os conceitos físicos, agora alicerçados pela Matemática e, que muitas vezes eram concebidos para auxiliar as experiências, poderiam evadir do domínio da imaginação e desse modo proporcionar cada vez mais o firmamento do poder simbólico da mesma que funcionava por si só. Portanto, é a partir dessa ocasião que a Física passa a substituir os elementos da realidade pelos conceitos abstratos, que foram construídos com essa finalidade. Kuhn (2011) diz que a transformação das ciências-clássicas, durante a Revolução Científica, é mais corretamente imputável a novos modos de olhar velhos fenômenos do que a uma série de descobertas experimentais não antecipadas. Não sem razão, as principais teorias físicas dos séculos seguintes, até a contemporaneidade, são alicerçadas nessa perspectiva.

É nesse momento que percebemos alguns abalos no estilo de pensamento galileano - até então aceito por boa parte da comunidade acadêmica - e o surgimento de outro estilo de pensamento. Vale rememorar Fleck quando ele afirmou que as transformações nos estilos não ocorrem abruptamente. Elas acontecem após alguns membros do coletivo perceberem que a teoria dominante não responde mais claramente a algumas questões centrais daquele estilo. Esse conflito de ideias, as contradições internas, as controvérsias vão movimentar o período que antecede a ruptura, proporcionando assim a fase da transformação. Neste caso específico, não identificamos total rompimento do Estilo de Pensamento galileano em função do Estilo de Pensamento newtoniano. Tudo nos leva a concluir que houve diálogos propositivos face a circulação intercoletiva de ideias afins a esses dois estilos.

¹⁶ Denominamos de “Física-Matemática” um corpo teórico constituído nesta época, i.e., a Física que incorpora os conceitos abstratos da Matemática e que se constitui um corpo articulado.

Referimo-nos, principalmente, a esse processo de matematização da Física que era forte nos dois estilos. Vale lembrar que o tempo entre os surgimentos de ambos são de aproximadamente 50 anos, portanto, muito pouco em se tratando de consolidações e amadurecimento de ideias no Ensino de Ciências. Para Schäfer e Schnelle (2010), Fleck ponderou que,

Na transformação de um estilo de pensamento, portanto, nunca se trata de uma comparação quantitativa, de um *corpus* mais ou menos idêntico do saber. Com o deslocamento dos pressupostos, muda o saber: algo novo aparece – outra coisa, contudo, já não pode mais ser “sabida” se ela perdeu seus fundamentos através da inovação. Fleck indica qual o desenvolvimento do estilo de pensamento pode ocorrer de três modos: (1) complementação do estilo de pensamento; (2) ampliação do estilo de pensamento; (3) transformação do estilo de pensamento. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 19).

Fato é que não existem dúvidas de que ambos promoveram uma franca evolução nas inter-relações entre a Física e a Matemática, pois em se tratando de uma transformação de estilo de pensamento, parece-nos claro que o saber varia de acordo com o respectivo estilo, porém não deve tratar-se de uma comparação quantitativa e sim qualitativa. Paty (1995) informa-nos que,

A evolução histórica das relações entre a matemática e a física é epistemologicamente instrutiva. No pensamento dos antigos, tratava-se essencialmente de analogia, de referência a formas ou a estruturas ideais; com Galileu, essa relação é uma verdadeira *implicação*, no sentido que a matemática intervém, não por intermédio de um simples revestimento de uma forma ideal sobre os fatos de observação, mas é retomada pelo próprio pensamento da física na construção de uma forma teórica. (PATY, 1995, p. 234, grifo do autor).

Nesse contexto, Roque (2012) trouxe-nos reflexões importantes, uma vez que novos instrumentos, tais como a Geometria cartesiana e o Cálculo infinitesimal, foram implementados como as duas manifestações mais importantes desse período e esses fatores externos foram altamente impactantes na fomentação do novo estilo.

Convém indagar quais seriam as relações entre os seguintes eventos: o progresso da matemática pode explicar o processo de matematização da Natureza ou o ideal mecanicista explica a transformação da matemática? Para

Roque, ambos fazem parte de um mesmo movimento, pois para um pensador da época, não se tratava mais de desvendar as causas dos fenômenos naturais e sim de compreender como tais pensamentos se davam. Tal compreensão adquiriu características próprias, passando a ser a quantificação à medida e a evolução das técnicas teve um lugar importante nessa transformação (ROQUE, 2012, p. 281).

Em consonância, Vargas (1996) ponderou também que a Geometria Analítica desenvolvida por Descartes e o Cálculo Diferencial e Integral por Newton e Leibniz durante o século XVII, tornaram possível a análise matemática dos fenômenos físicos.

A partir do segundo quarto do século XVIII, a Análise Matemática¹⁷ foi instituída enquanto área, na forma de estágio inicial, com a finalidade, dentre outras, de se tornar instrumento de pesquisa dos fenômenos naturais.

Antes do advento do Cálculo Diferencial e Integral, a Matemática estudava as quantidades. Adentro do século XVIII, o estudo das curvas relacionava as quantidades geométricas, porém alguns estudiosos passaram a considerar as funções matemáticas como o seu principal objeto quando pouco importavam os critérios de demonstração instituído pelas práticas euclidianas anteriores. Segundo Roque (2012),

Equações diferenciais do mesmo tipo podiam explicar uma grande diversidade de fenômenos, garantindo a estimada unidade racional do que, só então, poderia ser chamado de “sistema de mundo”. Dessa forma, o critério para considerar uma explicação aceitável de um fenômeno físico (como o da gravitação) deixava de ser mecânico e passava a ser matemático. Se fosse possível obter uma formulação matemática de um fenômeno, ainda que não se soubesse sua causa física, devia se prosseguir na investigação por meio da equação. (ROQUE, 2012, p. 402).

Desta forma, os fenômenos naturais foram despidos pela Análise Matemática, desfrutando de suas fórmulas no afã de torná-los explicáveis. A

¹⁷ É uma subárea da Matemática que estuda conceitos relativos ao Cálculo Diferencial e Integral, as medidas, os limites, as séries infinitas e as funções analíticas.

algebra da análise fazia com que as fórmulas representassem muito menos a realidade correlata do que possibilitasse um cálculo. Segundo Roque (2012),

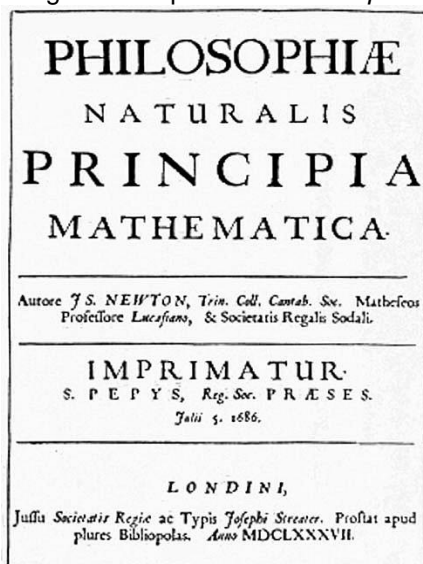
O objeto físico se transformava e explicava como um fenômeno passava a ser equivalente, em muitos casos, a descrever o mecanismo físico que o produzia. Deduzindo das fórmulas as consequências mais sutis e mais distantes dos princípios e testando-as por meio de experimentos, pode-se verificar, realmente, se uma teoria é falsa ou verdadeira. Sendo assim, o método da ciência experimental passou a se basear na matemática e na física e a experiência adquiriu o papel de mera verificação de uma teoria, ao passo que a explicação foi identificada à fórmula matemática. Essa mudança teve consequências na física do século XIX, principalmente na separação da pesquisa matemática em relação aos problemas físicos que tinham exercido um papel central no desenvolvimento do cálculo infinitesimal. (ROQUE, 2012, p. 402-403).

Esse novo cenário nos leva a compreender que a circulação intercoletiva de ideias oriundas dos diversos coletivos de pensamento anteriores auxiliou na formação do estilo de pensamento newtoniano. E isso se deve em muito à constituição e à veiculação da obra *Philosophiae naturalis principia mathematica* ou Princípios Matemáticos de Filosofia Natural, do Sir. Isaac Newton, em 1687 (a seguir, utilizaremos o termo *principias* com fins de simplificação). A circulação intracoletiva de ideias foi centrada nas entrelinhas dessa obra que é considerada por muitos especialistas a principal e mais importante publicação científica de todos os tempos. Newton trouxe um relato detalhado sobre a Mecânica, usando um sistema matemático bastante peculiar. Uma vez compreendida e estabelecida, ao longo dos séculos subsequentes, essa obra foi bastante utilizada por outros teóricos de renome que, por vezes, foram denominados de “pós-newtonianos”, alicerçando, assim, velhas e novas reflexões das suas concepções epistemológicas e ontológicas.

3.2.2 Instauração e extensão do estilo de pensamento newtoniano

A instauração do Estilo de Pensamento newtoniano nesta ocasião se deu na forma de continuidade com fins de sistematização, pois a ruptura epistemológica travada por Galileu havia gerado bons frutos. Tratava-se da primeira obra de fato consistente de propósitos que tinha como finalidade sistematizar a Física clássica, a partir de uma articulação matemática bastante rigorosa, sob a perspectiva de conjunto, isto é, sintetizando a Mecânica (física terrestre) com a Astronomia (física dos céus) e alcançando o patamar de Ciência teórica e empírica, numa visão mais moderna. Referimo-nos aos *Principias*.

Figura 2: Capa do livro *Principias*



Fonte: Google Images¹⁸

Justificamos a escolha dessa obra, fazendo jus ao que Kuhn (2011) nos rememorou,

Educado na época do apogeu do baconianismo britânico, Newton participou de ambas as tradições de maneira inequívoca. Todavia, como enfatizou I. B. Cohen há duas décadas, o resultado foi duas linhas distintas de influência newtoniana, uma delas descende de seus *Principia*, a outra, da *Óptica*. Essa interpretação ganha um significado especial quando se observa que, embora os *Principia* se encontrem inteiramente na tradição clássica, a *Óptica* definitivamente não se situa de maneira inequívoca na baconiana. (KUHN, 2011, p. 73-74, grifo do autor).

¹⁸ <http://www.kingscollections.org>

Os propósitos de Newton no labor da sua principal obra ocasionaram uma análise física do movimento até então nunca vista, trazendo a sua capacidade de reduzir situações físicas altamente complexas à simplicidade matemática. Para Cohen e Westfall (2002), essa ligação íntima entre a matemática pura e a física do movimento é um traço característico dos *Principias* de Newton onde alguns aspectos da filosofia natural são reduzidos a princípios matemáticos, desenvolvidos como exercícios de matemática e, por último, novamente aplicados a problemas físicos. Nessa obra, a visão de mundo newtoniana encontra-se muito clara.

Fitas (2011) nos rememorou que Newton foi audacioso ao beber de boas fontes, pois nos diversos “*Cadernos de Notas*” do seu tempo de estudante, que se conservam na Biblioteca de Cambridge, ele nos ofereceu uma ideia do percurso das suas reflexões. Ainda segundo o mesmo autor, Newton contactou com os trabalhos de Kepler e de Euclides, leu os Diálogos de Galileu bem como a Geometria e os Princípios de Descartes, estudou a *Arithmetica Infinitorum*, de John Wallis, anotou os trabalhos de Boyle e Hooke. Hawking (2005) corroborou afirmando que Newton combinou as contribuições científicas de Copérnico, Galileu, Kepler e de outros, numa nova sinfonia dinâmica. Kuhn (2011) coadunou que,

Nas ciências clássicas, os movimentos herméticos promoveram algumas vezes o *status* da matemática, encorajaram as tentativas de encontrar regularidades matemáticas na natureza e, vez ou outra, aceitaram as formas matemáticas assim descobertas como causas formais, o término da cadeia causal. Tanto Galileu como Kepler são exemplos do papel ontológico crescente da matemática, e este último exhibe ainda outra influência hermética mais oculta. De Kepler e Gilbert a Newton, ainda que de forma mais atenuada no fim, as simpatias e antipatias naturais dominantes no pensamento hermético ajudaram a preencher o vazio criado pelo colapso das esferas aristotélicas, que até então mantinham os planetas em suas órbitas. (KUHN, 2011, p. 77, grifo do autor).

Ficou evidente então que Newton foi influenciado por diversas fontes e que cada uma delas delineou parte do Estilo de Pensamento newtoniano. Heilbron (2015) reafirmou também que muitos desses renomados influenciaram o caminhar de Newton, inclusive, o próprio Galileu,

A glória de Newton foi cumprir, em seu *Principia* de 1687, a esperança de geometrizar a gravitação de Galileu. Os ingredientes de sua solução foi a primeira lei de movimento de Descartes (o princípio de inércia), as regras de Galileu de queda livre e, a composição das velocidades e a prescrição de Kepler de que um planeta se move ao longo da órbita de modo que a linha que une ao Sol varre a igualdade de áreas na elipse em tempos iguais. [...] ele descobriu que, se o centro atraente está no foco da elipse, a força da aceleração declina inversamente como o quadrado da distância entre o Sol e o planeta. (HEILBRON, 2015, p. 107-108).

Para compreender o nascimento da Ciência não imagináramos ser feito apenas no âmbito do procedimento experimental, pois seria necessário algo a mais. Apesar de muitas obras com uma vasta variedade de temas, nos *Principias*, Newton se preocupou muito em reunir conceitos, teoremas, fenômenos articulados pelas leis matemáticas. Efetivamente, ao que nos parece, a Matemática fez toda a diferença nessa ocasião. Segundo Cohen e Westfall (2002),

Nos *Principias*, a ciência do movimento é desenvolvida de um modo que caracterizei como o estilo newtoniano. Veremos que esse estilo consiste em uma interação entre a simplificação e a idealização de situações que ocorrem na natureza e seus análogos no campo da matemática. Com isso, Newton conseguiu produzir um sistema matemático e princípios matemáticos que puderam então ser aplicados à filosofia natural, isto é, ao sistema do mundo e a suas regras e dados, tal como determinado pela experiência. Esse estilo permitiu que Newton tratasse problemas das ciências exatas como se fossem exercícios de matemática pura, e ligasse a experimentação e a observação à matemática de maneira singularmente fecunda. (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 171, grifo do autor).

Eis os fundamentos do Estilo de Pensamento newtoniano.

Pires (2011) salientou que, de início, o movimento era descrito matematicamente e as suas conclusões testadas por experimentos realizados com essa ambígua finalidade. No passado próximo, o Bacon não teria levado os créditos de um grande cientista justamente por não ter ajustado muito bem essa ambiguidade, isto é, compreendia a razão de ser do método empírico, mas, não matematizava. Newton, então, reuniu as ideias do método empírico de Bacon com a proposta de racionalidade do Descartes. Segundo Heilbron (2015) o título que Newton deu a sua obra-prima reflete justamente a inspiração que ele obteve do trabalho de seu antecessor e a principal culpa que Newton encontrou em

Descartes. Considerando que o *Principia Philosophiae*, de Descartes tratou a Física aristotélica como fundamento de toda sua filosofia, os Principias de Newton foram fiéis ao que considerava enquanto elementos cruciais de uma física-matemática.

É nessa perspectiva que se desenvolve a extensão do estilo de pensamento newtoniano, pois o firmamento da teoria dominante consolida-se, paulatinamente, e o processo de matematização vai tomando contornos adequados.

Cohen e Westfall (2002) afirmaram que Newton retratou os dois casos principais da Natureza matematicamente,

A proeza de Newton nos *Principias*, a meu ver, deveu-se a sua extraordinária capacidade de matematizar a ciência empírica ou física. A matemática serviu, ao mesmo tempo, para disciplinar sua imaginação criativa, com isso aguçando ou concentrando sua produtividade, e para dotar essa imaginação criativa de novos poderes singulares. Por exemplo, foi a ampliação da capacidade intelectual de Newton pela matemática, e não meramente algum tipo de discernimento físico ou filosófico, que lhe permitiu descobrir o significado de cada uma das leis de Kepler e mostrar a relação entre a lei da área e a lei da inércia. O poder da matemática também pode ser visto na análise newtoniana da atração de uma esfera homogênea. Newton prova que, se a força varia diretamente com a distância ou inversamente ao quadrado da distância, a ação gravitacional da esfera será a mesma como se toda a massa da esfera estivesse concentrada no centro geométrico. (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 172, grifo do autor).

Dessa forma, as mudanças surgiram não apenas pelas novas observações em si, mas pelo que se passava nos modelos mentais de quem pensava Ciência. Vejamos o que diz o próprio Newton, de forma muito objetiva, no prefácio da primeira edição dos Principias,

[...] ofereço esta obra como os princípios matemáticos da filosofia, pois todo o tema da filosofia parece consistir no seguinte – dos fenômenos do movimento investigar as forças da natureza e, então, destas forças demonstrar os outros fenômenos; e com esse propósito são apresentadas as proposições gerais do primeiro e segundo livros. No terceiro livro dou um exemplo disto na explicação do Sistema do Mundo; pois, pelas proposições matematicamente demonstradas no primeiro livro, no terceiro eu derivo dos fenômenos celestes a força da gravidade através da qual os corpos são atraídos para o Sol e para

diversos planetas. Então destas forças, usando outras proposições matemáticas, deduzo o movimento dos planetas, dos cometas, da lua e do mar [...] (NEWTON, 1953).

Para tanto, o método newtoniano combinava as deduções matemáticas com as induções extraídas dos resultados experimentais ou das observações.

Para Pires (2011), Newton foi o primeiro a dar uma formulação completa das leis da Mecânica e transpô-las em leis universais que pudessem ser expressas através de fórmulas matemáticas as quais se harmonizavam com a Natureza e as regras empíricas anteriores seriam consequências lógicas.

Nesse sentido Cohen e Westfall (2002) coadunou que

Um traço destacado do pensamento científico de Newton é a estreita interação da matemática com a ciência física. É sem dúvida uma marca de sua extraordinária genialidade que ele tenha podido exercer tamanho engenho para imaginar e projetar experimentos, executá-los e extrair deles a sua significação teórica. Ele também demonstrou uma imaginação fértil ao especular sobre a natureza da matéria (inclusive sua estrutura, as forças que ela poderia congrega e as causas das interações entre os tipos de matéria) e em suas investigações em alquimia. (COHEN e WESTAFLL, 2002, p. 171-172).

Newton – um homem além do seu tempo – potencializou cada vez mais o seu estilo de pensamento que mais adiante compreenderemos ter influenciando o Ensino de Ciências de todo o mundo.

Como disse no seu prefácio, resumidamente, a obra Principias foi composta de três (03) livros precedidos de uma longa introdução. Na introdução, estabeleceram-se as bases do sistema matemático - que são o geométrico e as definições, os axiomas e os corolários que servem de base para toda a obra. No livro I e II, Newton apresentou os fundamentos básicos do movimento. Especificamente no livro I, denominado de “Sobre o Movimento dos Corpos”, Newton reconheceu as três leis de Kepler que descrevem o movimento dos planetas em torno do Sol, ampliou-as em entendimento e, em seguida, estabeleceu as suas três próprias leis, além da força responsável pelo movimento celeste. No livro II, denominado de “O Movimento dos Corpos” (em meios resistentes), Newton encontrou as leis que governam a ação dos fluídos

sobre o movimento dos corpos no seu interior, abrindo espaço para revelar todo o seu engendramento matemático. No livro III, denominado bem mais tarde de “Tratado de Sistema de Mundo”, aplicou esses princípios anteriores ao movimento dos planetas, cometas, lua e marés (fenômenos), através de um tratamento mais matematizado.

Segundo Cohen e Westfall (2002),

O objetivo newtoniano nos *Principia* foi mostrar que “os princípios matemáticos” ou abstratos dos dois primeiros livros podiam ser aplicados ao mundo revelado pelos fenômenos, tarefa a que ele se dedicou no terceiro livro. Fazer isso, depois de Galileu, Kepler, Descartes e Huygens, não era revolucionário em si, embora o alcance dos *Principia* e o grau de aplicação confirmada bem possam ser designados dessa maneira e, portanto, constituir uma parte integrante da Revolução Newtoniana na ciência. (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 165, grifo do autor).

Como dissemos anteriormente, o livro III é que institucionalizou os propósitos newtonianos de uma Física mais sistematizada matematicamente.

Para Fitas (2011), os Principias seria o primeiro livro sobre Física teórica considerado o mais importante trabalho na História das Ciências. Para Heilbron (2015), porém, existiram controversas relevantes sobre o questionamento da obra.

O revisor do Journal des Sçavans disse que infelizmente os *principias* não era física! O mesmo se inclinou para a filosofia de Descartes. Como Newton reconheceu, ele não atribuiu uma causa física à gravitação, mas teve como recurso uma ficção matemática, uma ação imediata à distância. Do ponto de vista cartesiano, ele se reformulou. Ou ele reintroduziu causas ocultas com os quais as escolas evitaram dar explicações ou levando no valor nominal, ele escreveu meramente descritivamente os observáveis como acelerações, que ele teria usado o antigo esquema de separação da matemática da física quando as coisas ficam difíceis de explicar. (HEILBRON, 2015, p. 109-110, grifo nosso).

Nesse contexto, Newton respondeu no mesmo tom à crítica recebida. Preparou um escólio para a segunda edição, de 1713, onde declarou que o Universo não é o trabalho de um mecânico ausente, mas procedeu "do conselho

e do domínio de um Ser inteligente e poderoso ... eterno, infinito, absolutamente perfeito".

Sobre isso Cohen e Westfall (2002) ponderaram que,

O estilo newtoniano permitiu que Newton explorasse as propriedades de forças como a gravitação universal do ponto de vista da matemática, em vez da física. Sem se deixar inibir por considerações filosóficas, ele pôde desenvolver as leis da ação de uma força semelhante à gravitação em um análogo matemático do mundo da natureza. Nesse processo, pôde deixar de lado (momentaneamente) qualquer preocupação arraigada sobre como essas forças poderiam agir. Em documentos particulares, entretanto, e em suas muitas tentativas de explicar como era possível a ação da gravitação, ele apelaria para todos os campos inter-relacionados de suas crenças, dando o devido peso às questões mais amplas de natureza filosófica. No livro III dos *Principia*, ele passou dos constructos matemáticos para conceitos físicos e forneceu provas da existência de uma força de gravitação universal que agiria de acordo com as leis que ele havia descoberto. Assim, o constructo matemático do estilo newtoniano revelou-se um análogo próximo do Universo físico. O problema, portanto, era como explicar a ação dessa força. (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 179, grifo do autor).

Newton compreendeu que essa era a melhor forma de explicar um dado fenômeno natural. Para ele, era necessário incluir a Matemática na elucidação do referido fenômeno, inclusive, muitas vezes, ela substituía a explicação física quando essa não conseguia dar uma resposta condizente.

Segundo Heilbron (2015), para pessoas como ele, que se preocuparam com o fato de seu sistema não oferecer o suficiente emprego para Deus - atribuindo ao Criador a tarefa de empurrar os planetas de vez em quando, com fins de garantir que eles não caíssem dentro do Sol - Newton passou a apontar uma epistemologia cuidadosamente elaborada dos principias contra cétricos e físicos que se opuseram a métodos que ele alegou ser livre de hipóteses.

Cohen e Westfall (2002) nos afirmaram que,

A argumentação matemática de Newton não mostra, é claro, que no movimento orbital dos planetas ou dos satélites planetários esses corpos sofram a ação de uma força física; Newton mostra apenas que, dentro do arcabouço conceptual das forças e da lei da inércia, as forças que agem sobre os planetas e satélites devem ser dirigidas para um centro e devem também variar em proporção inversa ao quadrado da distância. Mas, na hierarquia da explicação causal, o resultado

newtoniano acaba nos orientando para a busca das possíveis propriedades físicas e do modo de ação dessa força, dirigida para o centro, que varia com o inverso do quadrado da distância. No modo de análise newtoniano, o importante é que não há necessidade de especificar, nessa primeira etapa da análise, de que tipo de força se trata nem de que modo ela age. Contudo, o objetivo último de Newton era, através de uma modalidade diferente de análise, avançar das propriedades matemáticas para as propriedades físicas das causas (ou forças); por isso, ele estava primordialmente interessado nas “*verae causae*” – nas causas, como dizia, que são “verdadeiras e suficientes para explicar os fenômenos”. (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 170, grifo do autor).

Tudo nos leva ao entendimento de que para Newton a Matemática tinha funcionalidade específica no corpo das teorias físicas, trazendo assim equivalência a um conjunto de condições causais. Ele soube, como ninguém, separar os problemas em seus aspectos matemáticos e físicos, o que certamente lhe permitiu conseguir bons resultados na sua obra e confundir seus críticos e intérpretes, desde aquela época. Para além disso, ele oportunizou que não fossem discutidas, pelo menos na fase inicial, a realidade física dessas condições, o que compôs parte do seu estilo de interpretação dos fenômenos naturais.

O então problema da “causa da gravitação universal” foi relegada secundariamente, isto é, não implicaria que Newton acreditasse completamente na atração enquanto entidade física real, pois ele apenas deixava de lado qualquer consideração desse quilate quando estava a elaborar as consequências matemáticas da referida força.

Existem também muitas outras controversas a respeito de qual Matemática teria levado Newton a sua obra. Roque (2012) diria que a Geometria dita “sintética¹⁹” ou de “limites” era o que se apresentava, porém para alguns historiadores ele teria se utilizado do Cálculo Diferencial e Integral de Leibniz (equivalente ao seu Cálculo dos Fluxões) e, imediatamente a seguir, substituído novamente pela referida Geometria. As ideias mais centrais do Cálculo Diferencial e Integral não teriam se originado unicamente do campo mais interno da Matemática e sim, também, de discussões pertinentes ao terreno da Filosofia e da Física. Pires (2011) disse que,

¹⁹ Geometria que pode ser construída axiomáticamente, a partir de um sistema axiomático, com tratamento lógico-dedutivo.

Alguns historiadores afirmam que, ao escrever os *principias*, Newton chegou a muitos de seus resultados usando o cálculo e depois os substituiu (quando possível) por demonstrações geométricas. O cálculo era uma técnica nova e ele queria dar ao seu trabalho uma forma que achava mais rigorosa. No entanto, outros comentam que isto não é verdade, pois todos os manuscritos de Newton mostram que ele usou o método tradicional desde o início. Mas o método matemático que ele usou vai além da Geometria Euclidiana em dois aspectos: a presença de movimento e o uso do “infinitamente pequeno”. A grande inovação consistia em estudar no que se tornavam certas relações de proporcionalidade, em uma figura geométrica, quando certos elementos tendiam para posições limites ou ficavam infinitamente pequenos. (PIRES, 2011, p. 191).

Esses "princípios matemáticos" estavam na verdade mais relacionados a uma concepção geral da Geometria (geometria sintética) ao invés da analítica, embora sua "geometria de limites" - através das quais formulou os problemas de Mecânica e Astronomia e obteve seus resultados - tenha sido conceitualmente equivalente ao Cálculo de Fluxões que elaborara em Matemática. Essa diferença pode estar relacionada a sua concepção da matemática na mecânica e das leis da física. Para Cohen e Westfall (2002), Newton não apenas expôs um meio poderoso de aplicar a matemática à Natureza, como também se serviu de uma nova matemática, que ele mesmo vinha forjando e que talvez se oculte do observador superficial por trás da máscara externa do que parece ser um exemplo de geometria no estilo grego tradicional.

O Estilo de Pensamento newtoniano demarcou um processo sistematizado de matematização que se configurou em mais uma institucionalização de razão filosófica, indicado por um alto grau de formalismo não identificado, até então em outras obras. Cohen e Westfall (2002) afirmaram que,

Os “princípios da filosofia natural” que Isaac Newton expôs e elaborou em seus *Principia* são “princípios matemáticos”. Sua investigação das propriedades de vários movimentos em determinadas condições de força baseou-se na matemática, e não na experimentação e na indução. O que não é muito sabido é que seus ensaios de matemática pura (geometria analítica e cálculo) tendem, muitas vezes, a revestir-se da linguagem e dos princípios da física do movimento. Esse entrelaçamento da dinâmica e da matemática pura também é um traço característico da ciência do *Principia*. Veremos que Newton revelou-se um empirista matemático, a ponto de acreditar que os postulados fundamentais e os resultados finais da análise matemática baseada nesses postulados poderiam ser compatíveis com o mundo real ou

externo, tal como revelado pela experimentação e pela observação crítica ou precisa. Mas sua meta foi atingida por uma espécie de elaboração que ele declarou explicitamente estar no plano do discurso matemático, e não do discurso físico, e que corresponde ao que hoje chamaríamos de exploração das consequências de um constructo matemático, ou de um sistema matemático abstraído da natureza, mas análogo a ela". (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 172, grifo do autor).

Tudo nos leva a concluir que existia uma estreita ligação entre a tendência de Newton de ponderar a matemática pura, em termos idênticos aos que surgem na física do movimento e a sua percepção e destreza para utilizar a matemática pura, na resolução de problemas que envolviam o movimento físico. Ele simplificou e também idealizou sistemas oriundos da Natureza, criou mentalmente sistemas paralelos ou análogos concomitantemente na matemática.

As condições físicas do referido sistema tornaram-se regras ou proposições matemáticas, permitindo assim que as suas consequências pudessem ser deduzidas através da aplicação de técnicas matemáticas. Isso nos remete ao fato de que as analogias adentro do corpo das teorias físicas podem promover uma articulação interna, uma vez que o seu sistema matemático reproduz o sistema físico idealizado, as regras ou proposições matematicamente derivadas de um deles. Podem também, serem retroalimentadas entre si, serem comparadas e contrastadas com os dados da experimentação e da observação tais como as leis, regras e proporções da experiência extraídas desses referidos dados.

Para Cohen e Westfall (2002),

É característico do estilo newtoniano que a matemática, e não uma série de experimentos, tenha levado a um conhecimento profundo do Universo e de seu funcionamento. É claro que foram usados dados experimentais e de observação para determinar as condições iniciais da investigação, os aspectos que produziram os princípios matemáticos aplicados à filosofia natural. Newton também estava ciente de que o sucesso da eventual filosofia natural (ou do sistema do mundo) teria que se apoiar, em última instância, na exatidão ou na validade dos dados empíricos a partir dos quais ela fora construída. Além disso, o teste do resultado final seriam, necessariamente, o grau e a extensão da capacidade de prever e de enunciar retrospectivamente os fenômenos observados, ou "regras" fenomenologicamente determinadas. (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 180).

Por tudo isso, foi conveniente nos debruçarmos na obra, *Principias*, pois foi certamente através dela que se deram novos direcionamentos de rota da Filosofia Natural ao encontro da Matemática. Gingras (2001) afirmou que Newton iniciou ou pelo menos acelerou uma série de consequências sociais, epistemológicas e até ontológicas que ao longo do século redefiniu a prática legítima da própria Física.

A circulação intercoletiva de ideias oriundas do margeamento dos diversos coletivos de pensamento e a circulação intracoletiva de ideias que foi centrada nas entrelinhas dos *Principias* foram deveras cruciais no processo de fomentação do estilo e coletivo de pensamento newtoniano. A referida obra foi considerada por muitos especialistas a principal e mais importante publicação científica de todos os tempos. No que diz respeito aos fatores externos, percebeu-se que nenhuma outra obra, nesse período, se contrapôs fortemente às fundamentações das inter-relações entre a Física e a Matemática, trazidas por Newton. A fase de “harmonia das ilusões” se iniciou a partir das diversas traduções e interpretações dessa obra, inclusive as francesas e, ao que nos parece, permaneceram em perfeita sintonia com as ideias dominantes que se perpetuaram por um longo período de tempo.

O que podemos perceber a partir dos fatos históricos trazidos neste capítulo foi que a emergência de complicações identificadas nos estilos de pensamento galileano e newtoniano deflagraram o novo estilo que denominaremos neste trabalho de francês.

Capítulo 4 - As dimensões da escola francesa

4.1 O estilo de pensamento francês

4.1.1 A “ruptura” com os estilos de pensamento galileano e newtoniano

A “ruptura” de estilos de pensamentos devem-se, inicialmente, a partir de grandes mudanças. Referimo-nos às descobertas significativas originárias de épocas conturbadas socialmente. Esse referido abalo geralmente advém de controversas, conflitos de opiniões que geram debates, altas contradições por falta de clareza, percepção e por ausência de formas e sentidos. Tudo isso pode gerar o levantamento de um novo estilo. Percebemos que existirá um cenário altamente promissor para o ordenamento desse contexto, pois o novo estilo assumirá institucionalmente aquilo que os anteriores não assumiram. Fleck (2010),

[...] querendo ou não, não conseguimos deixar para trás o passado – com todos os seus erros. Ele continua vivo nos conceitos herdados, nas abordagens de problemas, nas doutrinas das escolas, na vida cotidiana, na linguagem e nas instituições. Não existe geração espontânea dos conceitos; eles são, por assim dizer, determinados pelos seus ancestrais. O passado é muito perigoso, isto é, só é perigoso quando os vínculos com ele permanecem inconscientes e desconhecidos. (FLECK, 2010, p. 61-62).

A partir da segunda metade do século XVIII, podemos afirmar que a Análise Matemática - que teve seus fundamentos estabelecidos nessa ocasião - colocou-se como instrumento a serviço dos fenômenos naturais. O processo de matematização da Natureza instaurou-se no seio da Física implementando os anseios da Mecânica desde Galileu e Descartes.

Os principais contribuidores para esse processo no século XVIII foram denominados de “pós-newtonianos”²⁰. Desta forma, as transformações dos

²⁰ Neste trabalho, assumimos que o termo “pós-newtonianos” não se vincula, necessariamente, com aqueles que seguiram propriamente Newton e suas respectivas crenças na totalidade, mas,

estilos de pensamento galileano e newtoniano proporcionaram um novo estilo de pensamento que passou a permear os espaços escolares e acadêmicos, trazendo consigo as novas interpretações das inter-relações entre a Física e a Matemática e esses tais pós-newtonianos, foram os principais responsáveis pela vinculação desse novo coletivo de pensamento. É necessário, portanto, entender as causas e os efeitos dessas transformações que desembocaram inicialmente no sistema de ensino francês.

A mecânica newtoniana não foi imediatamente aceita no continente europeu. Segundo Ponczek (2015),

[...] já nas primeiras décadas do século XVIII, a resistência à teoria newtoniana praticamente cessara, sendo esta aceita unanimemente como a descrição correta de todos os fenômenos mecânicos conhecidos. A Física newtoniana previa corretamente desde as trajetórias dos cometas às marés, e até a França, reduto do cartesianismo, teve que render-se à evidência dos fatos. Assim os físicos-matemáticos (já se podia empregar este termo) do século XVIII, a maioria deles franceses, passaram a aprimorar os conceitos e os formalismos da Mecânica clássica. (PONCZEK, 2015, p. 115).

Tudo nos conduz a concluir que, frente ao movimento de urgência nas resoluções de problemas de origem físico-matemática, a discussão filosófica que existia entre os cartesianos e os newtonianos ficava relegada ao segundo plano. Para Roque (2012), a teoria newtoniana sobre a forma da Terra ganhou popularidade, na França nos anos 1730, e as discussões a esse respeito moldaram a física-matemática francesa. Ao passo que os debates sobre o princípio da mínima ação, influenciados por Leibniz, eram avassaladores nos anos de 1730-1740, envolvendo as contribuições de Maupertuis e D'Alembert.

Também Roque (2012) antecipou que,

A visão sobre a física implicava que as variáveis e os coeficientes descritos pelas funções se relacionavam de modo vago com a realidade das leis da natureza. Para Buffon, o uso da análise tornava os princípios físicos opacos ao entendimento. Uma equação como a da queda livre, era uma imagem direta da lei natural que rege esse fenômeno, ou seja, exprimia sua causa física. No entanto, as séries

predominantemente, com aqueles que vieram a interpor suas ideias sobre a Ciência, após o período de vida e obra de Newton.

infinitas, principal ferramenta do cálculo, não podiam ser compreendidas como uma soma de causas físicas, o que foi criticado por Buffon em um intenso debate com Clairaut. (ROQUE, 2012, p. 397-398).

Desta forma, ao longo da segunda metade do século XVIII, foi se formando uma comunidade de estudiosos, predominantemente franceses, que discutiam pesquisas cujo pertencimento margeavam os conteúdos da física-matemática. Os principais nomes foram Euler, Clairaut, Laplace, Lagrange, Legendre, D'Alembert, Diderot, Maupertuis, Fourier, Jacques e Jean Bernoulli, dentre outros. Esses estudiosos perceberam que vários fenômenos naturais podiam ser representados por equações diferenciais e que o tratamento delas tomava o lugar da devida explicação física e que, portanto, das eloquentes categorizações metafísicas que ora se esvaíam.

Conforme aventamos anteriormente, as células sociais (coletivo de pensamento) e as circulações de ideias vão se formando e desenvolvendo,

O aspecto das rupturas revolucionárias, no entanto, não chega a ocupar uma posição central. Fleck tem como tema preferido as complementações e os desenvolvimentos dos estilos de pensamento, nos quais a revolução das ciências se torna apreensível. Deve-se diferenciar fases características: a época "clássica" de uma teoria, "na qual apenas aqueles fatos que são percebidos se enquadram com exatidão", e a época das "complicações", quando se toma consciência das exceções. Dessa maneira, Fleck procura "constatar lógicas históricas próprias no destino das ideias". Assim, o convencionalismo teórico-científico passa a ser significativamente restringido por meio da consideração do "condicionamento cultural e histórico da suposta escolha epistemológica". (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 22).

Qualquer teoria do conhecimento que não levar a sério esse condicionamento social não é confiável, porém a teoria fleckiana nos dá bons subsídios para interpretar as transformações ocorridas nesse período.

Para Roque (2012), na segunda metade do século XVIII, a elaboração da Mecânica Analítica que tinha como base a Análise Matemática transformou a física-matemática de um saber geométrico em um saber analítico. Esse seria um dos principais motivos para a ruptura com os estilos tratados anteriormente e, portanto, promoção da transformação em curso. Vale lembrar que Fleck (1986) destacou a dependência histórica entre estilos de pensamento subsequentes. O

novo estilo de pensamento contém vestígios que decorrem do desenvolvimento histórico de muitos elementos de outros estilos. Segundo Schäfer e Schnelle (2010),

Fleck parece haver sido o primeiro a reconhecer e avaliar a importância da formação de jovens cientistas para a análise da *estrutura* da comunidade de pesquisadores. Por meio da introdução numa área de trabalho, fica mais fácil averiguar o funcionamento de um estilo de pensamento: participação e identidade, maneira de trabalhar e colocação do problema, equipamento teórico e aplicação experimental se formam ou são adquiridos na fase concreta da formação, quando se demonstram e se imitam processos exemplares. Fleck compreende os livros didáticos, encarregados da iniciação numa área, como uma verdadeira instituição do coletivo de pesquisadores e dedica devida atenção à sua análise. Paralelamente, trata-se de analisar a aquisição daquela experiência prática que acaba garantindo a participação propriamente dita no coletivo. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 23-24, grifo do autor).

Uma das “atribuições” do coletivo de pensamento é fazer com que os pensamentos circulem de indivíduo a indivíduo. É certo que haverá muitas modificações do conteúdo original, uma vez que todos os pares fazem as mais diversas associações. Nessa perspectiva, o pensamento não pertence a um só indivíduo e sim a um coletivo de pessoas. Para Fleck (2010), o pensamento peregrina pela comunidade sendo lapidado, modificado, reforçado ou suavizado. Além disso, influenciam outros conhecimentos, conceituações, opiniões e hábitos de pensar. Não à toa, os estilos de pensamentos galileano e newtoniano sofreram transformações, inclusive, auxiliando o estilo do pensamento francês, dando-lhe forma.

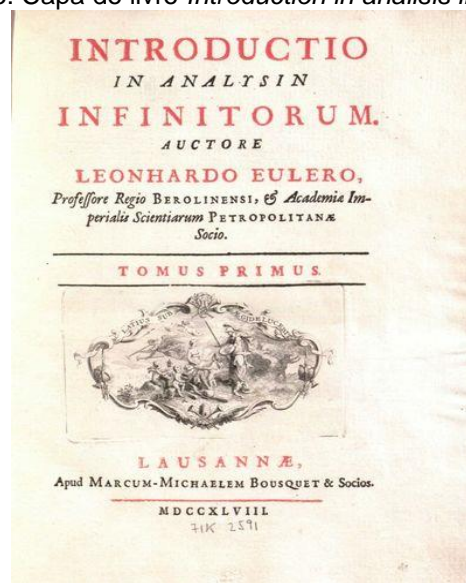
A individualidade e o isolamento geram a falta de capacidade de articular algum problema que alce conhecimento. Sobre isso, Fleck disse que o conhecimento somente ganha significado se for empreendido pelo coletivo de pensamento.

Não se pretende dizer que o indivíduo não teria importância como fator do conhecimento. Sua fisiologia sensorial e sua psicologia certamente são muito importantes, mas somente o estudo da comunidade de pensamento confere estabilidade à teoria do conhecimento. Permitam-me uma comparação um tanto trivial: o indivíduo pode ser comparado a um jogador de futebol, o coletivo de pensamento ao time treinado para colaborar e o conhecimento ao andamento do jogo. Será que esse andamento só pode ser analisado a partir de cada chute individual? Perder-se-ia todo o sentido do jogo! (FLECK, 2010, p. 88).

Desta forma, ao termos duas ou mais pessoas trocando ideias, faremos jus a um novo conhecimento.

No que concerne às obras franceses de destaque que colaboraram para o desenvolvimento da Mecânica Analítica e, portanto, da circulação de ideias de ordem intracoletiva, escolhemos alguns momentos que foram reconhecidos em obras da época, tais como, a *Introduction in analisis infinitorum*, de Leonard Euler, disponível em 1748, aliás, obra em que foi introduzida pela primeira vez o conceito de função matemática.

Figura 3: Capa do livro *Introduction in analisis infinitorum*



Fonte: Google Images²¹

Ao que nos parece, Euler pretendia se restringir à Análise pura sem se ater às figuras geométricas com fins de explicar as propensas regras de cálculo. Também pretendia unificar a matemática com base na álgebra, que até então não era utilizada como uma linguagem para representar objetos matemáticos. Segundo Roque (2012), para Euler, a Álgebra permitia uma definição interna desses objetos. As quantidades podiam ser tidas como abstratas e não demandavam considerações sobre sua natureza específica (como número ou

²¹ <http://www.theeuropeanlibrary.org/exhibition-reading-europe/detail.html?id=109013>

grandezas). Desta forma, o que importou de fato foram as suas relações operacionais com outras quantidades semelhantes dadas por funções.

Vargas (1996) concordou ressaltando que,

Com essas funções e com a inclusão de infinitesimais, derivadas e integrais, aliás com a notação de Leibniz e não a de Newton, é que se tornou possível para os matemáticos do século XVIII escreverem equações matemáticas as quais, na verdade, serviam de modelos dos fenômenos físicos e, resolvendo-as, chegaram a soluções que descreviam fenômenos particulares relacionados com a teoria matemática. (VARGAS, 1996, p. 257).

Euler caracteriza-se como um pioneiro e desbravador desse novo movimento. Ele tornou-se um dos estudiosos mais profícuos do seu tempo se esmerando nas diversas áreas afins à Física e Matemática.

Ponczek (2015) incrementou afirmando que Euler,

Estendeu também toda a sua genialidade aos problemas da Física-Matemática, Ótica, Acústica e Astronomia estudando o movimento lunar, os eclipses e movimento relativo dos astros. Dentre muitas de suas contribuições, aprofundou na Mecânica o cálculo das composições de diversos movimentos simultâneos, o qual denominou de “adição geométrica” de forças e velocidades e que hoje denominamos de cálculo vetorial. Deve-se também a Euler a introdução de três coordenadas angulares, denominadas de “ângulos de Euler”, para melhor descrever a orientação espacial de um corpo sólido em relação ao seu centro de gravidade. (PONCZEK, 2015, p. 117).

Percebemos, assim, um firmamento em termos de linguagem dentro do círculo de especialistas e esta comunicação tem vida própria. Sobre isso, Schäfer e Schnelle (2010) disse que Fleck,

Reconhece a importância da linguagem enquanto instituição que não apenas possibilita, por meio de sua compreensão, a comunicabilidade e, assim, a reproduzibilidade do conhecimento científico, mas que também assumiu, por meio do “mal-entendido” (= deslocamento do significado), presente em qualquer comunicação, uma função positiva para o desenvolvimento das ciências a linguagem ideal dos empiristas lógicos deveria justamente evitar deslocamentos de sentido. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 28).

Nesse sentido, a linguagem bem colocada adentro do coletivo aproxima seus pares e proporciona a sua potencialização. São as obras que proporcionam tudo isso. São elas que vão fomentar o que Fleck chamaria de “harmonia das ilusões” adentro do Estilo de Pensamento francês.

Paty (2003) disse que com a chegada dos pós-newtonianos, toda a conjuntura anterior foi modificada, passando a existir uma nova releitura de mundo. Vejamos,

Mas a física depois, embora tenha sido baseada na dinâmica newtoniana, significava de maneira diferente a legitimidade de ser matemática, e essa divergência pode ser visto já nas obras do século XVIII, com os "Geometras", como Leonhard Euler, Alexis Clairaut e Jean le Rond d'Alembert (e mais tarde, Joseph-Louis Lagrange, Pierre-Simon Laplace e outros). Apesar da herança das conquistas de Newton, eles entenderam o significado e uso de quantidades matemática para a física de forma diferente dele, de uma forma que era mais neutra para metafísica. (PATY, 2003, p. 10).

Nesta perspectiva, implica que a experiência deveria labutar somente com propriedades que fossem manifestas, podendo, portanto, as qualidades físicas serem negligenciadas em função de quantidades e proporções matemáticas. Para Roque (2012),

Foi a partir do século XVIII que a lei de atração universal passou a ser concebida como um fato científico independente de sua natureza. Esse tipo de investigação abre mão do *porquê* para investigar somente *como* os fenômenos acontecem. Koyré apresentou uma avaliação negativa dessa transformação: “O pensamento do século XVIII se reconcilia com o inexplicável”. As leis que podem ser deduzidas dos fenômenos e verificadas experimentalmente tornam-se as próprias causas e devem ser generalizadas para que seja possível aplicá-las a outros fenômenos. Essa extrapolação foi possibilitada pela matematização. Ao estudar os fenômenos evolutivos da natureza, deve-se partir de atributos mensuráveis da realidade para encontrar a lei da evolução que descreve seus estados subsequentes. Se as taxas de variação das variáveis do sistema dependem exclusivamente dos estados iniciais dessas mesmas variáveis, a dependência entre elas pode ser matematicamente expressa por uma equação diferencial. Logo, para conhecer os estados sucessivos de um sistema causal deve-se resolver essa equação diferencial. (ROQUE, 2012, p. 400, grifo do autor).

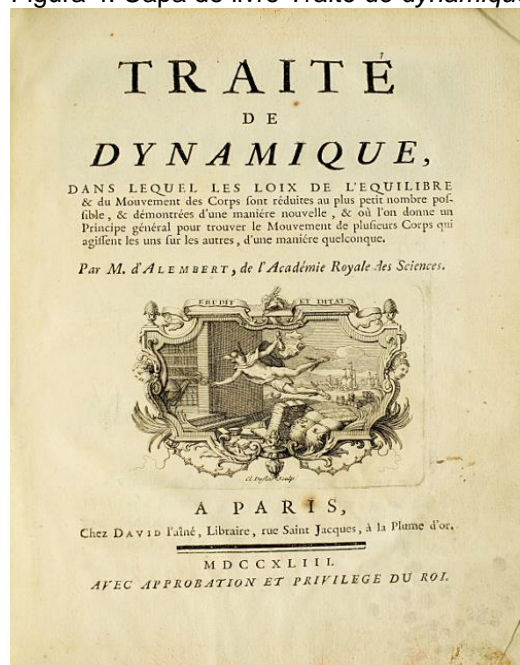
Nesse desdobramento, a Matemática foi tomando campo no corpo da Física, garantindo, assim, que houvesse poucas ou quase nenhuma

conjecturas metafísicas sobre as análises dos fenômenos naturais. Nesse ponto de vista, Vargas (1996) nos garantiu que

Foi nessa linha que o *Traité de dynamique*, de D'Alembert, publicado em 1743, procurou estruturar matematicamente a mecânica, mas sem recorrência a qualquer verdade de razão. Parte de uma cinemática, envolvendo noções de espaço, tempo e movimento, derivadas da experiência sensível, evitando assim partir da ideia de força que, para ele, estava carregada de suposições metafísicas. Procurando entendê-las através da generalização do princípio dos trabalhos virtuais, o qual reunia em si os axiomas de Newton. (VARGAS, 1996, p. 257, grifo do autor).

Vejamos,

Figura 4: Capa do livro *Traité de dynamique*



Fonte: Google Images²²

O período das luzes teve também a sua importância deflagrada nesse processo quando a Física se delineava como norteadora para quase todas as ciências conhecidas naquela época. Alguns estudiosos levavam a mecânica newtoniana às ciências humanas e sociais, somando-se ao fato do crescente avanço da burguesia e, portanto, da Revolução Industrial. Ponczek (2015) nos rememorou que,

²² <https://camillesourget.com/en-16877-d-alembert-jean-le-rond-traite-de-dynamique-dans-lequel--first-edition-of-the-traite-.html>

A Mecânica clássica reinaria absoluta durante os séculos XVIII e XIX. Era capaz de, não só explicar o movimento de todos os corpos celestes, em seus mínimos detalhes, como também a origem das galáxias e do sistema solar, além do movimento das marés e de todos os fenômenos ligados à gravitação. O sistema cartesiano-newtoniano, aprimorado filosoficamente por Kant e matematicamente por Laplace, Lagrange, Hamilton e outros, estabeleceu-se, rapidamente, como a teoria correta da realidade de todo o cotidiano que nos cerca, produzindo enorme influência em todo o pensamento científico, humanístico e filosófico. (PONCZEK, 2015, p. 126).

O movimento iluminista veio dar vida aos Tratados (*traités*), aos Cursos (*cours*) e às Enciclopédias (*encyclopédies*) com fins de dar vencimento ao novo *modus operandi* que seria implantado enquanto pensamento político, econômico e social, nessa época. Sobre isso, Heilbron (2015) destacou que,

Vários fatores que operam na sociedade em geral reforçaram a aceleração do conhecimento natural em torno de 1750. Mais perto do deslocamento intelectual nas ciências físicas foi uma epistemologia desenvolvida pelos filósofos favorecendo o acoplamento improvável de modéstia e da matemática. Um segundo fator que promove a racionalização da filosofia natural era a crescente aplicação da matemática para os propósitos dos governos esclarecidos de mais tarde, século XVIII. O terceiro fator foi o fabrico, como representado particularmente pelo comércio de instrumentos. A Enciclopédia de Denis Diderot e Jean Le Rond d'Alembert, publicado pela primeira vez entre 1751 e 1772, fez muito da epistemologia dos filósofos e da racionalização das artes de fabricação. No final do século, a retórica que liga a física e a utilidade poderia enfatizar a casos espetaculares do para-raios e balões navegáveis. (HEILBRON, 2015, p. 121).

Fleck diferenciou a ciência especializada, a partir de três tipos de bibliografia: os periódicos, os manuais e os livros didáticos²³. Para ele, os periódicos são marcados por um tom provisório e pessoal, pois a fragmentação dos problemas, o caráter casual do material, os resumos técnicos específicos e a linguagem demonstram isso. Nessa distinção, Fleck também considerou que os manuais expõem o objeto em questão num sistema integrado e organizado, desaparecendo, assim, a individualidade, proporcionando a impessoalidade do conhecimento. Segundo Schäfer e Schnelle (2010),

Assim, a ciência dos periódicos procura, por um lado, ser acolhida no manual, como mostram os laços com o estilo de pensamento dominante nos manuais. Desse modo, expressa-se, já na bibliografia dos periódicos, que somente a verificação e a aceitação pelo coletivo

²³ Aqui fazemos um paralelo aos livros-textos da época.

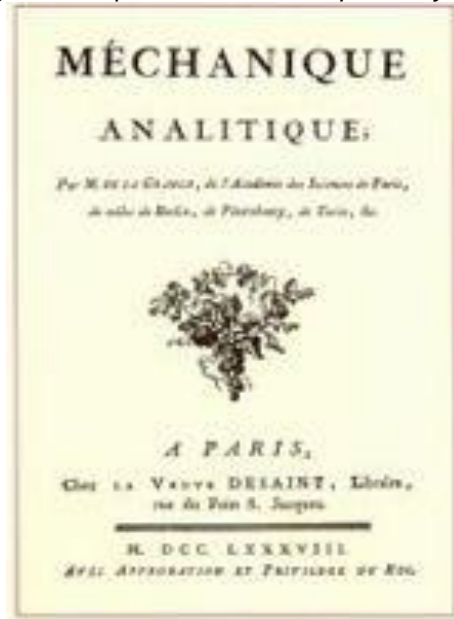
podem conduzir da fase experimental e provisória da pesquisa à fase da certeza objetiva. Por outro lado, o saber dos manuais depende do desempenho produtivo, pois seus conhecimentos correm atrás dos protagonistas da pesquisa. Aqui se encontra, ao mesmo tempo, o ponto de tensão entre a bibliografia dos periódicos e a ciência dos manuais, em que os fatores psicológicos e sociológicos na interação da pesquisa institucionalizada se tornam palpáveis. O plano da sistematização, ou seja, o saber dos manuais, surge, segundo Fleck, no “tráfego esotérico do pensamento, isto é, na discussão entre os especialistas, mediante entendimento e desentendimento recíproco, mediante concessões mútuas e pressões recíprocas que se polarizam em posturas obstinadas. (SCHÄFER e SCHNELLE, 2010, p. 29-30).

Parece-nos que o Iluminismo francês aproveitou o conhecimento natural para dar vencimento ao seu projeto central de destruir toda e qualquer religião organizada. Algumas obras foram escritas com essa finalidade tais como, *Elémens de la philosophie* de Newton, de Voltaire, disponível em 1737, que se tornou o primeiro relato mais popular do trabalho do Newton sobre a cosmologia e óptica em francês. Nesta obra, inicialmente, destacam-se as noções de Deus de Newton. A obra prossegue refletindo sobre o livre arbítrio, a religião natural e o senso comum.

A partir dos ideais da Revolução Francesa, frente ao processo social implantado, estabeleceu-se, na França, uma reconstituição política de todo o sistema educacional, sob a ótica de que o conhecimento poderia ser ensinado e o método analítico aplicável. Para Roque (2012), paralelamente às mudanças políticas, a Revolução levou a uma reestruturação do sistema de ensino e do papel da ciência que passou a ser um discurso dominante – até então, embora sempre tenha gozado de prestígio social, a Ciência exercia pouca influência na sociedade.

É nessa conjuntura que a Mecânica Analítica se assentava oficialmente e as suas principais obras foram a *Mecanique analytique*, de Lagrange, disponível por volta de 1788 e a *Exposition du systeme du monde*, de Laplace, disponível em 1796.

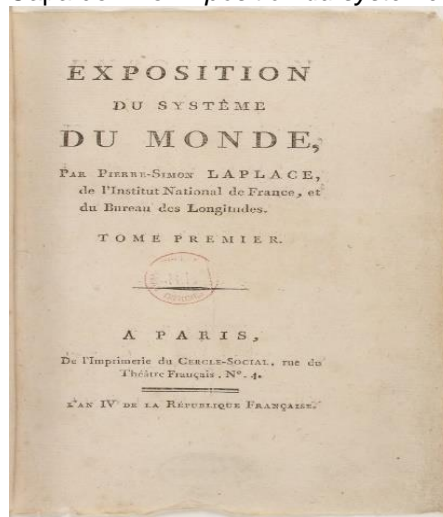
Figura 5: Capa do livro *Mecanique analytique*



Fonte: Google Images²⁴

Também,

Figura 6: Capa do livro *Exposition du système du monde*



Fonte: Google Images²⁵

Vargas (1996) afirmou que

²⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9canique_analytique

²⁵ <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1050380m>

[...] Lagrange coloca os princípios da mecânica sob forma diferencial e propõe a solução de qualquer problema – da natureza ou da técnica – pela integração de equações diferenciais. Introduzindo uma nova função, igual à diferença entre a energia cinética e a potencial do sistema, Lagrange escreve suas três equações que reúnem, em si, os axiomas de Newton e a generalização do princípio dos trabalhos virtuais. Assim ficou constituída a mecânica analítica, capaz de resolver tanto os problemas da gravitação celeste e terrestre quanto o dos vários ramos tecnológicos da física clássica. (VARGAS, 1996, p. 258).

Segundo Roque (2012), Lagrange já afirmava que a Mecânica devia ser vista como uma parte da Análise Matemática, podendo prescindir de figuras ou de qualquer consideração geométrica. Existia, portanto, uma busca excessiva por um algoritmo que representasse bem essa técnica analítica, uma vez que por detrás das demonstrações coexistiam, eminentemente, uma conotação algébrica. A Análise tal como a Álgebra tinha no seu cerne lidar com as fórmulas e com seus respectivos teoremas ao passo que o Cálculo analisava matematicamente a variação das curvas.

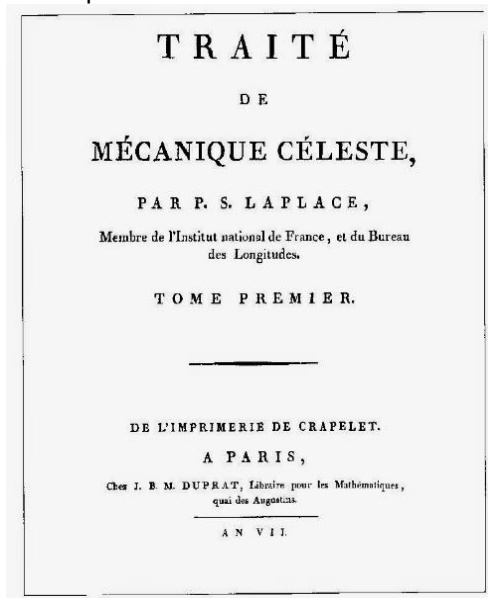
A obra de Laplace foi muito importante nessa época porque iniciou, institucionalmente, uma corrente filosófica denominada de “materialismo mecanicista”, que desencadeou o que vulgarmente chamamos de “determinismo” e, que se prolonga muito fortemente nos pensamentos e atitudes de vários estudiosos, até o primeiro quarto do século XX. O determinismo basicamente visou identificar as causas facilmente dos fenômenos. Acreditava que uma vez conhecidas tais causas, seus efeitos seriam previsíveis. Para Vargas (1996),

[...] o de Laplace, não é um tratado matemático. É uma dissertação sob base fenomenológica dos movimentos dos astros, reportando-se a Lagrange como aquele que reduziu a pesquisa de um sistema em movimento à integração de equações diferenciais. O livro termina com notas sobre a história da astronomia e sua célebre hipótese nebular sobre a origem do sistema solar. A intenção de Laplace com esse livro seria a de demonstrar, sob forma acessível aos não-matemáticos, sua teoria amplamente matematizada no *Tratado de mecânica celeste*, no qual analisa não só os movimentos regulares dos astros, mas também as perturbações de suas órbitas, oriundas da influência de outros astros. (VARGAS, 1996, p. 258, grifo do autor).

É possível entender que o alvo desse Tratado foi apontar que o Sistema Solar era perpétuo, sem nenhuma característica metafísica, isto é, sem

intervenção divina alguma. Como consequência, extinguindo, de forma veemente, as questões metafísicas que estavam embutidas.

Figura 7: Capa do livro Tratado de Mecânica Celeste

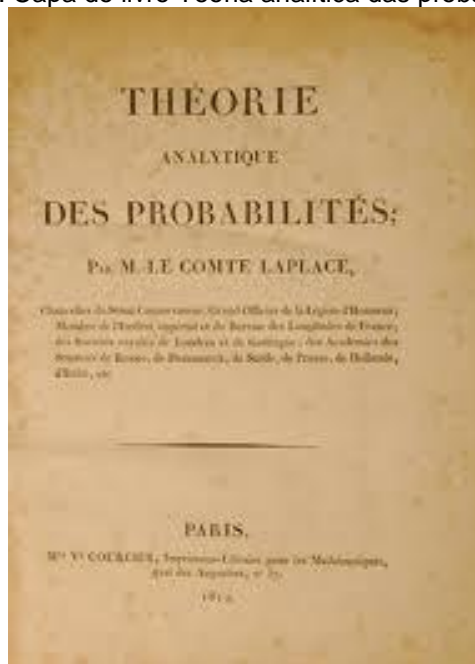


Fonte: Google Images²⁶

Laplace carregou sua matematização nos problemas de acontecimentos aleatórios, envolvendo eventos probabilísticos capazes de estimar acontecimentos, desde que fossem conhecidas as prováveis causas. Referimo-nos ao seu tratado denominado de “Teoria analítica das probabilidades”, disponível em 1812. Vargas (1996) confirmou que, para Laplace, na falta dessa inteligência onisciente, a Ciência teria de recorrer às probabilidades, não aceitando o acaso como um fato dos acontecimentos, mas simplesmente utilizando as probabilidades devido à ignorância humana sobre a totalidade de determinantes dos acontecimentos da natureza.

²⁶ <http://momentosestelaresdelaciencia.blogspot.com/2014/04/pierre-simon-laplace.html>

Figura 8: Capa do livro Teoria analítica das probabilidades



Fonte: Google Images²⁷

O tratamento analítico proposto por Laplace e Lagrange proporcionou mais adiante, no período moderno e contemporâneo, a fomentação de uma matematização intensa nas pesquisas sobre fenômenos de calor e temperatura, movimento contínuo dos fluídos (hidrodinâmica), vibração dos corpos elásticos, na teoria cinética dos gases, na Mecânica Estatística, nos fenômenos eletrodinâmicos, na Mecânica Quântica, dentre outras áreas. Portanto, as equações propostas por eles promoveram a matematização do corpo da Física, a partir de uma doutrinação filosófica. O seu processo de resolução trazia à tona um certo rigor associado, devendo-se ao intenso labor da algebrização na Análise Matemática.

Ao longo da história, o rigor sempre existiu no campo mais interno da Matemática, portanto, não há um padrão único, mas a de se convir que com o advento do formalismo proposto pela Análise Matemática, o rigor se tornou mais latente, nessa ocasião. Um exemplo antológico disso é que anteriormente, no século XVI, o cálculo de área foi desenvolvido e interpretado por Galileu, Leibniz,

²⁷ <http://pelasbarbasdenepituno.blogspot.com/2012/05/v-behaviorurldefaultvmlo.html>

Roberval, Mersenne, Cavalieri, Fermat, Pascal, dentre outros, cuja literatura denomina-se de “arte da invenção”. Sobre isso, Roque (2012) afirmou que

Nos anos 1660, Antoine Arnauld publicou dois livros defendendo esse novo método de prova: *La logique ou l'art de penser* (A lógica ou a arte de pensar), este com P. Nicole; e *Nouveaux éléments de géométrie* (Novos elementos de geometria). Em ambos ele indicava uma nova noção de rigor, que ficou conhecida como “lógica de Port-Royal”. Integrante do movimento jansenista, que lutava por reformulações no catolicismo, Arnauld criou escolas com um sistema de ensino na localidade francesa de Port-Royal. Seus escritos tinham grande popularidade e nesses dois livros ele propunha substituir a lógica tradicional, considerada estéril e obscura, pela prática dos matemáticos, que, segundo ele, permite que se chegue a resultados concretos, além de esclarecer suas deduções. (ROQUE, 2012, p. 350, grifo do autor).

O Arnauld criticava o estilo axiomático de Euclides e apregoava que a necessidade da evidência era mais primordial do que o papel da imaginação. Essa evidência girava em torno de uma manipulação algébrica. Segundo Schubring apud Roque (2012), um grande número de livros-textos de matemática foi lançado em seguida por outros pensadores, visando aperfeiçoar e popularizar esse novo método de exposição e adaptando-o, também, a leitores mais especializados. Roque (2012) complementa que

O debate entre tradição e modernidade refletia-se, na matemática, em uma disputa entre método sintético e analítico. Além de facilitar a compreensão da geometria e apresentar princípios mais frutíferos, Arnauld destacava as vantagens metodológicas de seu modo de exposição. A mais importante delas, para os nossos propósitos, referia-se à genialidade das técnicas permitida pelo uso da álgebra. (ROQUE, 2012, p. 353).

A crescente dissociação da Análise, perante a Geometria, propiciou o que se denominou de “formalismo” e, conseqüentemente, o “rigor”, nessa área. Roque (2012) concordou que

Essa confiança no formalismo decorria do sucesso dos métodos analíticos, e a generalidade da matemática, uma qualidade cara aos analistas, era assegurada pela generalidade dos métodos algébricos. Isso significa que esses métodos operavam sobre objetos algébricos e sua generalidade era derivada da generalidade das fórmulas da álgebra. Logo, se uma demonstração era feita por meio de tais fórmulas, o resultado era admitido como válido em geral. Não havia

sequer a necessidade de tecer especulações associadas ao domínio da aplicação das técnicas. (ROQUE, 2012, p. 388).

Para além da autoafirmação da Matemática, os seus processos internos, tais como a formalização, impõe um ritmo frenético, e porque não dizer tenso, à Física.

Paty (1994) considera que a importação do formalismo da matemática foi feita de forma um tanto cega, de modo que a interpretação física não foi imediatamente óbvia. Além disso, o formalismo aumentou ainda mais esse debate.

Por tudo isso, a ruptura se concretizou a partir da adequação do formalismo aos desenvolvimentos subsequentes do campo da Física, demonstrando ser ainda mais marcante nessa ocasião. Tudo nos leva a concluir que o formalismo e, por consequência o rigor, oriundo da Análise Matemática, possam ter influenciado e ainda estar influenciando o modo de compreender a Física, nos tempos atuais. A modificação na conceituação de problemas físicos e na prática do cálculo matemático, condizente com a implementação simbólica, possibilitou a utilização, a fertilidade e a exploração do poder desse cálculo. Existem traços de que o tráfego intracoletivo de pensamentos foi dominado por um forte fator de dependência com fins sociológicos, ou seja, a confiança dos iniciantes; o elo de subserviência à opinião pública; a solidariedade entre os pares demonstra características cruciais para a adequação do estilo de pensamento e a formação de um coletivo de pensamento francês. Referimo-nos à disseminação das concepções epistemológicas e ontológicas, no compreender dos fenômenos naturais, contribuindo assim para a “modernização” da matemática francesa.

4.1.2 Instauração e extensão do estilo de pensamento francês

Não restam dúvidas de que a Mecânica ganhou relevância de uma ciência quase que independente da Física, no século XIX, muito em função do seu corpo teórico matematizado, aliado ao formalismo eminentemente francês, condição que prevalecerá até o primeiro quarto do século XX. Segundo Kuhn (2011), a alteração gradual na percepção da identidade da Matemática foi muito importante, no século XIX. O movimento Iluminista também desenhou a racionalização das instituições sociais e práticas artificiais, varrendo costumes e conceitos que, para eles, não tinham fundamentos mais do que os hábitos e tradições. Todo esse cenário coincide com os interesses burocráticos governamentais que estão ansiosos para reduzir as ineficiências nas suas demandas sociais.

Ao longo do século XIX, aconteceu a consolidação hegemônica da Ciência moderna muito em função de uma considerável mudança epistemológica. As duas tipologias de ciência - clássicas e baconianas - permaneciam distintas. As ciências clássicas eram denominadas de “matemáticas”, ou, na França de *Physique Générale* (Física Geral) e as ciências baconianas, de “filosofia experimental”, ou, na França de *Physique Expérimentale* (Física Experimental), também denominada como *Physique Particulière* (Física Particular). As obras e suas respectivas particularidades definiam bem onde se enquadravam, por exemplo, os *Principias*, de Newton. Pelo seu caráter matemático e dedutivo, classificava-se como *Physique Générale*; já a *Opticks*, também do Newton, classificava-se como *Physique Particulière*, pois estava envolto em temas empíricos do tipo acústica, eletricidade, magnetismo e fenômenos térmicos. Segundo Guerra (2008), essas duas tradições conviveram com certa independência e no campo epistemológico demonstravam uma dicotomia ainda mal resolvida entre a linguagem matemática e a experimentação.

Nessa ocasião, a *Physique Générale* foi consolidando o seu afastamento da metafísica e se enfronhando cada vez mais no processo da matematização. A negação da metafísica foi um indício de que o pensar, o construir conjecturas

de certo fenômeno natural necessitava de algo a mais e isso foi potencializado pelos pós-newtonianos iluministas que, cada vez mais, se aproximavam de uma tendência de matematização de suas proposições, métodos e formulações teóricas, tornando esse direcionamento claro e incontestável. Segundo Guerra (2008), na França, onde o pensamento de Newton foi difundido de forma rápida por filósofos como Voltaire, a negação à metafísica foi utilizada como a grande bandeira do movimento iluminista, no campo filosófico. Ainda segundo a mesma autora, em primeira análise, o entendimento das hipóteses enquanto ferramenta metafísica estava ligado à herança mística e religiosa do período medieval. Mais adiante, esse movimento foi ampliado para toda e qualquer ação que não fosse oriunda de uma comprovação experimental.

Vale lembrar que a Física do século XVIII se debruçou sobre três correntes filosóficas que foram a cartesiana, a newtoniana e a leibniziana. Sobre isso, Guerra (2008) afirmou que

A corrente cartesiana, a mais materialista das três, imaginava o mundo natural composto apenas de corpos, movimento e extensão. A leibniziana, com tendências metafísicas, imaginava um universo onde o Criador havia construído seu mecanismo e dado, no princípio dos tempos, toda a matéria e o movimento necessários ao seu perfeito funcionamento. Nessa concepção, base para os princípios de conservação, Deus não mais atuaria no sistema, estando o universo em constante transformação segundo leis que refletiriam as intenções do Criador. A grande diferença em relação a Newton residia nesse fato, pois na concepção newtoniana o Criador poderia atuar a qualquer momento no sistema, alterando a sua criação. Essa era uma das controvérsias centrais entre Leibniz e os newtonianos, que ficou registrada numa troca de correspondência entre o filósofo alemão e um adepto do newtonianismo, o pastor Samuel Clarke (1675-1729). (GUERRA, 2008, p. 509).

Roque (2012) coadunou ao afirmar que Newton deduzia a continuidade das propriedades físicas, em última instância, da continuidade do decorrer do tempo. Já Leibniz, exprimia a lei de continuidade em termos metafísicos e matemáticos. Gingras (2001) também concordou ao nos lembrar que a física e a cosmologia de Descartes, como expostas em seus "Princípios da filosofia", eram essencialmente qualitativas, isto é, uma "física-matemática sem matemática". Guerra (2008) ressaltou que,

A grande questão da época girava em torno da negação da metafísica expressa pela utilização de hipóteses na formulação de teorias. Essa era uma prática bastante comum à ciência setecentista. Descartes, por exemplo, na tentativa de explicar os fenômenos físicos utilizou-se dos chamados vórtices, sem que houvesse qualquer fundamentação empírica que comprovasse sua existência. Newton deixou registrado em diversas passagens sua recusa à utilização de hipóteses na construção do conhecimento científico. Na questão 31 do livro *Óptica*, editado em 1704, afirma que todo conhecimento deve nascer da experimentação, extraindo-se daí conclusões mais gerais através da indução. No escólio geral da 2ª edição dos *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, de 1713, ele reafirma seu projeto negando a utilização de hipóteses na elaboração de teorias científicas através da famosa frase hipóteses *non fingo*. (GUERRA, 2008, p. 508, grifo do autor).

Por outro lado, conforme ventilado na seção anterior, o Laplace foi uma figura fundamental na tentativa de junção das duas tradições da Física: a *Gènèrale* e a *Particulière*. Nessa ocasião, ele representava uma liderança política e intelectual na sociedade francesa que o respaldou para tal incumbência. Guerra (2008) concordou quando afirmou que o projeto de Laplace era unificar as duas heranças numa só, fazendo com que a ideia de ação entre corpos – que era um sucesso no campo da Física Geral - pudesse também explicar os fenômenos da Física Particular, dando a esta última um caráter mais matemático. O programa laplaciano produziu êxitos na medida em que abarcou todos os fenômenos, enquanto ação de corpúsculos, tais como os planetas, na teoria newtoniana da gravitação universal. Isso produziu, mais tarde, resultados satisfatórios e consistentes com os dados obtidos no ramo da eletricidade, especificamente, na lei de Coulomb. O Laplace tornou-se um exímio apreciador da matematização e, por consequência, do seu formalismo no corpo teórico da Física.

Para além de toda essa conjuntura, Gingras (2001) afirmou que seria preciso olhar para atores que agora são desconhecidos precisamente porque rejeitaram a matemática da física e foram, portanto, excluídos do campo (e de sua história) como evoluiu nos séculos XVIII e XIX. A história, portanto, concentrou-se nos que acreditaram na pertinência da matemática no campo da Física, mas não naqueles que não acreditaram e no porquê resistiram a essa crença. Para Gingras (2001) existiram três principais efeitos decorrentes do processo de matematização no corpo da Física nesta ocasião, seriam eles:

(1) **social**: o uso da matemática teve o efeito de excluir os atores de participar legitimamente nos discursos sobre a filosofia natural; e (2) **epistemológico**: o uso da matemática na dinâmica (como distinto do seu uso na cinemática) teve o efeito de transformar o próprio significado do termo "explicação" como foi usado pelos filósofos no século XVII. Uma terceira consequência não intencional do progresso da matemática foi **ontológica**: por seu tratamento cada vez mais abstrato de fenômenos, a matemática levou ao desaparecimento das substâncias. Não só os vórtices cartesianos, mas também o éter luminífero foram dissolvidos no ácido da matemática, e eu sugeri em outro lugar que o mesmo processo estava em ação na transformação dos conceitos de massa e luz (fótons e dualidade onda-partícula). (GINGRAS, 2001, p. 385, grifo nosso).

Os efeitos epistemológicos e ontológicos aos quais se refere Gingras, já foram muito discutidos, neste trabalho, até aqui. Todavia, vale a pena compreender, mais um pouco, o efeito social em toda essa conjuntura. Aqueles que não estavam familiarizados com a formalização matemática da Física preferiam as ideias mecânicas claras aos cálculos precisos baseados no que consideravam "forças metafísicas". Dessa forma, se estabeleceu uma fronteira entre os que detinham a técnica bem apurada para discutir os fenômenos naturais e outros que estavam acostumados a explicá-las apenas verbalmente.

As críticas ao processo dessa formalização prenderam-se ao fato de que a natureza não sofre de demasiada precisão e que, portanto, tal formalidade era desnecessária. Os principais críticos eram o Privat de Molières, Nollet, Cadwallader Colden que se distanciavam do tratamento matemático com fins de transmitir suas concepções dos fenômenos com maior clareza que ia de encontro à elegância e à pompa no estilo da demonstração. Gingras (2001) nos lembrou que a noção de que a natureza não sofre demasiada precisão remetia a Aristóteles que observou na metafísica que "a exatidão minuciosa da matemática não deve ser exigida em todos os casos, mas apenas no caso das coisas que não têm nenhuma matéria. Portanto, seu método não é o da ciência natural".

Os críticos afirmavam que a Física era facilmente acessível a todos àqueles que gostavam de discutir os fenômenos naturais de uma forma simples, literária e relacionada à convicção de que a Ciência deveria estar disponível a um maior gama de pessoas possível. Porém, com o advento do avanço da formalidade matemática, eles perceberam que existiam francas ameaças e

sentiram-se excluídos da discussão, reagindo na conformidade em que os fatos iam se dando. Segundo Gingras (2001),

Ao excluir Colden como "um homem que não se dedicou inteiramente ao estudo da [causa da gravidade]" e que ignorou "os primeiros princípios da hidrostática", Euler deixou claro que o preço de entrada no clube de praticantes legítimos era um conhecimento adequado da matemática. À medida que a fronteira que delimitava o campo de atividade se definia melhor, os contribuintes que propuseram novas explicações de fenômenos que não tomaram em consideração as regras implícitas do campo foram tratadas com silêncio ou descartados sem argumentação adicional como sendo fora do ponto (e fora do campo). (GINGRAS, 2001, p. 390).

Aos poucos, a "Física verbal" não era mais legítima em fornecer uma explicação consistente quando fora do domínio da matemática e a ciência tornava-se privativa de alguns poucos. Os efeitos excludentes foram avassaladores uma vez que exigia alto grau de treinamento e muito tempo dispensado. É nessa conjuntura que nasceram e se apoiaram os manuais instrutivos, tais como as enciclopédias de Diderot, com a finalidade de se oporem à utilização da matemática superior na Física, uma vez que essa linguagem não era acessível ao usuário final – o leitor leigo. Como sabemos, a extensão do estilo de pensamento perpassa por uma boa circulação de ideias adentro do coletivo. A ciência especializada cultuou os manuais muito por conta do seu resumo-crítico instalado num sistema ordenado, enquanto que a ciência popular visava a plasticidade. Conforme percebemos anteriormente, ao contrário da ciência dos periódicos que se caracterizaram como provisório e pessoal, a ciência dos manuais perdurou por longos anos à disposição dos círculos esotéricos e exotéricos. Fleck (2010) dissera que a ciência dos periódicos é provisória, incerta, não aditiva e marcada por aspectos pessoais. Apresenta sinais soltos e arduamente elaborados de uma resistência ao pensamento, transforma-se, primeiro, em virtude da migração intracoletiva de pensamentos, na ciência dos manuais.

Referimo-nos aos manuais como sendo originários de fontes de vários coletivos, fontes de círculos exotéricos e do veículo dos círculos esotéricos. A função dos manuais seriam o de escolher, misturar, adaptar e sintetizar o saber

exotérico de outros coletivos cerrando com o saber especializado daquele sistema.

Para Fleck (2010), somente a ciência impessoal dos manuais traz expressões como: “não existe isso ou aquilo” ou “há algo como”, “não há dúvida de que...”. Na realidade, neste tipo de documento, a todo momento, o pesquisador daquele determinado coletivo tenta coagir seus membros a irem com ele, reivindicando, assim, o controle da situação e o processamento rítmico do coletivo. Nota-se, então, que é no tráfego intracoletivo de pensamento que se esvai a insegurança, fazendo nascer a certeza.

O plano, que determina a seleção e a composição, fornece então as diretrizes para a pesquisa posterior: decide o que deve ser considerado como conceito fundamental, quais métodos são louváveis, quais os rumos que são apresentados como prometedores, quais os pesquisadores que merecem uma posição de destaque e quais deles simplesmente cairão no esquecimento. Tal plano é formado no tráfego esotérico do pensamento, isto é, na discussão entre os especialistas, mediante entendimento e desentendimento recíproco, mediante concessões mútuas e pressões recíprocas que se polarizam em posturas obstinadas. (FLECK, 2010, p. 173).

Desta forma, os conceitos, uma vez formados, passam a dar o tom impositivo a cada especialista. Sendo assim, ao sinal de qualquer resistência inicial, floresce a coerção de pensamento que determinará o que pode ou não pode ser consumido enquanto grupo de ideias naquele coletivo. Segundo Vargas (1996), as ideias de Newton renderam aos pós-newtonianos novas concepções epistemológicas.

Foi a esperança de Voltaire quanto à aplicabilidade do método de Newton na análise racional dos fenômenos, quer naturais quer culturais, que levou os enciclopedistas franceses a acreditarem na possibilidade de um conhecimento objetivo da natureza, baseado na simbiose estabelecida por Newton entre o pensamento racional e o empírico. Diderot e D'Alembert propuseram-se então a organizar o *Dictionnaire raisoné des sciences, des arts et des métiers*, abarcando todo o conhecimento científico, artístico e técnico a partir do empirismo técnico, pois acreditavam que a única maneira de conhecer seria por sensações no manuseio das coisas; mas, não abandonaram o racionalismo, principalmente quando expresso através das matemáticas. Todos os conceitos derivavam de fatos, mas esses deveriam ser ordenados preferivelmente pela matemática para serem compreendidos. (VARGAS, 1996, p. 257, grifo do autor).

As vinte e oito enciclopédias escritas pelos franceses proporcionavam a existência de um espaço social de discussão que era facilmente acessível ao público, o que efetivamente movimentou muito as circulações intracoletiva e intercoletiva de ideias. Aliás, segundo Fleck, a circulação intercoletiva, em particular, pode levar à extensão do estilo de pensamento, pois proporcionou um intenso movimento que possibilitou a permanência do estilo, muitas vezes aumentando o quantitativo dos membros do círculo esotérico, introduzindo, assim, novas práticas e novos conhecimentos. Gingras (2001) reafirmou que

Ele (Diderot) estava convencido de que o livro mais obscuro da filosofia natural, *Principia* de Newton, poderia ter ficado claro no espaço de um mês por seu autor, que dessa forma teria poupado três anos de trabalho gasto por mil companheiros bem-humorados interessados em entender suas descobertas. Para Diderot, era importante tornar a filosofia popular e elevar o povo ao nível alcançado pelos filósofos. E para aqueles que não acreditavam que era possível tornar todo o conhecimento acessível à multidão, ele respondeu que eles simplesmente ignoravam o que poderia ser alcançado usando um bom método e um longo hábito de trabalho. (GINGRAS, 2001, p. 392, grifo nosso).

Nesse aspecto, a Física Experimental era muito mais acessível ao grande público do que a Física Geral, fortemente matematizada, porém para D'Alembert não valia a experiência pela experiência. O domínio da matemática era muito relevante nesse contexto. Restava os cálculos confirmarem a existência das causas determinando exatamente os efeitos que podiam produzir, comparando-os com aqueles descobertos pelo experimento. No entender de Gingras (2001), os cálculos eram para D'Alembert o árbitro final e se eles confirmassem a atração newtoniana, por exemplo, então todos teriam que viver com ela (geômetras e também metafísicos), mesmo ao preço de ter que admitir uma nova propriedade da matéria ou de ter que abandonar uma ideia mais clara da virtude pela qual os corpos se atraem e colidem uns nos outros.

É nessa perspectiva que no campo científico e da circulação de ideias as *leçons* (lições) e os *traités* (tratados) foram fomentados com fins de proporcionar uma “limpeza” das características metafísicas das obras clássicas, bem como de outros documentos acadêmicos, além de viabilizar mais fragmentação e objetividade. Não à toa, esses “manuais” terminaram por garantir a disseminação

das ideias dos pós-newtonianos franceses em todo o mundo. Guerra (2008) trouxe à tona que,

No campo científico, operação semelhante acabou sendo realizada. A era dos tratados (*Traités*), onde os filósofos naturais passaram a escrever livros em que reviam as conquistas do passado sem as argumentações metafísicas e acrescentavam novas, significou uma fase importante de transição entre o passado que se desejava apagar e a fundação da nova cultura científica. Esse movimento fez a limpeza necessária nas obras dos clássicos. Dessa forma, os jovens estudantes, ao tomarem contato com a nova ciência, não mais precisariam ler os originais escritos de um tempo que se pretendia esquecer. (GUERRA, 2008, p. 511).

Tudo nos leva a compreender que o processo de matematização contribuiu muito para a fase de extensão de um campo científico relativamente novo e com características autônomas, todavia, com seus próprios mecanismos de acesso. Eis, então, a proposta do Estilo de Pensamento francês. Dito isso, faz-se esclarecer como era mesmo o sistema educacional francês nessa ocasião.

No período que antecede a Revolução Francesa, a instrução matemática não ocupava lugar de destaque na França, inclusive, carecia muito de professores qualificados. A disciplina matemática era ministrada apenas no último nível do *Collège*, que seria, hoje para nós, a escola secundária. Desse modo, aqueles estudantes que não alcançavam tal nível, por qualquer que fosse o motivo, não conheciam sequer a matemática. Segundo Roque (2012), foi a partir de 1750 que foi estabelecido um segundo sistema educacional nas escolas militares que valorizava a matemática e atraía estudantes hábeis, porém o recrutamento só abrangia parte da sociedade, em especial o segmento da nobreza.

Com fins de melhorar esse panorama, era necessário estruturar toda a política educacional vigente na França, sob pena de nunca engajar seus jovens na nova Ciência. Segundo Guerra (2008),

A Revolução Francesa foi uma oportunidade ímpar para esse processo. Diversos filósofos naturais, matemáticos e astrônomos se engajaram no processo revolucionário de forma intensa, provocando profundas transformações na política científica francesa. A reforma da educação básica implementada por Condorcet e da educação superior

desenvolvida por Gaspar Monge possibilitou o surgimento de uma educação científica formal. Entretanto, a formatação dessa educação foi sendo desenvolvida durante as primeiras décadas do século XIX. A chave para entender esse processo está na fundação da Escola Politécnica de Paris, em 1793. (GUERRA, 2008, p. 511).

A Revolução Francesa foi um “divisor de águas” no sentido da alteração do entendimento político sobre a sustentação financeira da pesquisa científica, antes amparada por patronos e reis. Com a ascensão da burguesia, surgiu a necessidade de ocupação de novos postos de trabalho frente ao crescimento da expansão do comércio e das pequenas indústrias. Carecia, então, da criação de novas escolas, departamentos científicos e aperfeiçoamentos das atividades militares, com fins de atender, urgentemente, os anseios desse grupo social. Com fins militares, surgiam, então, as primeiras escolas de preparação de engenheiros na Europa. Tratava-se do período da Renascença, portanto foram consideradas muitas realizações que envolviam as engenharias. As Escolas de Artilharia e Fortificação, posteriormente, transformadas em Militares e de Arquitetura, tinham como função a fomentação do desenvolvimento proposto pelas demandas burguesas e imperiais, tais como as grandes construções civis, melhoramentos das máquinas e ferramentas com fins industriais e aperfeiçoamento bélico, visando à vanguarda militar.

Foi nesse período que se estabeleceu, de fato, a fase clássica (harmonia das ilusões) do Estilo de Pensamento francês. Fleck afirmou que todo período de extensão detém essa fase. Nessa ocasião, todos os caminhos levavam a uma melhor compreensão dos conceitos, métodos e técnicas desse novo estilo.

Os livros-textos utilizados nessas escolas foram cruciais para o desenvolvimento dessa razão científica de ser e para o bom ordenamento das circulações de ideias intracoletivas. Para Biembergut (2016) destaque para as duas obras clássicas do autor francês Monsieur Belidor, professor da Royal Escola de Matemática e Artilharia, de 1725, que foram utilizadas nas principais escolas politécnicas da Europa: (1) *Nouveau Cours de Mathématique à l'Usage de l'Artillerie et du Génie* e (2) *Las Science des Ingénieurs*. Essas obras apresentavam um currículo voltado a diversos problemas físicos. Ainda segundo Biembergut (2016), as obras continham conteúdos a geometria (figuras geométricas planas, elipse, hipérbole e parábola), noções de álgebra,

trigonometria, cálculo de medidas de sólidos de superfícies geradas por rotação, geodésica, topografia, tratado de mecânica e estática (estudo da relação entre calibre e o comprimento do canhão, trajetória de corpos), hidráulica e hidrodinâmica (equilíbrio e escoamento de líquidos).

Nesse período, tanto a Astronomia como a máquina a vapor estavam no auge do seu desenvolvimento, utilizando-se menos das suas propriedades geométricas e mais das suas propriedades conceituais, tais como de movimento, forma, grandeza, composição físico-química dos corpos celestes e processos metalúrgicos em geral. É nesse contexto que Biembergut (2016) contextualizou

A Matemática passa a ocupar os “espaços” desses cientistas ao buscarem canalizar os recursos da natureza e permitir “aprimorar” as condições de viver e estar das pessoas. E o alcance e êxito deste aprimoramento, contínuo e crescente, dependiam não só de bom ensino e, mais ainda, de instrumentos apropriados e especializados. Assim, cada vez mais, Escolas são criadas e livros especializados são desenvolvidos para atender esta finalidade. (BIEMBERGUT, 2016, p. 75).

A então École Polytechnique (Escola Politécnica) foi fundada nessa conjuntura política e social. Sobre isso, Kuhn (2011) ponderou que

Fatores institucionais e individuais serão identificados talvez como os principais responsáveis por essa liderança francesa inicial. Começando muito lentamente na década de 1760, com as nomeações de Nollet e Monge para lecionar *physique expérimentale* na École du Génie, em Mézières, os temas baconianos foram introduzidos pouco a pouco na formação dos engenheiros militares franceses. Esse movimento culminou, na década de 1790, com a fundação da École Polytechnique, um novo tipo de instituição de ensino, em que os estudantes eram expostos tanto aos temas clássicos pertinentes às *arts mécaniques* quanto à Química, ao estudo do calor e a outros tópicos afins. Não pode ser mera coincidência que os construtores de teorias matemáticas baseadas em campos experimentais tenham sido todos professores ou alunos da École Polytechnique. Também de suma importância para a direção tomada por seus trabalhos a liderança magistral de Laplace na aplicação da física matemática de Newton a temas não matemáticos. (KUHN, 2011, p. 86-87, grifo do autor).

Pela Escola Politécnica de Paris estudaram e trabalharam importantes personalidades ao longo dos séculos XIX e XX, tais como Lagrange, Laplace, Lacroix, Cauchy, Fourier, dentre outros tantos. Guerra (2008) afirmou que a

Escola Politécnica teve papel preponderante na Ciência francesa. Estenderíamos esse entendimento à Ciência mundial, dado a sua forte influência enquanto modelo de ensino para outros países.

A Escola Politécnica francesa passou, inicialmente, a oferecer a seus estudantes de engenharia uma formação científica aliada a uma base sólida de matemática básica somente antes ofertadas por escolas especializadas, tais como a Escola de Minas ou a Escola de Pontes e Calçadas. Em pouco tempo, a Escola Politécnica passou a gozar de boa credibilidade perante a sociedade francesa, formando, também, os seus melhores dirigentes políticos. Foi através dela que foi concebido um projeto educacional que potencializou a substituição da filosofia por uma Ciência experimental focada no formalismo matemático, angariando, assim, diversos laboratórios e práticas educacionais contundentes. Roque (2012) disse que foi nesse contexto que surgiu a crença de que a matemática deveria ser a base de todo o conhecimento. Referimo-nos à influência da corrente filosófica denominada de “Positivismo”, que advém das premissas ideológicas de Auguste Comte, outro estimado estudante da Escola Politécnica. Vale ressaltar que Comte nada mais fez do que organizar os anseios sociais daquela época. Roque (2012) completou que para ele, a Matemática constituía o instrumento mais poderoso que a mente humana poderia usar, no estudo dos fenômenos naturais, pois sua universalidade seria a imagem do que toda a Ciência deveria almejar. Para Comte, a promoção da razão científica conjugada com a Matemática era a chave do sucesso. Samaniego (1994) disse que o termo Positivismo está associado à filosofia para a qual o real, o verdadeiro é o dado concreto, o dado sensível e toda metafísica é especulação inútil.

Nessa perspectiva, a Matemática deveria ser o começo de tudo, de qualquer treinamento científico e intelectual. A respeito do Positivismo, Vargas (1996) afirmou que

Entretanto, surgiu na época o controle técnico de uma poderosa fonte de energia: o calor, cuja matematização teve dupla origem. A primeira, através de outra doutrina filosófica, o positivismo. Fourier, positivista convicto, arma equações diferenciais do fluxo de calor a partir de princípios derivados de *atos positivos* – aqueles indubitáveis, constatados pelos sentidos humanos. De acordo com a doutrina positivista, as soluções matemáticas de equações diferenciais estabelecidas a partir de fatos positivos corresponderiam

necessariamente a fatos particulares verdadeiros. O tratado de Fourier sobre a transmissão do calor passa a ser considerado como modelo de análise matemática de um fenômeno natural. (VARGAS, 1996, p. 259, grifo do autor).

O Positivismo veio para ficar, influenciar e ser influenciado fortemente pelas atividades educacionais da Escola Politécnica, da Escola Normal e dos Liceus Parisienses, instituições de ensino que mais adiante estariam implementados, enquanto modelos em diversos países importadores.

Ressurgem a figura e a influência dos *cours* (cursos) que eram ministrados a partir de manuais e davam o tom da forma como se queria tratar aqueles conteúdos. Destaque especial para o *Cours de Mécanique*, de Jean Marie Constant Duhamel (1797-1872), que teve diversas edições desde 1846, 1853, 1854 e 1862. O referido curso tinha um caráter de abordagem teórica de *Physique Générale* e, segundo Guerra (2008), a filosofia dos seus manuais serviu de modelo para aquilo que chamamos hoje de Ensino de Ciências.

Duhamel foi aluno da Escola Politécnica, contemporâneo de Comte e entendia a Física como uma aplicação matemática. Ainda sobre esses manuais, Guerra (2008) nos informou que

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. O texto embora tenha algumas diferenças em relação aos modernos manuais, principalmente no que tange a existência de um longo texto corrido, ao invés de uma sequência de relações matemáticas, não difere muito de seus herdeiros no que tange a forma de apresentação dos conceitos. (GUERRA, 2008, p. 515).

A tradição que foi fortemente trabalhada no século XVIII ainda fazia escola, basta atentarmos a proposta dos cursos e dos seus respectivos manuais, sem nenhuma ação que proporcionasse discussões filosóficas, apenas o aperfeiçoamento das técnicas de manipulação da Natureza.

Guerra (2008) afirmou que, em seu “Curso de Filosofia Positiva”, editado entre 1830 e 1842, Comte propôs dois caminhos para o ensino de ciências: o

histórico e o dogmático. O próprio Comte afirmou que “A tendência constante do espírito humano, quanto à exposição dos conhecimentos é, pois, substituir progressivamente a ordem histórica pela ordem dogmática, a única conveniente ao estado aperfeiçoado de nossa inteligência” (COMTE, 1978). É notório, então, que Comte acreditava que, na medida em que os conteúdos iam aumentando, no seu grau de complexidade, dificilmente o resgate histórico surtiria grandes efeitos. Sendo assim, o ajuste organizado desses conteúdos, isto é, sequenciados de forma lógica, traria ao usuário final – o estudante – maior entendimento pedagógico das questões abordadas. Dessa forma, a mistura das influências contagiadas do século XVIII, conjuntamente com as proposições da filosofia positivista, fez nascer as concepções que chamaremos neste trabalho de dogmáticas. Referimo-nos conceituar como dogmática a postura de não permitir brechas para questionamentos e novas interpretações desses documentos imputados aos estudantes, inculcando uma completa “lavagem cerebral”. Fleck (2010) disse que a coerção de pensar, o hábito de pensar ou pelo menos uma aversão pronunciada contra qualquer pensamento alheio ao estilo de pensamento, vigia a harmonia entre aplicação e o estilo de pensamento.

Em outro extremo, como vimos anteriormente, após as críticas feitas por Arnauld aos métodos sintéticos de Newton, a institucionalização do método analítico estava posta e abalizada, na França, por volta de 1794. Roque (2012) nos lembrou que

O curso inaugural da análise da École Polytechnique foi ministrado em 1795 por Gaspard Riche de Prony, engenheiro que tinha grande estima pela matemática. Apesar de seu curso, que foi publicado mais adiante, dedicar-se à análise aplicada à mecânica, ele se baseava, fundamentalmente, nos dois primeiros capítulos da *Introductio* de Euler e adotava seus métodos e sua notação. Como consequência, seu texto é o primeiro na França a defender o conceito de função como objeto central da análise. O rompimento com a tradição se exprimia pela exclusão dos infinitamente pequenos. (ROQUE, 2012, p. 384, grifo do autor).

Vale ressaltar novamente que Lagrange fez parte da segunda geração de analistas e propôs um programa de algebrização dos métodos da análise, entre os anos de 1795-1796, durante os seus cursos de análise, oferecidos na mesma escola. Essa escola tornava-se referência nos processos de formalismo

matemático no corpo teórico da Física e não permitia influências externas como da Inglaterra e da Alemanha. Esses últimos mostraram-se interessados tardiamente sobre esse tema, mas, a partir de 1850, a Alemanha²⁸ tornou-se autossuficiente, buscando cada vez mais incentivar a utilidade prática, no treinamento de seus engenheiros.

Na Escola Politécnica francesa, a matemática básica ganhou espaço e se aperfeiçoou conforme destacou Roque (2012)

Foi nesse contexto que Lagrange e Lacroix produziram livros-texto que se tornaram ferramentas cruciais para o ensino superior de matemática, formando gerações de matemáticos de peso, como o próprio Cauchy. Essas instituições públicas geraram uma inédita padronização do currículo que tinha no método analítico, praticado pela matemática e pela química, seu principal elemento. No contexto mais geral, na tradição do racionalismo, esse método já havia sido defendido pelo filósofo iluminista francês Étienne Bonnot de Condillac. Na matemática, abordagem algébrica da análise podia vencer o conceito sintético (geométrico) das quantidades infinitamente pequenas. (ROQUE, 2012, p. 383).

Com respeito às ciências naturais, os livros-textos foram de autoria do Haiiy, Francoeur, La Caille e Fourcroy. Atenção especial ao Louis-Benjamin Francoeur (1773-1849), matemático francês, que foi responsável por obras que, mais uma vez, mesclavam Matemática e Física. São elas: *Traité de mécanique élémentaire* (1800), *Cours complet de mathématiques pures* (1819), *La goniométrie* (1820), *L'enseignement du dessin linéaire* (1827), *Astronomie pratique* (1830), *Elements de technologie* (1833), *Géodésie* (1835), *Traité d'arithmétique appliquée à la banque* (1845). No Tratado de Mecânica Elementar, Francoeur desenhou e explicitou um emaranhado de linhas geométricas que deram significados físicos às forças independentes e proporcionou vazias determinações, contemplando, assim, as forças acelerantes e de inércias.

Roque (2012) disse que no século XIX, o movimento de rigorização podia ser dividido em duas fases: a francesa e a alemã. Não é foco deste trabalho

²⁸ Refiro-me à região da Prússia, uma vez que a Alemanha somente foi criada/unificada em 1871. Com fins estritamente didáticos, utilizamos a palavra Alemanha para definir este país.

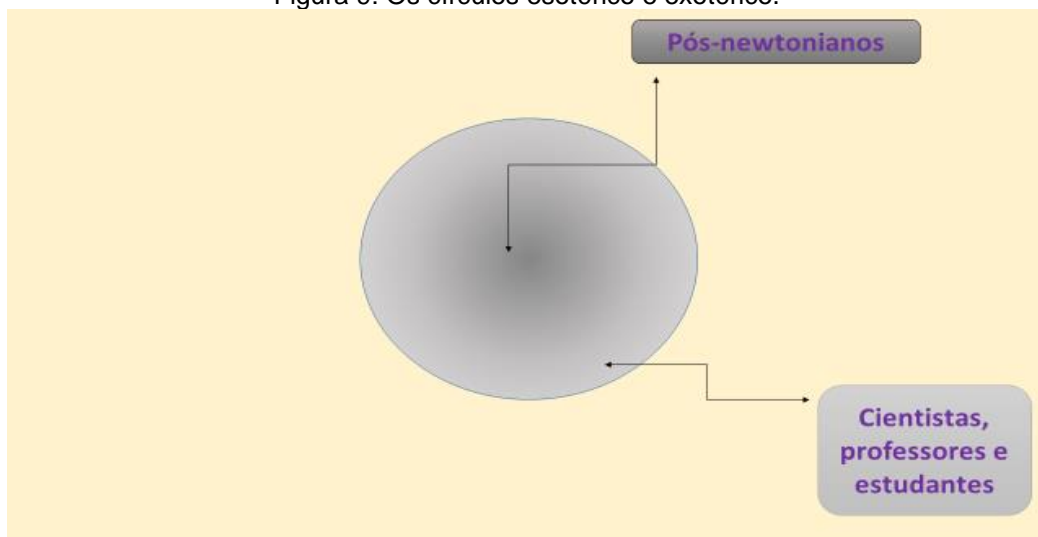
analisar o rigor alemão, uma vez que os livros-textos a que nos referimos neste trabalho chegaram aos diversos países que importaram o modelo de ensino francês, a exemplo do Brasil. Ao falarmos de rigor, os franceses tiveram como destaque a figura de Augustin-Louis Cauchy (1789-1857). Ele assumiu suas funções de professor de Análise Matemática, na Escola Politécnica, em 1816, e reformou radicalmente essa cátedra, orientando inclusive que outros professores introduzissem na mecânica as suas aplicações. Segundo Roque (2012), esse é o primeiro livro-texto no qual uma nova visão da Análise se fez presente. A autora ainda afirmou que o período que vai da primeira metade do século XVIII até esse trabalho de Cauchy foi marcado pela exploração de aplicações das ferramentas do Cálculo na solução de problemas físicos, tais como o das cordas vibrantes ou da propagação do calor. Sendo assim, o rigor invasivo nestes processos deu-se porque esses métodos careciam de novos conceitos teóricos, tais como os de função, continuidade e convergência, que demandavam de definições mais precisas.

Desta forma, o Estilo de Pensamento francês se tornou muito desenvolvido em função das poucas divergências de opinião e de uma maior elaboração da área de conhecimento. A palavra de ordem era “coação”, ou seja, imaginemos o que não pode ser pensado de outra maneira? Durante muito tempo, vive-se em função de um determinado pensamento e aqueles que pensam diferente, geralmente, são desconsiderados ou até mesmo desmoralizados, em nome da boa nova.

Por fim, o coletivo de pensamento francês foi formado pelos matemáticos franceses que denominamos neste trabalho de “pós-newtonianos”. Decerto que poderíamos incluir, ainda neste coletivo, os cientistas – que utilizaram seus experimentos para comprovarem os cálculos matemáticos, os professores – que levaram para as suas aulas todo esse contexto e os estudantes – que receberam esse aprendizado. Todavia, temos o interesse particular, apenas, na relação dos pós-newtonianos e das suas respectivas obras que compõem a circulação de ideias intracoletivas que mantiveram firmes esse estilo de pensamento. Partindo desse pressuposto, o círculo esotérico seria, então, formado pelos pós-newtonianos franceses e o círculo exotérico pelos cientistas, professores e estudantes que participaram dessa conjuntura enquanto pares. No que tange

ainda a circulação de ideias, a ordem foi eminentemente intracoletiva, considerando a Análise Matemática no corpo teórico da Física.

Figura 9: Os círculos esotérico e exotérico.



Fonte: Autor

A figura 9 representa bem o coletivo de pensamento estudado neste trabalho. A região mais escura representa o círculo esotérico e é formado pelos pós-newtonianos. Na parte mais clara, próxima da região escura, estão os cientistas e à medida que caminhamos no sentido da circunferência (limítrofe) encontramos os professores e depois os estudantes.

Como podemos perceber a partir dos resultados encontrados neste capítulo, o estilo de pensamento francês está alicerçado num formalismo matemático que é eminentemente analítico e com ele enfatizou suas teorias, metodologias, currículos, etc.

Por tudo isso, quando uma quantidade grande de pessoas coexistem por longo tempo, em função de um objetivo comum, o estilo de pensamento se fixa e se apresenta amparado por uma articulada estrutura formal. Fleck (2010) dissera que a execução realizadora passa a dominar sobre a predisposição criativa, que cai a um certo nível disciplinado, equilibrado e discreto. É nessa situação que se encontra a ciência atual, enquanto formação específica e coletiva do pensamento.

Tudo indica que com o advento da importação do modelo francês para o ensino brasileiro, apresentou-se o estilo de pensamento francês, cujas premissas dogmáticas podem ter influenciado em muito o Ensino de Ciências que conhecemos nos dias de hoje. Mas, de que forma isso teria se dado?

Capítulo 5 – A recepção das dimensões francesas no Brasil

5.1 O Ensino de Física no Brasil

5.1.1 As relações Brasil-França

O Brasil importou o modelo de ensino francês e tudo nos leva a entender que trouxe toda essa influência a que nos referimos nas seções anteriores. Vejamos que, com o advento da instalação da Corte Portuguesa na cidade do Rio de Janeiro, em 1808, fruto das consequências da invasão napoleônica em Portugal, alguns modelos administrativos europeus foram acarretados para a nova sede do governo, com fins de atender às suas demandas. Foram eles: a Imprensa Real, a Biblioteca Real, Museu Real, Observatório Astronômico, a Escola de Cirurgia da Bahia, dentre outros. Nessa época, com respeito ao ensino de Ciências Físicas²⁹ e Matemática, o acesso a esses conhecimentos deram-se na Academia Real Militar, a partir de 1810.

A disciplina de Física não entrou no currículo brasileiro com a finalidade de ser utilizada por conta dos anseios estudantis. Segundo Buss (2017),

Ao contrário, a disciplina de Física no Brasil não foi construída com esse propósito, mas, vinda de uma realidade francesa, ingressou num currículo confessadamente humanista. Desde sua gênese, o conteúdo apresentado pela disciplina era 'independente do contexto', isto é, um conhecimento de abordagem teórica desenvolvido para fornecer generalizações e universalidades. (BUSS, 2017, p. 162).

Para Sampaio (2004), a organização do currículo seguiu o padrão francês onde a concepção humanística era a essência da educação clássica e erudita, sendo complementado pelos estudos de ciências sociais, da matemática e de

²⁹ Carta Régia de 4 de dezembro de 1810; “ ... se estabeleça huma Academia Real Militar para hum Curso completo de Sciencias Mathematicas, de Sciencias de Observação, quaes a Physica, Chymica, Minerologia, Metallurgia, e História Natural ...”

ciências. Segundo Chervel apud Nicioli Júnior & Mattos (2007a), disciplinas como retórica, línguas, filosofias, etc. tinham como função desenvolver o intelecto dos indivíduos, a fim de capacitá-los para o ensino superior, dando ao ensino secundário um caráter propedêutico. Ainda segundo esses autores, disciplinas de caráter científico, portanto, não tinham uma função nesse processo, ficando praticamente excluídas do currículo.

Como se pode perceber, inicialmente, a disciplina Física teve uma rejeição natural frente à conjuntura humanista na qual se estabelecia a educação brasileira. Isso decorre de que a Física não tinha utilidade para os problemas do cotidiano correlato. Dessa forma, elevou-se a disciplina para um patamar de curso preparatório, sem grandes pretensões de evocar as profissões mais importantes da época, somando-se a isso o fato de não ter pesquisa associada e, portanto, tornou-se relegada ao segundo plano. Para Buss (2017),

Seu estudo não era importante para se alcançar os diplomas e as ocupações que garantiram os melhores salários e as maiores posições sociais. Ao contrário, a Física era vista como preparatórias para profissões técnicas e aquelas consideradas de segunda classe, como funcionalismo público, indústria e comércio. Muitas vezes a Física foi opcional e seu posicionamento no currículo era alterado a cada reforma educacional. Só não deixou de ser lecionada porque era considerada importante no modelo francês no qual o Brasil se espelhava. (BUSS, 2017, p. 162-163).

Para Haidar apud Nicioli Júnior & Mattos (2007a), nessa época também não era necessária a formação de pessoas para o desenvolvimento tecnológico do país, já que a mão-de-obra era exclusivamente escrava sendo desnecessário qualquer avanço científico.

Segundo Carta Régia de 4 de dezembro de 1810, as disciplinas (cadeiras) ministradas foram organizadas segundo a tabela 9. Observemos, com atenção especial, o terceiro e quarto anos, a partir da inclusão da cadeira mecânica e física, respectivamente:

Tabela 9: Disciplinas (cadeiras) ministradas na Academia Real Militar a partir de 1810

Ano	Cadeiras
1º	Aritmética, álgebra, geometria, trigonometria e desenho
2º	Álgebra, geometria, geometria analítica, cálculo diferencial e integral, geometria descritiva e desenho
3º	Mecânica, balística e desenho
4º	Trigonometria esférica, física, astronomia, geodésia, geografia geral e desenho
5º	Tática, estratégia, castrametração (arte de assentar acampamentos), fortificação de campanha, reconhecimento do terreno e química
6º	Fortificação regular e irregular, ataque e defesa de praças, arquitetura civil, estradas, portos e canais, mineralogia e desenho
7º	Artilharia, minas e história natural

Fonte: Carta Régia de 4 de dezembro de 1810

Trata-se do primeiro currículo escolar que se tem notícias e ele nos demonstra que já existia, nessa época, um entendimento de que as cadeiras de Matemática viriam, hierarquicamente, antes das cadeiras de Física e das demais técnicas, aparentemente com fins de auxílio instrumental.

A Academia Real Militar recebeu diversas nomenclaturas ao longo de muitos anos e, atrelado a isso, seus currículos foram a todo tempo modificados. Os seus estatutos indicavam sempre a utilização dos livros-textos franceses e o currículo que devia seguir tinha como base os pressupostos determinantes da

Carta Régia, de 4 de dezembro de 1810, que indicava a obrigatoriedade da tradução de tais livros-textos. A Imprensa Real contribuiu para a disseminação das ideias francesas, no Brasil, uma vez que reproduziu boa parte dessas literaturas. Segundo Silva (2003), a forte influência foi na área de Ciências Físicas e Matemática. Ainda com Silva (2003),

[...] constava em seus estatutos o fato de os professores serem obrigados a organizar textos didáticos moldados sobre livros adotados, geralmente de autores franceses, para uso de seus alunos. Esse foi o forte motivo das traduções, para a língua portuguesa, de várias obras matemáticas para uso na academia. Mas, nem sempre a autoridade maior cumpria com sua parte, que era financiar a publicação dos compêndios traduzidos. Mesmo assim, foram feitas traduções e publicações de obras de L. Euler, A. M. Legendre, S. F. Lacroix, N. L. Lacaille, dentre outros. (SILVA, 2003, p. 34).

Destaque para os livros de Silvestre François Lacroix (1765-1843), que foi professor de várias escolas francesas, dentre elas a *École Polytechnique*. As suas obras são o “Tratado Elementar d’Arithmetica”, “Elementos d’Álgebra”, “Tratado Elementar de Aplicação de Álgebra à Geometria”, “Elementos de Geometria” e “Tratado Elementar de Cálculo Diferencial e Cálculo Integral”. A título de exemplificação, o livro *Tratado Elementar*, teve três edições, regendo livre de 1797 a 1819. O alcance dos seus livros, no século XIX, é de uma proporção extraordinária, a ponto de influenciar vários outros autores de diversos países. Com respeito às áreas de Física e Química, as seguintes obras foram traduzidas e publicadas: os dois volumes do “Tratado Elementar de Física”, do abade René-Just Haüy (1810) cuja adoção se estendeu por várias décadas; o “Tratado Elementar de Mecânica”, de Louis-Benjamin Franouer (1812), dividido em 4 partes; o “Tratado de Ótica”, do abade Nicolas-Louis de La Caille (1813) e a “Filosofia Química”, de Antoine-François Fourcroy. Segundo Nicioli Júnior & Mattos (2008), no livro de Haüy, todo o conteúdo de Física é tratado com uma abordagem qualitativa, sem fórmulas, tabelas, figuras, exercícios ou exemplos.

Em 1839, a Academia Real Militar passou a ser chamada de Escola Militar da Corte e em 1858, de Escola Central e foi fortemente orientada pelo Positivismo de Comte onde as suas influências refletiram no desenvolvimento científico do Império e mais adiante na República. Vale ressaltar que a doutrina cerceava a criatividade ao desejar eliminar as questões especulativas e

metafísicas da indagação científica. Segundo D’Ambrósio (2011), talvez pela ênfase dada à objetividade, o pensamento de Comte entusiasmou muito o desenvolvimento da Ciência no Brasil, estimulando os setores técnicos, práticos e aplicados.

As primeiras aulas práticas de Física foram voltadas para a formação de militares e médicos. Para Videira e Vieira (2010), elas foram ministradas no Laboratório de Química e Física do Museu Nacional. Pouco depois, no início da década de 1830, a Física ganhou sua autonomia como disciplina nos cursos médicos do Rio de Janeiro, respeitando-se um padrão existente em países europeus.

Soma-se a isso a façanha do maranhense Joaquim Gomes de Sousa, de alcunha “Sousinha”, bacharel em Ciências Físicas e Matemática, que recebeu o primeiro grau de doutor em 1848 com a tese intitulada de “Sobre o modo de indagar novos astros sem auxílio das observações directas”. Segundo Videira e Vieira (2010), para Costa Ribeiro, Sousinha foi o “primeiro físico-matemático brasileiro” e sua tese tratou da estabilidade de sistemas de equações diferenciais. A proposta de tema da tese de Sousinha pode nos indicar que as inter-relações entre a Física e a Matemática já estavam sendo contempladas nos trabalhos dos primeiros intelectuais brasileiros.

Abaixo segue a capa da referida tese,

Figura 10 – Capa da tese do Sousinha



Fonte: Google Images³⁰

³⁰ <https://conhecimentoinfinito.wordpress.com>

A partir de 1850, frente a um desejo de processo de modernização do país, mostrava-se necessário a separação do ensino militar e do civil e, com o decreto número 2.116, datado de 1º de março de 1858, foi criado os cursos de Matemática e de Ciências Físicas e Naturais com as seguintes cadeiras:

Tabela 10: Disciplinas (cadeiras) ministradas na Academia Militar da Côrte a partir de 1858

Ano	Cadeiras
1º	Álgebra, trigonometria plana, geometria analítica, física experimental, meteorologia, desenho linear, topográfico e de paisagem
2º	Geometria descritiva, cálculo infinitesimal, cálculo das probabilidades das variações e diferenças finitas, química e desenho descritivo e topográfico
3º	Mecânica racional e aplicada as máquinas em geral, máquina a vapor e suas aplicações, mineralogia, geologia e desenho de máquinas
4º	Trigonometria esférica, ótica, astronomia, geodésia, botânica, zoologia e desenho geográfico

Fonte: Decreto número 2.116, com data de 1º de março de 1858

Segundo Videira e Vieira (2010), aos poucos, a Física ganhou espaço, mas permaneceu, ainda, como disciplina a ser ministrada nas academias militares e escolas profissionais que surgiram nas décadas seguintes. Conforme tabela 10, acima, as disciplinas de Matemática e de Física predominavam nos dois primeiros anos e permeavam os dois últimos. Nesse contexto, percebemos que elas começaram a povoar os currículos nacionais, mesmo que ainda timidamente. Atentemos para a quantidade de cadeiras analíticas de onde o algebrismo reinava.

Para Samaniego (1994),

Em 1857, o positivismo conquista um importante adepto que exercia grande influência na propagação de suas ideias, Benjamin Constant, que foi um dos primeiros professores da Escola Politécnica a lecionar Física e Matemática, usando, como modelo, os livros de Comte. É na sua longa carreira como professor que difunde as ideias de Comte entre os moços de classe militar. A sua aceitação do positivismo não se restringiu ao lado científico, mas também ao social (sem aderir ao

religioso), daí sua participação ativa nos assuntos políticos da época, que culminaram com a instauração da República. (SAMANIEGO, 1994, p. 108).

Em 1870, aconteceu uma grande reforma nos estatutos da Escola Central, transformando-a em uma escola civil. Por força do Decreto Imperial número 5.600, de 25 de abril de 1874, nascia a Escola Politécnica que em 1896 seria chamada de Escola Politécnica do Rio de Janeiro. A finalidade da Politécnica era formar engenheiros. Para Silva (2003), esse modelo foi inspirado em escolas francesas, pois a *École Polytechnique* de Paris, fundada em 1794, tinha como objetivo central preparar diversas categorias de engenheiros, por meio de um curso básico de dois anos de duração e logo em seguida os estudantes foram enviados para as escolas profissionalizantes. É nessa conjuntura que foram idealizadas a *École Polytechnique* e a *École Normale*. No que tange ao interesse deste trabalho, versamos sobre a Escola Politécnica cuja parte do curso era introdutória e obrigatória, tinha dois anos de duração e se constituía das seguintes cadeiras:

Tabela 11: Disciplinas (cadeiras) ministradas nos cursos de engenharias da Escola Politécnica

Ano	Cadeiras
1º	Álgebra (equações algébricas e logaritmos), geometria no espaço, trigonometria retilínea, geometria analítica, física experimental, meteorologia, desenho geométrico e topográfico
2º	Cálculo diferencial e integral, mecânica racional e aplicada às máquinas elementares, geometria descritiva, trabalhos gráficos a respeito da solução dos principais problemas da geometria descritiva, química inorgânica, noções gerais de mineralogia, botânica e zoologia

Fonte: Decreto Imperial número 5.600, de 25 de abril de 1874.

Esse foi o modelo que prosperou para o currículo das engenharias. Conforme tabelas 9, 10 e 11, vale ressaltar o predomínio dos conteúdos básicos de matemática e uma física eminentemente aplicada. Com a reforma de 1899 os cursos de Ciências Físicas e Matemáticas e Ciências Físicas e Naturais foram

extintos, tornando-se disciplinas propedêuticas dos cursos de engenharias. Segundo Nicioli Júnior e Mattos (2007a),

Consideramos como marco principal para a disciplina Física o momento em que se torna obrigatória nos preparatórios na década de 1880 começando, a partir daí, a ser introduzida em nosso ensino e a alterar o caráter exclusivamente humanístico-literário. Exceção feita às escolas militares que, juntamente com o ensino médico, já apresentavam as disciplinas Física e Química, porém somente no currículo do ensino superior. Destacamos o Ensino Militar como o grande precursor do ensino de Física no Brasil já que durante quase um século foi responsável pela formação do engenheiro no Brasil. A escola politécnica do Rio de Janeiro é um resultado disso. (NICIOLI JÚNIOR e MATTOS, 2007a, p. 11).

Os cursos superiores de Matemática e Física somente aconteceram depois de 1933 com a criação das universidades. A influência francesa trouxe um modelo de escolas isoladas que mais tarde seriam agrupadas em universidades. Mais adiante, no século XX, é que iremos perceber que as universidades brasileiras também foram filhas tardias desse contexto europeu que formavam seus profissionais fora do sistema universitário, com fins de atender os anseios da burguesia industrial.

5.1.2 Os livros-textos utilizados no Brasil

Na Constituição de 1824, promulgada por D. Pedro I, existiu um tópico destinado à educação que foi o “divisor de águas” no contexto nacional. Segundo Martins (2015), entre as medidas estabelecidas para a melhoria do ensino no país estava a criação de um colégio que teria como referência os colégios europeus, particularmente os franceses. Segundo Lorenz (1995),

Deve-se lembrar que o Colégio Pedro II serviu como padrão para os colégios públicos e até mesmo aos particulares durante o século XIX e nas primeiras décadas do século XX, e que seu colegiado exerceu um papel importante na elaboração de programas de ensino a serem adotados a nível nacional até meados do século XX. Desta forma, informações sobre os estudos ministrados no referido colégio permitem descrever a evolução do ensino secundário público em geral e do ensino de Ciências em particular. (LORENZ, 1995, p. 71).

Para Lorenz (1995), a escola pública brasileira, representada pelo Colégio Pedro II, devia a sua inspiração pedagógica à herança francesa e manteve uma certa fidelidade às correntes intelectuais daquele país em relação ao ensino de ciências.

A tabela 12, a seguir, demonstra com veemência a continuidade dessa influência no ensino secundário, que foi representado nessa época pela instituição-modelo Colégio Pedro II e, que manteria a hegemonia francesa no Brasil por mais de 100 anos.

O primeiro livro-texto de Física a ser adotado, no Colégio Pedro II, foi *La physique rééditée em tableaux raisonnés*, de Etienne Barruel, de 1798. Segundo Sampaio apud Nicioli Júnior & Mattos (2008), esse livro foi recomendado pelo Ministro Bernardo de Vasconcelos e traduzido pelo Cônego Francisco Vieira Goulard. Essa obra detinha uma abordagem mais conceitual, sem grandes preocupações com aplicabilidades do cotidiano correlato. Para Nicioli Júnior & Mattos (2008), apesar disso, destaca-se que devido ao enfoque humanístico, esse livro satisfazia às necessidades educacionais da época, pois, não tinham como objetivo uma ênfase científica em seu currículo.

Ao consultar, por exemplo, os programas de ensino do Colégio Pedro II, a partir de 1850 podemos perceber a forte influência francesa. Vejamos,

Tabela12: Tabela que demonstra a influência francesa por cerca de 100 anos no ensino básico brasileiro conforme orientação do Colégio Pedro II

Ano do Programa	Livro didático recomendado (área de Física)
1850	-
1856	Éléments de Chimie, precedes de motins de Psique, Fuerin-Varry
1858	Compendio de Physica, Dr. Meirelles
1862	Compendio de Physica, Dr. Meirelles
1877	Lições normaes de Physica, Dr. Pouille (d'Arniens)
1878	Lições normaes de Physica, Dr. Pouille (d'Arniens)
1882	Physica, Albert Ganot (última edição)
1892	Compendio, Drion e Fernet
1893	Compendio, Albert Ganot
1895	Materiais para estudo da mecânica geral, Dr. J. Eulálio da Silva Oliveira Astronomia Popular, A. Comte
1898	Physica, Albert Ganot Mecânica, F.I.C.
1912	-
1915	-
1926	Physica, Albert Ganot (última edição)
1929	Physica, Albert Ganot Tratado de Physica, Raul Romano Elementos de Physica, Antônio de Pádua Dias
1931	-
1942/1946	-
1951	-

Fonte: (VECHIA; LORENZ, 1998)

Segundo Martins (2015), ao longo do período de 1850 a 1951³¹, o colégio desenvolveu 18 programas de ensino que foram considerados currículos do ensino secundário e que deveriam ser adotados pelas demais instituições de ensino do país. Ao analisar a tabela 12, acima, fica claro que cerca de 70% dos livros indicados durante 101 anos eram eminentemente franceses ou de traduções francesas e quando eram de autoria de brasileiros creditavam-se a eles fortes influências francesas. Dessa forma, os programas de Física de 1856, 1877, 1878, 1882, 1892, 1893, 1898, 1926 e 1929 eram de livros franceses; os de 1858, 1862, 1895 e 1929 eram de autores brasileiros, sendo que no último ano também foi recomendado um francês. Para Coimbra apud Martins (2015), o currículo desenvolvido pelo colégio rompeu com uma longa tradição de ensino de tendência humanística. Apenas com a criação desse colégio-modelo ocorreu, de fato, a inserção de disciplinas da área científica no currículo oficial.

Beneti (2014) enfatizou,

Em resumo, o ensino de física nesta instituição entre 1838 e 1869 foi pautado, em geral, no ensino expositivo de conceitos físicos sem formalização matemática. De 1869 a 1890 o ensino de física foi enciclopédico, expositivo e conceitual com formalização matemática dos problemas físicos e com atividades de práticas experimentais em laboratório didático de física. (BENETI, 2014, p. 142).

Sampaio (2004) reafirmou que os livros de Física adotados antes de 1870 apresentaram conteúdos de forma qualitativa, discutindo alguns conceitos, enquanto os livros após 1870 apresentam conteúdos mais elaborados e matematizados, com figuras, descrição de experimentos, etc.

A fase temporal entre 1838-1869 tem como característica especial um cunho mais humanista. Isso se deve por causa da influência dos periódicos. Para Nicioli Júnior & Mattos (2007a), essa diferença não significa que os livros anteriores a 1870 eram superficiais ou incompletos, mas sim adequados às expectativas das instituições e do público ao qual se destinava. Vale ressaltar

³¹ Vale ressaltar que nesta ocasião as cadeiras das Ciências Físicas eram compostas pelas disciplinas de Física e Química, embora os seus conteúdos fossem apresentados separadamente. Elas permaneceram juntas até 1925.

que, nesse período, a Física não era estudada com profundidade devido a sua posição secundária no currículo nacional.

Por outro lado, Beneti (2014) nos informou algo importante, dizendo que nada mudou muito desde então.

Os conteúdos de física presentes nos livros didáticos eram muito parecidos com os conteúdos atualmente apresentados aos alunos do ensino médio brasileiro, com exceção das descobertas científicas posteriores a este período, que por motivos óbvios não poderiam estar presentes nos livros deste período. (BENETI, 2014, p. 142).

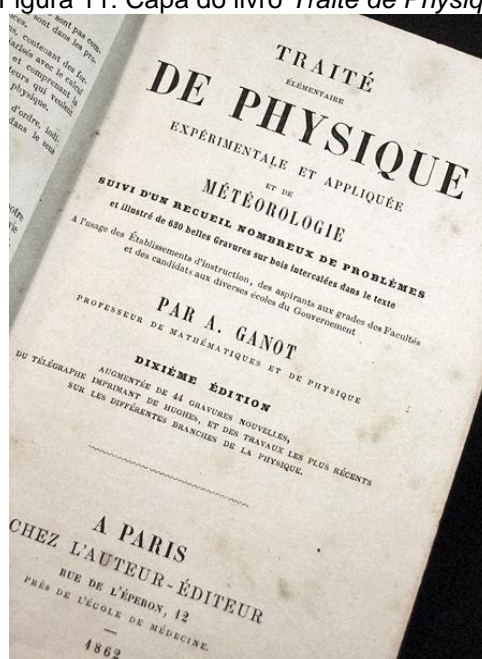
Destaque na tabela 12 para alguns livros que consideramos especiais: o primeiro livro de autor brasileiro “Lições Elementares de Physica”, de Saturnino de Meirelles (1856), que era professor do Colégio Pedro II, e que segundo Sampaio (2004) era composto de 50 páginas e dividido em 24 lições. O livro não dispôs de sumário, introdução e não possuía nenhuma fórmula, gráfico, figura ou esquema, em nenhuma página. Também não apresentava problemas, exercícios ou perguntas. Moraes (2011) reafirmou que a obra de Meirelles não explicitou o processo de construção desse conhecimento e também não fez uso da linguagem matemática. O livro de Meirelles fez apenas descrições de instrumentos e experimentos.

O livro de Adolphe Ganot, titulado de *Traité de Physique* (1851) foi adotado em 1882 pelo Colégio Pedro II e foi utilizado até 1932, inclusive na Escola Politécnica de São Paulo. Ganhava força com a reforma do Ministro Benjamim Constant, em 1890, que era um nato-admirador do Positivismo francês e que idealizou que as Ciências passassem a ser valorizadas, rompendo assim com a educação humanística, através da implementação de disciplinas e do aumento de carga horária. A obra de Adolphe Ganot é considerada um “divisor de águas” no sentido do seu estilo. Ela rompeu com a visão qualitativa dos livros anteriores de física, expressando uma mudança para a abordagem quantitativa dos conteúdos, explicitando os primeiros exercícios a serem resolvidos. A sua abordagem foi, de fato, matematizada, pois era mais voltada à experimentação. A obra de Ganot abriu caminhos para outras obras, inclusive brasileiras. Essa fase temporal, a partir de 1870, tem como característica

especial um cunho mais matematizado. Isto se deve em função da influência dos manuais.

Segundo Moraes (2011), o conhecimento presente na obra de Ganot foi abordado utilizando linguagem matemática para deduções e apresentações de fórmulas. Para Nicioli Júnior & Mattos (2008), todas as suas edições contêm figuras, deduções algébricas e algumas ferramentas matemáticas que hoje utilizamos no ensino superior. É possível perceber exercícios no final do livro, como apêndices, chegando, por exemplo, a mais de 200 na edição de 1923.

Figura 11: Capa do livro *Traité de Physique*



Fonte: Google Images³²

Ainda segundo Nicioli Júnior & Mattos (2012),

Ganot era doutor em ciências físicas, diretor de estudos do laboratório de pesquisas físicas da escola prática de Hautes Études e bacharel em matemática e filosofia, além de ser professor de matemática e ciências físicas e naturais. O livro de Ganot *Traité élémentaire de physique* foi publicado em 1851 e, três anos mais tarde, foi ampliado, passando a incluir conceitos de meteorologia. O novo texto, agora intitulado *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée, et de météorologie* (1851), teve dezoito reedições. (NICIOLI JÚNIOR e MATTOS, 2012, p. 861, grifo do autor).

32

<https://www.google.com.br/search?biw=1366&bih=626&tbm=isch&sa=1&ei=HCJGXNe1A8LZ5>

Foi nessa conjuntura que existiu uma ênfase maior na adoção de livros estrangeiros os quais detinham um forte enfoque matemático em seu conteúdo. Podemos perceber, claramente, nos livros *Physica* (1892), de J. Langlebert que as descrições físicas foram feitas com base na matemática. No livro de Nobre (1896), o estilo implementado por Ganot também foi garantido. Nesses livros também existiam uma apelação para a utilização, inclusive, do Cálculo Diferencial.

Para Nicioli Júnior & Mattos (2012), em se tratando dos livros de autores brasileiros, tais como Raul Romano com o “Tratato de Physica Elementar” (1928) e Antônio de Pádua Dias com “Curso Elementar de Physica” (1920), seguem-se também o mesmo estilo de Ganot, Langlebert e Nobre. Vale ressaltar, ainda, que com um diferencial a mais: os exercícios foram trazidos durante cada seção, ao invés de vir somente no apêndice. Ainda segundo Nicioli Júnior & Mattos (2012),

Podemos identificar nessa nova abordagem, em ambos os livros, um resumo das descrições dos experimentos, mas não um desaparecimento completo, e um aumento das demonstrações algébricas. Um destaque importante do livro de Romano (1928) é a inclusão dos exercícios nos livros. É muito importante ressaltar que a metodologia de aplicação dos exercícios nos livros brasileiros foi iniciada nessa época, porém não como nos livros franceses onde isso era realizado como apêndice, mas diretamente no conteúdo. Essa nova proposta altera o conteúdo dos livros didáticos de Física para sempre. O que vemos a partir daqui é a introdução dos exercícios no conteúdo dos livros, na função de exemplos e na fundamentação do conteúdo. (NICIOLI JÚNIOR e MATTOS, 2012, p. 863).

Os autores brasileiros inovaram no Ensino de Ciências e os livros didáticos de Física da atualidade são praticamente réplicas da influência deste período.

Por tudo isso, fica evidente a forte influência francesa nos livros-textos brasileiros promovendo, assim, a veiculação do corpo teórico-prático da Física no contexto educacional, até meados do século XX. Essa influência trouxe consigo características peculiares, tais como a diminuição das abordagens qualitativas, o aumento das abordagens quantitativas fomentadas pelo advento e maior frequência dos exercícios de conotação algébrica.

Quando observamos a nossa sala de aula de hoje, no que diz respeito à forma como os livros-textos de física franceses foram descritos neste trabalho, percebemos alguma grande diferença?

5.1.3 A estruturação do pensamento físico vigente

Como está o Ensino de Física na atualidade? Como estão os nossos cursos de Física? Estamos trabalhando mais ou menos a fenomenologia? Nossos cursos encontram-se mais ou menos matematizados? Questionamos se seria um ensino mais voltado para o campo interno da Física ou ao campo externo, da Matemática?

As questões supracitadas podem ter respostas tanto do ponto de vista pessoal quanto advindas de pesquisas realizadas no campo escolar e acadêmico. Respostas de cunho pessoal todos nós podemos dar, mas neste trabalho, com intuito de contribuir com as reflexões, para melhor compreendermos a matematização no Ensino da Física, nos cursos atuais, faremos jus às respostas de pesquisa, trazendo estudos de autores renomados na área.

Os professores Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira (Universidade de São Paulo - USP) e Ricardo Avelar Sotomaior Karam (Universidade de Copenhague - UCPH) concordam que atualmente se faz necessário compreendermos qual é o papel ou quais são os papéis da Matemática no Ensino de Física com fins de dialogarmos sobre a estruturação do pensamento físico vigente. Isso decorre porque segundo eles a matemática tomou conta dos cursos de física no Brasil, isto é, os cursos de física encontram-se muito matematizados. Segundo Silva e Pietrocola (2003),

Normalmente, as leis físicas são expressas através da linguagem matemática. Devido a uma precária discussão sobre o papel da Matemática na Física, os estudantes normalmente veem as equações como meras fórmulas, sem notarem que elas são funções relacionadas com modelos particulares para a descrição de certos aspectos do mundo empírico. Por outro lado, muitos professores ainda têm a

concepção ingênua de que, devido a sua precisão e universalidade asseguradas por sua estrutura formal, a Matemática é apenas uma ferramenta a mais utilizada pelo método empírico-indutivo. (SILVA e PIETROCOLA, 2003, p. 1).

Partindo desse pressuposto de que é necessária uma melhor elucidação sobre o papel da Matemática no Ensino de Física, iremos trazer algumas definições sobre a “matematização” elencadas por alguns renomados autores no tema. Segundo Mendes e Batista (2016),

Hans Freudenthal (1905-1990), idealizador da "matemática realística", define matemática como a "organização da realidade com significado matemático" (1973 apud LUCAS; BATISTA, 2011, p. 455).

Já Treffers e Goffree (1985, p. 100) a conceituam como "[...] uma atividade de organização e estruturação por meio da qual se adquire conhecimentos e habilidades para descobrir regularidades, conexões, e estruturas ainda desconhecidas".

Para Lucas e Batista (2011, p. 456), matemática consiste na "[...] atividade matemática que possibilita a organização e a estruturação dos fenômenos naturais pertencentes à realidade complexa, por meio de uma identificação de regularidades, padrões, relações e, posteriormente, estruturas matemáticas".

Segundo a pesquisadora francesa Roux (2010, p. 3, tradução nossa), "[...] a matemática refere-se à aplicação de conceitos, procedimentos e métodos desenvolvidos em matemática para os objetos de outras disciplinas ou, pelo menos, de outros campos do conhecimento".

Pietrocola (2002, p. 93), ao discutir o papel da Matemática na Física, diz que a matemática "[...] se configura como uma 'tradução matemática', em que o cientista seria o tradutor pela sua capacidade de transitar entre os dois 'idiomas': da natureza e da Matemática" (MENDES e BATISTA, 2016, p. 761).

Para nós, a matemática configura-se a partir de um olhar matematizado que promove ações em uma área que geralmente é extra-matemática e que requer atentarmos, concomitantemente, para as questões de origem histórica-epistemológica, uma vez que a matemática não deve ser somente referenciada como uma ferramenta em si e sim como uma propriedade constituinte da teoria do conhecimento científico.

Não defendemos uma Física sem Matemática, apenas entendemos ser de extrema prioridade que esse tema seja discutido no âmbito da formação inicial, pois existe uma crise instaurada por ocasião de uma possível utilização

inadequada da matemática. Pietrocola e Karam acreditam que, a depender da escolha do papel da matemática para o ensino de física, poderemos ter fortes consequências pedagógicas, principalmente, no contexto do Ensino Básico. Por um lado, devemos evitar ao máximo um ensino que seja predominantemente tecnicista, acrítico e que não gere em nossos estudantes a sensação de uma ciência já pronta e acabada. Devemos estimular um ensino que seja mais humanista, crítico e que estimule nossos estudantes para a compreensão de que a ciência está sempre em construção. Por outro lado, nos cabe indagar se essas emoções impregnadas, às quais sucumbem a ciência nacional, não chegam as nossas salas de aula?

Aproveitamos, então, o contexto acima e indagamos qual seria, enfim, o real papel da Matemática no Ensino de Física? Referimo-nos se seria um papel eminentemente instrumental ou de linguagem?

A depender da resposta poderemos ter uma ideia de como a comunidade escolar e acadêmica conotam a relação entre a Física e a Matemática e isso deve ter um desdobramento pedagógico muito forte para o Ensino de Física, inclusive, em âmbito nacional.

No ensino médio, há algum tempo, por exemplo, atribui-se à Matemática o status de um “bicho papão” que aterroriza em especial o Ensino de Física, haja vista que muitos colegas afirmam que os estudantes não conseguem chegar ao sucesso na área, exclusivamente por deficiências explícitas nos conceitos matemáticos necessários, a exemplo, do algebrismo. No compreender de Mendes e Batista (2016),

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. Matthews (1995, p. 165) já alertava que um “[...] mar de falta de significação” tem “inundado as salas de aula de Ciências, [...] fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam”. (MENDES e BATISTA, 2016, p. 758).

Isso decorre de “pré-conceitos” reverberados em muitos discursos de professores e insinuações de alguns autores de livros didáticos. Pietrocola

(2010) afirma que a “Matemafobia” é um velho clichê conhecido no ensino médio e que pode dar explicações ao insucesso na Física, nesse nível, exclusivamente acometido pela deficiência em Matemática.

Para Carneiro e Penido (2015),

As aulas de Física são consideradas pelos alunos como momentos de muitas fórmulas matemáticas e de muitas resoluções de problemas, no velho estilo de uma aula comportamentalista com suas grandes listas de exercícios, sem que ao final da referida aula os conceitos físicos perdurem até a aula seguinte. (CARNEIRO e PENIDO, 2015, p. 7).

Dessa forma, professores de física, coordenadores pedagógicos, equipes diretivas das escolas e até mesmo os próprios estudantes consideram que o sucesso em Matemática seria condição necessária para se obter sucesso na Física.

Pietrocola (2010) e Karam (2012) afirmam que quantos de nós não escutamos os colegas de área falarem o seguinte texto aos nossos estudantes: “para você entender esse problema de Cinemática é necessário conhecer as funções e seus gráficos a fundo”. Aliás, a Cinemática em particular é um dos conteúdos de Física, em que o professor mais se esmera para engendrar toda aquela matemática, envolta de funções, definições, equações, tabelas, gráficos até chegar finalmente à interpretação e modelização do fenômeno físico. Aqueles professores mais reticentes ainda diriam: “a partir daí é com vocês (estudantes) e a matemática que aprenderam no curso anterior ou no semestre anterior”. A Matemática utilizada é aquela essencialmente instrumental, isto é, que envolve plotagem de gráficos, divisão com decimais, resolução de equações, isolamento de uma das variáveis, cálculo de determinantes, etc. São ações que pertencem eminentemente ao campo da Matemática. Tumiraro (2004 apud Karam & Pietrocola, 2009, p. 192),

Em sua tese de doutorado, Tumiraro (2004) também defende que a Matemática utilizada na Física possui uma semântica diferente daquela ensinada pelos professores de Matemática. Essa defesa é fundamentada em três dimensões: 1) os estudantes têm dificuldade de mapear/traduzir conceitos dos cursos de Matemática para os cursos de Física; 2) existem diferenças ontológicas entre a Matemática ensinada nos cursos de Matemática e a Matemática necessária nos

cursos de Física (citando como exemplos as diferenças entre Força e Resultante das Forças, constantes universais e parâmetros experimentais, variáveis dependentes e independentes, condições iniciais e de contorno, etc.) e 3) os estudantes acham que existe uma diferença entre a “Matemática das aulas Física” e a “Matemática das aulas de Matemática” (essa afirmação é baseada na análise das falas dos próprios estudantes).(TUMIRARO, 2004 apud KARAM e PIETROCOLA, 2009, p. 192).

A tese de Tumiraro nos faz refletir que urge a necessidade de propormos discussões e debates sobre essas três dimensões que influenciam, muitas vezes até inconscientemente, os nossos cursos de física. Essas três dimensões fazem com que os estudantes se tornem desestimulados, causando desinteresses constantes, justamente por não saberem como distinguir o papel da Matemática no Ensino de Física. Essa área merece esses esclarecimentos, sob pena de lamentarmos eternamente os excessos injustificáveis.

Dessa forma, ressaltamos que nos livros didáticos nacionais os conteúdos de Matemática e de Física não vêm pareados, inclusive os pertencentes ao Programa Nacional do Livro Didático - PNLD, isto é, os conteúdos dessas disciplinas não vêm integralizados no ano-a-ano escolar. Por exemplo, um livro de 1º ano de Física cujos conteúdos de Matemática se fazem necessários não são correspondidos no livro de Matemática da mesma série (do mesmo ano). Aliás, Campos (2000) propôs que ao ministrarmos a Cinemática devêssemos tomá-la como um ambiente propício à integralização da Matemática com a Física. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, documentos nacionais delineadores dos conteúdos das disciplinas, recomendam a integração das disciplinas de características comuns no que condiz com uma articulação pedagógica propositiva. Em razão disso, os professores em formação e em serviço deveriam ficar atentos a esse movimento, promovendo discussões sistemáticas, contínuas e propondo resoluções práticas assertivas sobre o tema. Karam (2007) afirma que os professores dessas duas áreas não têm o costume de dialogar e perdem uma grande oportunidade de se auxiliar mutuamente.

O fato é que certamente temos muitas dificuldades no relacionar, no lidar com a Matemática, pois ela é tão próxima a nós e ao mesmo tempo tão distante do seu público-alvo - o estudante - e, sabemos que o seu elo com a Física é muito forte. Basta atentarmos à tradição escolar de resolução de exercícios na

Física que anuncia aos estudantes o papel atual da Matemática, na construção do conhecimento físico. Acrescente-se a isso que vivemos um momento escolar em que o objetivo final da educação brasileira é avaliar os nossos estudantes através de uma única “prova”, com o perdão da palavra. Essa prova denomina-se ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Nossos estudantes se preparam praticamente 15 anos de sua vida para realizá-la e grande parte dos cursos de física se sujeitam a reproduzir o que constam nos livros didáticos, que aliás, tem fins comerciais e que vendem a reputação do ENEM. Para Silva e Pietrocola (2003), a posição expressa por autores de livros didáticos da Física parece apontar para uma simplificação que pretende identificar como natural que as leis físicas sejam expressas matematicamente. E ainda que os PCNs sugeriram que se deve focar mais nos conceitos físicos, caracterizações dos fenômenos naturais e análises empíricas, porém, continuamos a ter conteúdos de física alicerçados na resolução de exercícios, cujo principal recurso de solução é a matemática.

É notório que existe certa preocupação institucional, no aspecto documental, inclusive, ainda incipiente, mas que talvez não tenha proporcionado a atenção dos docentes por diversas razões que não convém citar neste trabalho. É necessário, todavia, fazer com que essas sugestões sejam ampliadas com vias de, a todo momento, trazeremos melhoramentos pedagógicos para os nossos cursos.

Mas, o que diria o grande público (estudantes) sobre tudo isso?

(PAULINO; PAULINO; FELIX, 2007) fizeram um levantamento a respeito das impressões dos estudantes dessas disciplinas e concluíram que 90% disseram não ser possível estudar a Física sem a Matemática e 70% disseram que ambas são fortemente ligadas entre si. Essa pesquisa e seus resultados refletem o quanto nossos estudantes creditam ser a Matemática “pré-requisito” fundamental para estudar a Física, vinculando-as a uma relação de paridade constante, quiçá hierárquica ou até mesmo de subserviência da Matemática.

Na mesma perspectiva, em outra pesquisa, Karam (2007) indicou que se deve primeiro aprender a Matemática para conseqüentemente obter sucesso na Física, pois 63,6% entendem a Matemática como pré-requisito, enquanto 7%

veem a Matemática como complemento. Ao conhecer essa segunda pesquisa percebemos que a análise, na primeira, faz todo sentido. Ao remeter o sucesso da Física, primeiramente ao aprendizado da Matemática, perceberemos, então, a fragilidade dos argumentos estudantis que são frutos das concepções epistemológicas ingênuas de seus respectivos professores. Observa-se, a profundidade da inversão, ao percebermos que uma boa base em Matemática se faz necessária para uma boa compreensão na Física – uma vez que a Física se encontra amplamente matematizada. Por outro lado, está longe de se obter o referido sucesso nessa área tendo em vista que a Física é muito maior que todo esse projeto de matematização.

Dessa forma, precisamos avaliar se a Matemática está sendo utilizada de forma adequada no Ensino de Física, permitindo especial atenção à formação inicial, pois com o advento de uma boa formação docente podemos dirimir causas e efeitos inconsequentes a respeito desse tema. Como dissemos anteriormente, questões de pesquisas pertinentes à década de 1970, ainda continuam bastante atuais, o que permitiu Pietrocola (2010) argumentar que alguns profissionais chegaram a denominar a Matemática de “pré-requisito profissional”, isto é, para fazer Física há que se saber Matemática, logo é necessário ensiná-la primeiro.

Seria possível imaginarmos o estudo dos fenômenos naturais na sua completude sem a intervenção da Matemática? A Matemática seria a linguagem da Física então? De que linguagem estaríamos a falar? Daquela contemplativa galileana ou da constitutiva idealizada por Pietrocola-Karam?

Muito embora não seja o propósito deste trabalho adentrar no amplo debate sobre o processo da linguagem, a Matemática sempre se encobriu de facilitar e racionalizar o pensamento. Existem matemáticos que pensam assim também. Para o professor Bassanezi (2002), um dos objetivos dela foi o de extrair a parte essencial de uma dada situação-problema, ao tempo em que passou a formalizar um contexto abstrato onde, mais uma vez, o pensamento possa ser consumido, a partir de uma extraordinária economia de linguagem. Ainda segundo o mesmo autor, a Matemática pode ser vista como um aporte intelectual capaz de sintetizar ideias concebidas nos fenômenos naturais os

quais estão, quase sempre, camuflados num emaranhado de variáveis de menor importância.

Para Silva e Pietrocola (2003), pensando no ensino, a compreensão superficial dos reais papéis desempenhados pela matemática na estruturação do conhecimento se constitui em um tipo de obstáculo pedagógico a ser superado pela educação científica.

Afirmam ainda Silva e Pietrocola (2003) que a Física escolheu a Matemática como a sua linguagem emancipadora, isto é, aquela que pode ser considerada como a expressão de nossos pensamentos e interpretações do mundo natural e não apenas como um mero instrumento de comunicação. Muito por isso, do ponto de vista do ensino, atualmente, a compreensão superficial do papel estruturante é vista como um obstáculo pedagógico a ser superado, tanto no ensino básico como na formação inicial. Na compreensão de Pietrocola (2002) e Karam (2012), a Matemática pode ser utilizada como linguagem constitutiva da Física, isto é, trabalhar na perspectiva da concepção de linguagem como instrumento de pensamento. Para esses mesmos autores, a Matemática deveria ser uma linguagem que estrutura o pensamento físico, uma vez que historicamente podemos observar que essa qualidade de exame de pensamento foi relegada ao segundo plano, nos cursos de física, em função de se dar prioridade à resolução de exercícios eminentemente matemáticos.

Como podemos perceber, essa visão da Matemática pode gerar forte incômodo e desinteresse aos nossos estudantes. Para Mannrich (2009) quando é unicamente ferramental no Ensino de Física, sem perspectivas de compreensão do porquê da pertinência da Matemática em seu aprendizado. Reforçando, segundo (KARAM e PIETROCOLA, 2009 apud MANNRICH e SILVA, 2013), essa culpabilidade indica uma concepção em que a Matemática possuiria um caráter ferramental, um instrumento “externo” que deve ser adquirido em outro lugar ou momento (aulas de matemática) para ser usado pela Física. Sendo assim, para Pietrocola “é preciso encontrar formas de mostrar qual o papel desempenhado pela Matemática na aprendizagem da Física (PIETROCOLA, 2002, p. 91) ”.

Apresentam-se então fortes indícios de que nossos cursos de física da atualidade, utilizam a matemática como recurso instrumental muito por conta de um passado de influências voltadas para a ausência de abstrações e mentefatos, nas análises dos fenômenos físicos.

No compreender de (ALMEIDA, 2012 apud MANNRICH e SILVA, 2013), a falta de motivação dos estudantes se deve ao fato deles serem submetidos a uma prática de ensino exclusivamente centrada no instrumental matemático. O atrelamento à percepção de que essas áreas continuam separadas, ao tempo em que estão sendo trabalhadas em conjunto, faz com que não percebamos quais são os seus papéis. Existe uma possibilidade de que elas estejam sendo tratadas desta forma pelos próprios docentes, não permitindo que os nossos estudantes percebam as suas inter-relações. Os autores Mannrich e Silva (2013), concordam quando dizem que a sua pesquisa indicou que os licenciandos, ainda, estão pensando separadamente o problema matemático e o físico. Da mesma forma, Karam (2007) afirma que, apesar dessas manifestações de distinção, de independência entre essas duas áreas, demonstram-se infundadas quando são analisadas historicamente as trajetórias de cada uma delas. De fato, foi isso que pudemos perceber nos capítulos anteriores deste trabalho.

Os professores Pietrocola e Karam trazem uma proposta para refletirmos um curso de física sem a razão instrumental. Segundo Karam (2012), a Matemática pode ser utilizada como uma linguagem estruturada, destacando a função estruturante que ela pode ter no processo de produção dos objetos que vão se tornar as interpretações do mundo físico. Assim:

A realidade não é o ponto de partida, mas de chegada das interpretações físicas (Paty, 1995). Nesse processo, a Matemática, enquanto linguagem empresta sua própria estruturação ao pensamento científico para compor os modelos físicos sobre o mundo. Essas são, em última instância, estruturas conceituais que se relacionam ao mundo, mediadas pela experimentação. (PIETROCOLA, 2002, p. 106).

Argumenta ainda o mesmo autor que a Matemática, em suas características, tem a precisão, a universalidade e, o mais importante, a lógica

dedutiva – que implica na possibilidade de previsibilidade. A Matemática perfaz o caminho mais curto entre o saber sábio e o saber a ser ensinado e, se ela for bem-sucedida na sua natureza, chegará ao usuário final - o estudante - com mais facilidade. Silva e Pietrocola (2003) afirmam que a escolha da Matemática, enquanto veículo estruturador desta ciência, entre outras coisas, reside em aumentar a potencialidade dedutiva de sua teoria, permitindo novos enunciados, constatações empíricas finas, facilitando a identificação de defeitos e inconsistências e a comparação da teoria com outras rivais. Pietrocola (2002) disse que essa matematização seria como uma operação que faz parte da construção da teoria e não uma mera tradução dela. Além disso, a linguagem matemática, assim como qualquer outra linguagem, possui um conjunto articulado de ideias, e uma vez que os conceitos físicos são expressos nessa linguagem, são articulados entre si, em forma de redes, presentes em uma teoria que, devido à sua organização interna, lógica e sua coerência, constituem estruturas.

As estruturas conceituais têm propriedades específicas: são autoconsistentes, isto é, estão livres de contradições internas; são autocontidas, isto é, as definições de elementos nelas contidas começam e sempre terminam em seu interior e não fora dele, desta forma bastando-se a si mesma; são coerentes, pois não permitem contradições no seu domínio de validade. (PIETROCOLA, 2002, p. 109).

O mesmo autor ainda afirmava que a Matemática forneceria um conjunto de estruturas dedutivas, por meio das quais se expressam as leis empíricas ou princípios teóricos da Física. Da mesma forma, Karam (2007) afirmou que a Matemática seria uma forma por meio do qual são estruturadas as relações entre os elementos constituintes de uma teoria. Mas, ressalta-se também a ideia de complementaridade da Física e da Matemática, conforme vimos anteriormente, pois as duas são importantes uma para a outra, basta olhar para o passado e ver como elas se ajudaram de modo recíproco.

Para Pietrocola e Karam, os estudos dos conteúdos advindos do Ensino de Física podem dividir-se em duas partes: a primeira, no domínio técnico dos sistemas matemáticos, mais interno ao campo da Matemática, tais como a operação com algoritmos, regras, fórmulas, construção de gráficos, solução de

equações, dentre outros. Para Karam e Pietrocola (2009), denomina-se habilidade técnica a capacidade de lidar com essas propriedades matemáticas. Tradicionalmente são desenvolvidas no contexto de Ensino de Matemática, enquanto disciplina e, nem sempre estão relacionadas com qualquer tipo de aplicação e/ou situação-problema. A segunda, esses mesmos autores, denominam de habilidades estruturantes a capacidade de utilizar os saberes matemáticos para a estruturação de fenômenos físicos, isto é, ao uso organizacional da matemática, em domínios que são externos a ela. Seria pensar matematicamente os fenômenos do mundo físico ou lê-lo por uma linguagem matemática ou estruturá-lo por meio da matemática. (MANNRICH e SILVA, 2013 apud KARAM, 2012) afirmaram que a função estrutural da Matemática na Física (habilidade estruturante) deveria ser um dos principais objetivos para o Ensino de Física. Ainda segundo esses autores, ela está relacionada com a capacidade de utilizar a matemática em contextos externos a ela, em outras palavras, de compreender os fenômenos físicos matematicamente. Na mesma linha, Silva e Pietrocola (2003) disseram que,

O que afirmamos é que ao dizer que a Matemática se constitui na linguagem da física, devemos analisá-la como expressão do próprio pensamento, e não apenas como instrumento de comunicação. A Matemática é a maneira de estruturarmos nossas ideias sobre o mundo físico, embora possa em determinados momentos se assemelhar a uma simples descrição de objetos. Embora esse aspecto descritivo seja o mais enfatizado nos processos de ensino-aprendizagem, a sua maior importância reside no seu papel estruturante. É nesses momentos que ela desempenha participação no processo de produção de objetos-conceituais que participam das interpretações do mundo físico. (SILVA e PIETROCOLA, 2003, p. 2).

Mendes e Batista (2016) também entendem que a Matemática é uma linguagem e um processo epistemológico escolhido pela Física para melhor e mais precisamente expressá-la.

Aqui jaz o cerne da distinção entre a linguagem contemplativa-descritiva da natureza proposta por Galileu e a linguagem constitutiva-teórica de Pietrocola-Karam. A linguagem matemática não traduzirá as regularidades impostas pela natureza, mas fará parte das nuances teóricas do corpo da Física, permitindo assim que possamos identificar com mais qualidade a sua razão

estruturante em cada fenômeno natural. Esse olhar permite que não fiquemos a resolver apenas exercícios com fórmulas, mas que possamos discutir e refletir descritivamente cada elemento-constituente da teoria física.

Karam e Pietrocola (2009) disseram que em geral as habilidades estruturantes no Ensino de Física passam pela discussão sobre os modelos (modelização). Os processos de construção desses modelos dificilmente são abordados no ensino e quase sempre são apresentados prontos e acabados. Geralmente esses modelos são “vendidos” por retratarem fielmente o cotidiano tal como ele é. Para Angell *et al* (2008) apud Karam e Pietrocola (2009), os estudantes deveriam ser capazes de elaborar modelos, a partir da identificação de variáveis e interpretação de equações, além de construir várias representações dos mesmos e transitar por elas. Tudo indica que os professores e pesquisadores que labutam na área de investigação e resolução de problemas de física, incluindo as soluções por meio de empiria, não estão enfatizando a Matemática como linguagem estruturante do pensamento físico e, sim de forma instrumental, permitindo que seus cursos disponibilizem mais tempo de matematização. Karam e Pietrocola (2009) disseram que,

Não discordamos do posicionamento desses autores, entretanto, acreditamos que, mesmo para esses exercícios/problemas “clássicos”, é possível formular perguntas que instiguem os estudantes a refletir sobre o porquê da presença de determinadas estruturas matemáticas em fórmulas utilizadas na Física, fazendo com que os mesmos reflitam sobre algumas semelhanças existentes entre elas. Dessa forma, a capacidade de identificar os aspectos essenciais que justificam a presença de uma estrutura matemática em um modelo seria uma das mais relevantes habilidades estruturantes previamente mencionadas. (KARAM e PIETROCOLA, 2009, p. 196-197).

Para esses autores, seria necessário fazer uma prévia identificação dos “aspectos essenciais”. A partir desses aspectos essenciais, iríamos identificar a estrutura matemática pertencente ao modelo físico vigente. Dessa forma, deveriam ser realizadas indagações ao referido modelo, de modo que todos os estudantes refletissem criticamente sobre o porquê da utilização daquela determinada fórmula matemática, estendendo-o, inclusive, a outros modelos semelhantes. Mas, o que dizer sobre as discussões e debates a respeito da temática na formação inicial?

Em suas pesquisas Karam (2012) e Ataíde (2012) e Ataíde e Greca (2013), deixaram claro que é necessário rever o papel da Matemática no Ensino de Física, sob pena de sermos eternamente reféns de um processo de matematização sem precedências.

Karam (2012), na sua tese, dedicou-se a investigar com profundidade as relações entre a Matemática e a Física, a partir de um estudo de caso, num curso de Relatividade e Eletromagnetismo, na USP em 2009. A metodologia que ele utilizou foi gravar 50 aulas de 1h45min cada, em um curso de Física e analisar 19 episódios, através de um *software* denominado de *videograph*, ponderou também sobre contextos históricos e epistemológicos, além de realizar entrevistas semiestruturadas com o professor da disciplina. O objetivo da sua pesquisa foi de investigar estratégias que visavam revelar as formas como a matemática se apropria das concepções de mundo físico dos estudantes. A pesquisa foi eminentemente qualitativa e lhe deu respaldo para compor uma ferramenta teórica com cerca de oito (8) categorias de análise que trazemos a seguir. Essa análise foi focada basicamente na estruturação matemática de conceitos físicos e na interpretação física de expressões matemáticas. As categorias oriundas dessa análise foram:

Tabela 13: Categorias teórica-metodológica elencadas por Karam

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Matematização	<p>Estruturas matemáticas são utilizadas para representar grandezas físicas e suas relações. Aspectos essenciais são identificados e justificativas físicas são oferecidas.</p> <p>Idealizações, aproximações e seleção de variáveis relevantes são abordadas de maneira explícita.</p>
Interpretação	Estruturas matemáticas são interpretadas fisicamente. Casos particulares e limites são comumente utilizados.

Técnica	<p>Explicações conceituais para regras e procedimentos matemáticos são dadas. A justificativa é somente matemática.</p> <p>Manipulações técnicas são realizadas e argumentos de autoridade são evocados. Postura displicente.</p>
Visual	<p>Desenhos, diagramas e esquemas são utilizados como fonte de explicação.</p> <p>Gestos desempenham um papel essencial para a construção de significados.</p>
Analogia	<p>Semelhanças e diferenças formais são destacadas. Caráter unificador de estruturas matemáticas é esclarecido.</p> <p>Diferentes situações cotidianas, analogias e metáforas são utilizadas para a significação de conceitos abstratos.</p>
Dedução	<p>Aspectos do caráter lógico-dedutivo do conhecimento físico são mencionados. Fórmulas são deduzidas a partir de princípios físicos.</p>
Epistemologia	<p>Discussões filosóficas são conduzidas. Diversos aspectos do fazer física são problematizados.</p>
Metacognição	<p>Estudantes são encorajados a refletirem sobre seus próprios pensamentos. Dificuldades para a compreensão de conceitos abstratos são frequentemente explicitadas.</p>

Fonte: Karam (2012, p. 117)

Essas categorias propostas por Karam refletem o seu esforço sistemático em investigar a multiplicidade de abordagens das relações entre a Matemática e

a Física, em contextos de ensino e aprendizagem. Elas foram retiradas dos episódios analisados. Trata-se de uma pesquisa realizada na mais premiada universidade brasileira. Karam descreveu o que analisou em seus vídeos e o que nos chamou a atenção foi que, em pleno século XXI, as categorias denominadas de matematização, interpretação, técnica, visual, analogia e dedução ao serem descritas, demonstram-se estarem diretamente ligadas ao processo de matematização do Ensino de Física, que descrevemos historicamente neste trabalho. Poderíamos imaginarmos como se encontram os nossos cursos superiores de Física país afora? E como consequência, qual seria o tipo de formação que os nossos estudantes do ensino médio de física estão recebendo?

Nesta mesma linha, concomitantemente, Ataíde (2012) e Ataíde e Greca (2013), realizaram um estudo entre 2009-2010 com o objetivo de compreender a influência da relação entre a Física e a Matemática, na aprendizagem de conceitos físicos, a partir da Termodinâmica. O estudo aconteceu com estudantes da formação inicial de física da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB que se encontravam no sétimo semestre. Referem-se à abordagem da 1ª Lei da Termodinâmica que é altamente matematizada onde os estudantes devem expressar claramente os seus entendimentos sobre esses conceitos matemáticos e o papel da Matemática, na construção do conceito físico. As autoras realizaram um estudo do tipo qualitativo com acompanhamento de aulas, aplicação de questionários, análises de atividades avaliativas, realização de entrevistas semi-estruturadas individuais, com todos os 22 estudantes. Em plena formação inicial, as autoras detectaram que nem as habilidades técnicas e nem a explicação verbal foram suficientes para saber solucionar problemas físicos desta natureza. As dificuldades ainda se encontram basicamente no campo mais interno da matemática. Para esses mesmos estudantes, existe uma forte relação entre a resolução de problemas e suas visões sobre o papel da Matemática, na construção do conhecimento físico. Mais uma vez, se boa parte dos cursos de formação inicial de professores de física estiverem mergulhados nesse dilema epistemológico, seria possível imaginarmos como encontram-se os cursos de física do ensino médio?

Ao que nos parece, em pleno século XXI, ainda não nos desprendemos de um curso de física deveras matematizado e ao que se revela, pelo que foi exposto neste trabalho, é esse o pensamento físico vigente.

Dessa forma, traremos, a seguir, uma análise dos trabalhos que se mostraram preocupados em estabelecer um diálogo no contexto nacional e internacional sobre a evolução desse processo de matematização no Ensino de Física. Justificamos os períodos de 2003 a 2018, em função deles se darem imediatamente após os esclarecimentos prestados pelo Pietrocola, em seu trabalho “A matemática como estruturante do conhecimento físico” (2002) - obra considerada nacionalmente desbravadora, no tocante ao cerne dessa problemática.

5.1.4 Uma análise acerca dos periódicos nacionais e internacionais

Aproveitamos o demarco da obra de Pietrocola (2002) para filtrar os periódicos que foram escritos entre os períodos de 2003-2018. Elegemos algumas “frases-chave” para auxiliar a nossa pesquisa na plataforma CAPES (nacional) e ERIC – *Institute of Education Sciences* (internacional), ambas escolhidas pela sua abrangência internacionalmente reconhecida.

Tivemos como interesse evidenciar as principais ideias que estavam sendo veiculadas sobre a utilização da Matemática no Ensino de Física. Essa pesquisa revelou-nos, também, se as ideias epistemológicas fomentadas por Pietrocola e Karam circulou no meio acadêmico e escolar.

As frases-chave serviram como componentes fixas, nas pesquisas das duas plataformas, são elas: “A Matemática no Ensino de Física”, “A matematização no Ensino de Física” e “O Papel da Matemática no Ensino de Física”. Tivemos o cuidado de fechar as pesquisas a partir de frases que representassem, ao máximo, o cerne da nossa problemática. Para se ter uma ideia, na Plataforma ERIC, chegamos a ter cerca de 35.000 trabalhos listados, uma vez que as palavras “Matemática” e “Física” traziam por si só muitos

trabalhos correlatos em vários países. Sendo assim, procuramos fechar ainda mais a pesquisa empregando filtros, a partir da utilização das aspas em algumas partes das frases-chave. De forma uniforme, também, aproveitamos outros filtros específicos fornecidos pelas próprias plataformas, tais como sub-áreas, periódicos (artigos), ensino de física, dentre outros. Ao final, somente nos interessou os periódicos que versaram, especificamente, sobre a nossa temática.

Por conta de estar no formato de arquivo Excel (pela questão de espaço), resolvemos colocá-lo nas nuvens e no final deste trabalho com o nome de apêndice 2 (CAPES). O link é https://drive.google.com/drive/folders/1VEMKXk6GJTkuSgBFuaoR_AJJ-FKXmEpD

Segue tabela com descritivo de fragmentos dos objetivos/intenções desses periódicos.

Tabela 14: Plataforma CAPES: A “matematização” no “Ensino de Física”

Quantitativos	Objetivos ou intenções	Autores
1	“Este trabalho de caráter teórico reflete acerca da relação entre as noções de poesia e de medida, e da implicação do sujeito na construção do conhecimento para a elaboração de uma nova educação científica.”	(ARAÚJO, 2009)
2	“A pesquisa apresentada neste artigo originou-se a partir de nossa preocupação quanto à carência de professores de física para o Ensino Médio, e teve como objetivo identificar os fatores conscientes que obstaculizam a escolha profissional por essa carreira de nível superior, a partir da interrogação de estudantes do final do	(BROCK e FILHO, 2011)

	ensino básico, com apoio do CNPq e da FAPERGS. ”	
3	“Frequentemente, alunos do Ensino Médio apresentam atitudes desfavoráveis frente à Física, encontrando-se desmotivados para o seu aprendizado. Um dos fatores que, talvez, venha contribuindo para isso é a sua excessiva matematização, predominante em livros didáticos baseados em apostilas de cursos pré-vestibulares. ”	(CHIQUETTO e KRAPAS, 2012)
4	“Apresenta-se um estudo sobre a forma como é entendida e trabalhada a Matemática no âmbito do Ensino e a Aprendizagem da Física, no curso de Licenciatura em Física de uma Universidade pública do interior de São Paulo, Brasil. ”	(TERRAZZAN, 2013)
5	“Compreender e formalizar as leis da física tem sido possível pela combinação de diferentes tipos de contribuições, dentro do qual a matematização da física tem desempenhado um papel importante, permitindo que o presente progresso físico significativo em termos de novas descobertas e formalização teorias altamente preditivas. Isso levou à sugestão de que usar formas matemáticas tomadas pela física como parte de sua estrutura de explicação justifica o ensino da física baseado na matematização.”	(ARÉVALO; FABIÁN; TERRAZZAN, 2015)
6	“Este artigo é resultado de uma pesquisa que teve por objetivo investigar o papel da matematização na Física e no seu ensino, segundo professores de Física. ”	(MENDES e BATISTA, 2016)

Fonte: Autor

Os resultados obtidos na Plataforma CAPES, compilados na tabela 14, versaram sobre “A matematização no Ensino de Física”. Chegamos a ter 11 artigos selecionados sem atuação dos filtros. Após a aplicação dos filtros, passamos a ter 9 trabalhos dos quais apenas 6 estavam enquadrados nas entrelinhas da pesquisa. Os artigos selecionados estavam aportados na área de Formação de Docentes e tomando como base as suas cronologias, percebemos que:

- (ARAÚJO, 2009) abordou as relações entre a Física e a Matemática, com fins de tratar um tema específico que dizia respeito à poesia e à medida;
- (BROCK e FILHO, 2011) e (CHIQUELLO e KRAPAS, 2012) dialogaram sobre a desmotivação de professores e estudantes, respectivamente, perante a excessiva matematização dos cursos de física;
- (TERRAZAN, 2013) e (ARÉVALO; FABIÁN; TERRAZAN, 2015) abordaram que era necessário compreender o significado da matematização não apenas na Física, mas, também no Ensino de Física, com a finalidade de aproveitar melhor os cursos de física;
- (MENDES e BATISTA, 2016) dialogaram sobre o papel da Matemática na Física e no Ensino de Física e procuraram compor a estruturação do conceito de matematização, segundo os professores.

Como podemos perceber, de uma forma geral, é notório que todos os artigos estiveram preocupados com os impactos da matematização no Ensino de Física.

Tabela 15: Plataforma CAPES: O “papel da Matemática” na “Física”

Quantitativos	Objetivos ou intenções	Autores
1	“Considerando que a Matemática estrutura o pensamento físico, apresentamos uma crítica à ingênua função ferramental comumente atribuída à matematização e a uma artificial tentativa de distinção entre problemas matemáticos e científicos. ”	(KARAM e PIETROCOLA, 2009)
2	“Considerando que a Matemática estrutura o pensamento físico, apresentamos uma crítica à ingênua função ferramental comumente atribuída à matematização e a uma artificial tentativa de distinção entre problemas matemáticos e científicos presentes em trabalhos sobre o tema Resolução de Problemas. Em contrapartida, defendemos que as estratégias didáticas devem visar o desenvolvimento de habilidades que permitam ao estudante apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática. ”	(KARAM, 2009)
3	“Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla, que tem como objetivo investigar o papel da Matemática na compreensão de conceitos físicos e mais especificamente dos conceitos envolvidos na primeira lei da Termodinâmica. “	(ATAÍDE e GRECA, 2013)

Fonte: Autor

Nessa outra pesquisa, na Plataforma CAPES, sobre “O papel da Matemática na Física”, selecionamos 10 artigos dos quais apenas 3 tiveram conexão com o cerne da problemática, conforme tabela 15. Os artigos encontrados de (KARAM e PIETROCOLA, 2009), (KARAM, 2009) e (ATAÍDE e

GRECA, 2013) pertencem à área da Formação Docente e dialogavam sobre a função ferramental que a Matemática exerce no corpo teórico da Física, em especial, no Ensino de Física. Todos eles trouxeram como propostas soluções na forma de estratégias didáticas para tratar a Matemática como estruturante do conhecimento físico. Ao contrário dos artigos revelados na tabela 14, que tiveram fins conceituais, esses artigos são mais fisiológicos e estão preocupados com a funcionalidade da Matemática no Ensino de Física.

Fizemos também uma pesquisa sobre “A Matemática no Ensino de Física”, na Plataforma CAPES, e apesar de obtermos 9 artigos nenhum deles evocou o cerne da nossa pesquisa, pois trataram de questões específicas da Matemática adentro do Ensino de Física.

Por conta de estar no formato de arquivo Excel (pela questão de espaço), resolvemos colocar nas nuvens e no final deste trabalho o apêndice 3 (ERIC). O link é <https://drive.google.com/drive/folders/1ES25zO5qRtAW7WpRCYKxQ-iucqvw-JkX>

Tabela 16: Plataforma ERIC: “The role of Mathematics” “in Physics”

Quantitativos	Objetivos ou intenções	Autores
1	“Um foco particular do estudo foi a visão dos professores sobre o papel da matemática na física. ”	(MULHALL e GUNSTONE, 2008, tradução nossa)
2	“ Eu examino a associação entre o mundo físico observável e os modelos matemáticos da física teórica. ”	(QUALE, 2011, tradução nossa)
3	“A associação entre o mundo físico observável e os modelos matemáticos	(QUALE, 2011, tradução nossa)

	usados na física teórica para descrever este mundo é examinada. “	
4	“Assim, em vez de afastar a matemática, nos aprofundamos na natureza da ciência física para revelar a forte relação conceitual entre matemática e física. “	(UHDEN; KARAM; PIETROCOLA; POSPIECH, 2012, tradução nossa)
5	“Partindo de uma distinção geral entre uma abordagem técnica, que envolve um uso instrumental (tipo de ferramenta) da matemática, e um estrutural, focado no raciocínio sobre o mundo físico matematicamente, o objetivo deste estudo é caracterizar o desenvolvimento deste último em contextos didáticos. ”	(KARAM, 2014, tradução nossa)
6	“Este artigo discute o papel da matemática durante as aulas de física no ensino médio. ”	(HANSSON; HANSSON; JUTER; REDFOR, 2015, tradução nossa).

Fonte: Autor

A tabela 16, compilada na Plataforma ERIC, trouxe um horizonte do que pensa a comunidade internacional sobre o tema. A pesquisa foi sobre “The role of Mathematics in Physics” (O Papel da Matemática na Física). Sem filtros, tivemos cerca de 12 artigos, aplicando filtros passamos a ter 9, dos quais 6 foram selecionados.

Os artigos (MULHALL e GUNSTONE, 2008), (UHDEN; KARAM; PIETROCOLA; POSPIECH, 2012), (KARAM, 2014) e (HANSSON; HANSSON; JUTER; REDFOR, 2015) dialogaram fortemente sobre o papel e a relação entre

a Física e a Matemática, na visão dos professores e estudantes do Ensino Médio. Os dois artigos de (QUALE, 2011) versaram sobre a associação entre o mundo físico observável e os modelos matemáticos da física teórica numa perspectiva epistêmica. A comunidade internacional também preza pelo tema e traz para a discussão um forte cunho epistemológico permeado por questões filosóficas e pedagógicas.

Tabela 17: Plataforma ERIC: “The Mathematics” in theaching physics

Quantitativos	Objetivos ou intenções	Autores
1	“Neste artigo, consideramos apenas uma dessas dificuldades, obtendo os sinais de mais e menos correto ao definir uma força igual à massa vezes a aceleração.”	(HAYES e WITTMANN 2010, tradução nossa)
2	“Neste artigo, nós desconstruímos as representações de problemas matemáticos a partir de livros-textos de pré-cálculo selecionados e explicamos suas limitações.”	(SOKOLOWSKI; YALVAC; LOVING, 2011, tradução nossa)
3	“Neste artigo expandimos o construto de autenticidade para melhor descrever e compreender práticas disciplinares, em particular, para examinar aquelas utilizadas em cursos de graduação em física e biologia.”	(WATKINS; COFFEY; REDISH; COOKE, 2012, tradução nossa)
	“Neste estudo, examinamos o enquadramento	

4	epistemológico dos alunos sobre o uso da matemática na física em dois tipos de problemas: um problema convencional e um problema de debate hipotético. ”	(HU e REBELLO, 2014, tradução nossa)
5	“Este artigo explora algumas das dificuldades matemáticas comuns que estudantes de 11 a 16 anos experimentam em relação ao aprendizado de física. “	(THOMPSON, 2016, tradução nossa)
6	“O objetivo do estudo foi obter uma imagem do ensino dos participantes do campo elétrico e as complexidades inerentes que acompanham isso. “	(MELO-NIÑO; CAÑADA; MELLADO, 2017, tradução nossa)

Fonte: Autor

A tabela 17, compilada na Plataforma ERIC, trouxe a pesquisa sobre “The Mathematics in theaching physics” (A Matemática no Ensino de Física). Aplicando filtros, passamos a ter 36 artigos, dos quais 6 foram selecionados. A maioria dos artigos trata de questões específicas da Matemática adentro do Ensino de Física.

Todos os artigos abordaram a relação entre a Física e a Matemática, porém, mais voltados ao modo como o objeto matemático analisa, especificamente, algo na Física. Os artigos de (HAYES e WITTMANN 2010) e (MELO-NIÑO; CAÑADA; MELLADO, 2017) tratam a matemática em temas específicos da física, tais como na segunda lei newtoniana e campo elétrico, respectivamente. O artigo de (SOKOLOWSKI; YALVAC; LOVING, 2011) discute o uso de representações matemáticas para modelar e interpretar fenômenos físicos, através dos problemas de física que existem nos livros didáticos de pré-cálculo e (WATKINS; COFFEY; REDISH; COOKE, 2012) abordam uma proposta de reforma curricular, na disciplina de Biologia, incluindo uma maior integração da Matemática e da Física e perceberam a receptividade dos estudantes. Os artigos de (HU e REBELLO, 2014) e (THOMPSON, 2016) tratam mais das questões epistemológicas inerentes às dificuldades matemáticas de estudantes

do curso médio de física. Vale ressaltar que não fizemos a pesquisa sobre “A Matematização no Ensino de Física”, tal como no Portal da CAPES, porque não existia uma tradução adequada para o inglês (língua oficial da referida Plataforma).

Na totalidade, tivemos 21 artigos. Sendo 9 nacionais e 12 internacionais - dos quais 2 foram escritos pelos autores Pietrocola e Karam. Isso nos revela que, proporcionalmente, existe uma preocupação nacional muito maior do que internacional com a questão dos impactos acerca da utilização da Matemática no Ensino de Física, o que justifica, mais uma vez, o demarco dos trabalhos de Pietrocola e Karam, no início da década de 2000.

Ao analisarmos o conjunto de resultados, percebemos que os artigos encontrados foram publicados cerca de 7 anos após a divulgação do artigo de Pietrocola (2002), o que nos levou a ponderar que esse *delay* se deu devido ao tempo de recepção e maturação da academia acerca do tema.

No que condiz com a circulação destes artigos, nas escolas básicas, principalmente entre os professores, percebemos que essas discussões ainda não foram devidamente aprofundadas, uma vez que os cursos de física ainda encontram-se sendo planejados na forma tradicional, conforme vimos anteriormente. Para Pena (2008), os obstáculos mais frequentes para levar os resultados de pesquisa da linha Formação Inicial e Continuada de Professores para as salas de aula são aqueles inerentes às condições de trabalho e ao contexto escolar.

Ainda segundo Pena (2008),

Dentre as dificuldades assinaladas por pesquisadores e/ou professores, os fatores inerentes à formação do professor de Física (carência de profissionais habilitados, falta de foros de discussão e atualização da formação inicial de professores em serviço; resistência à mudança, carência de professores com boa formação inicial, etc.) são os principais entraves para esta transposição. O que implica em ações no âmbito da graduação e da pós-graduação (PENA, 2008, p. 57).

O que se torna notório é que muito dos artigos produzidos pela Academia podem não estar chegando aos professores da rede básica e, por consequência,

as suas salas de aula. O que nos faz refletir que devemos reavaliar a forma e o canal que levam pesquisa para a formação inicial e continuada.

5.1.5 As dimensões histórica-epistemológicas: evidências, análises e comparações

Ao percebermos que existiram difusão de novos periódicos nacionais e internacionais que refletem os impactos do processo de matematização no Ensino de Física, ao tempo em que analisamos as transformações dos estilos de pensamentos galileanos e newtonianos no ensino de física francês, entre os séculos XVIII e XIX, e a sua receptividade no Brasil, podemos entender quão fortemente matematizados ficaram cada vez mais os cursos de física da atualidade e o porquê dessa conjuntura.

Tendo como parâmetro a teoria fleckiana, tentamos identificar o terreno da sua gênese, uma vez que as inter-relações entre a Física e a Matemática sempre existiram, ao longo da história da humanidade. Da mesma forma, podemos compreender o desenvolvimento e ponderar sobre os possíveis desdobramentos pedagógicos dos quais ficamos reféns ao assumirmos essa postura epistemológica-ingênua de aceitar os cursos de física como eles são oferecidos tradicionalmente. Referimo-nos ao não questionamento da comunidade escolar e acadêmica acerca do forte processo de matematização do Ensino de Física.

No sentido de melhor explicitar essa conjuntura, buscamos respostas em diversos ambientes, tais como as fontes primárias e secundárias constantes nesse trabalho e um dos principais resultados da nossa pesquisa foi elencar e classificar as dimensões histórico-epistemológicas que fazem jus às inter-relações entre a Física e a Matemática, em cada período histórico proposto. Nesse sentido, após uma minuciosa análise do material deste trabalho, destacamos as seguintes dimensões histórico-epistemológicas, conforme tabela 18 abaixo:

Tabela 18: Dimensões histórica-epistemológicas

DIMENSÕES HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICAS	GALILEANAS	NEWTONIANAS	FRANCESAS
Quanto à predominância dos aspectos filosóficos	Forte presença de mentefatos e de elementos metafísicos	Média presença de mentefatos e de elementos metafísicos	Fraca presença de mentefatos e de elementos metafísicos
Quanto à predominância da forma	Experimentalismo com fraca presença de formalismo	Experimentalismo com média presença de formalismo	Experimentalismo com forte presença de formalismo
Quanto à predominância do conteúdo	Geométrico	Geométrico e Analítico	Analítico
Quanto à predominância dos aspectos epistemológicos	Tradutório-não dogmático	Tradutório-não dogmático	Instrumental-dogmático

Fonte: Autor

Como podemos perceber, as dimensões galileanas carregaram consigo uma forte influência do período da Antiguidade e Idade Média, no sentido de fazer maior uso das estruturas de pensamento (mentefatos e metafísicos) em prol de um formalismo matemático. Também podemos perceber o início de um experimentalismo não objetivado e a predominância do apoio da Geometria, enquanto recurso disponível na leitura dos fenômenos naturais. O ponto alto,

porém, dessa descrição é lidar com as questões de ordem epistemológica, tendo como característica a contemplação desses fenômenos, sem elementos dogmáticos, isto é, existia uma tentativa muito inicial de matematização desses fenômenos, mas sem grandes intenções institucionais. Referimo-nos aos eventos ligados a alguma ação de utilizar a Matemática na Física que foram muito pontuais, sem grandes intenções de desenvolver e promover uma cultura sobre o processo de matematização.

A seguir, percebemos que as dimensões newtonianas carregaram consigo influências do período galileano, no sentido de tentar dar continuidade ao uso das estruturas de pensamento, porém sem grandes sucessos, uma vez que surge, mesmo que inicialmente, com o advento da incorporação da Análise Matemática, certo formalismo matemático. O experimentalismo passou a ser objetivado com fins de atender a validação dos cálculos matemáticos e o saber geométrico começou a ceder ao saber analítico na interpretação dos fenômenos naturais. Sobre as questões de ordem epistemológica, a contemplação dos fenômenos ainda se mantém sem elementos dogmáticos, todavia, existiu uma tentativa mediana de matematização desses fenômenos, mas novamente, sem grandes intenções institucionais.

Por fim, podemos perceber que as dimensões francesas carregaram consigo influências do período galileano e newtoniano, todavia, excluíram quase que completamente a utilização das estruturas de pensamento e, entraram fortemente com um formalismo matemático. O experimentalismo passou a ser objetivado, com fins de atender à validação dos cálculos matemáticos e apenas o saber analítico interpretava os fenômenos naturais. O ponto alto, porém, dessa descrição é lidar com as questões de ordem epistemológica, tendo como característica a instrumentação matemática desses fenômenos com latentes elementos de cunho dogmáticos, isto é, existiu uma tentativa forte de matematização desses fenômenos, só que agora com grandes intenções institucionais. Referimo-nos ao fato de que os pós-newtonianos franceses assumiram como cultural referendar estudos de fenômenos naturais, a partir de um formalismo matemático analítico.

No sentido de complementar a descrição das dimensões da tabela 18, idealizamos a tabela 19 onde seguem detalhes específicos:

Tabela 19: Descrições das dimensões histórica-epistemológicas elencadas

DIMENSÕES HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICAS	DESCRIÇÃO
Mentefatos	Ações que frequentemente são usadas para expressar ideias que tenham pertinência na religião, valores, filosofias, ideologias e ciências como manifestações do saber e, que ao se incorporarem à realidade, modifica-a. Pensamentos praticamente livres de amarras.
Metafísica	Ação de analisar detalhadamente as realidades que se transpõem à experiência sensível, que embasa todas as ciências através da investigação sobre a essência do ser e o conhecimento das causas primárias. Especificamente, àquilo que está para além da física.
Experimentalismo	Ação de defender os princípios, procedimentos experimentais ou empíricos e orientar-se por eles. Especificamente, pode ter um cunho cientificista.
Formalismo	Ação de incorporar elementos-constituintes formais da matemática, tais como regras, preceitos e métodos associados à abstração, dedução, demonstração, técnica, rigor e visual.
Geométrico	Processo que consiste em atribuir os efeitos dinâmicos decorrentes dos fenômenos naturais às propriedades geométricas do espaço-tempo.

Analítico	Processo que consiste em atribuir os efeitos dinâmicos decorrentes dos fenômenos naturais às propriedades analíticas.
Tradutório-não dogmático	Atos que se referem, pertencem ou são próprios de que ideias e teorias podem ser traduzidas de ação e que a respectiva execução determina sua veracidade, afirmando ou crendo em algo que é discutível.
Instrumental-dogmático	Atos que se referem, pertencem ou são próprios de que ideias e teorias são instrumentos de ação e que a respectiva execução determina sua veracidade, afirmando ou crendo em algo como indiscutível.

Fonte: Autor

Como podemos perceber, desde a Antiguidade até o período inicial da Contemporaneidade, houve uma crescente perda da predominância de aspectos filosóficos do tipo “mentefatos” e “metafísicos”, solicitando dessa forma uma Física muito mais formal onde prevalecia o saber analítico em prol do saber geométrico. A Geometria deu lugar à Análise que surge altamente algebrizada, participando e dando conta de soluções complexas até então nunca vista.

Os processos de modelização dos fenômenos naturais tomaram como parâmetro-norteador das suas fases a matematização dos seus modelos físicos – idealização de equações matemáticas com fins de solucionar o dado fenômeno - e, portanto, a experimentação também acompanhou esse movimento de modo a fazer-se valer das mesmas características. Vale ressaltar que como vimos anteriormente, os experimentos muitas vezes eram idealizados para respaldar os cálculos matemáticos.

Fazendo um quadro comparativo, atentemos que pelos resultados encontrados na tabela 13, seis das oito categorias descritas por Karam (2012) denominadas de matematização, interpretação, técnica, visual, analogia e

dedução são diretamente ligadas à Matemática. Tendo em vista que essas categorias pertencem mais ao corpo interno da Matemática e que são utilizadas adentro das análises dos seus lemas, corolários e teoremas e, que Karam levantou-as a partir de discussões, análises de aulas e entrevistas de professores na atualidade, isso nos remontou a afirmar que, conseqüentemente, as dimensões histórico-epistemológicas, tratadas neste trabalho, ainda estão sendo encontradas nas salas de aulas de hoje. Vale ressaltar que Karam (2012), após utilizar-se das análises de trechos de aulas através do *videograf*, ainda convidava o professor para uma entrevista, validando assim as suas respectivas análises. Todos esses dados nos indicam que os docentes de física se utilizam de categorias consideradas eminentemente matemáticas para desenvolver seus cursos.

Diante disso, podemos compreender o porquê dos nossos cursos de física estarem mais analíticos, trazendo consigo um formalismo matemático muito intenso e, dessa forma, concordando com os argumentos anteriormente trazidos por Pietrocola e Karam. Na mesma perspectiva, apesar de não ser alvo desse trabalho, podemos inferir como se encontram os nossos cursos de Física na medida em que lembramos velhas e novas reflexões dos debates travados por Pietrocola (2002), Karam (2007, 2012), Karam e Pietrocola (2009), Mendes e Batista (2016), Campos (2000), Paulino, Paulino e Felix (2007), Mannrich e Silva (2013), Ataíde e Greca (2013), Carneiro e Penido (2015, 2017, 2018, 2019), dentre outros. Carneiro e Penido (2018), por exemplo, afirmavam que,

A crescente dissociação da Análise perante a Geometria propiciou o que se denominou de formalismo e, conseqüentemente, trouxe o rigor a área de Ensino de Física. A confiança no formalismo decorria do sucesso dos métodos analíticos e a generalidade da matemática era assegurada pelos métodos algébricos. Desta forma, se uma demonstração era feita por meio de tais fórmulas, geralmente o resultado era admitido como válido e, não atoa os *traités* e *cours* apregoavam essa performance. Não havia sequer a necessidade de tecer especulações associadas as concepções metafísicas, prevalecendo assim o domínio pleno da aplicação das técnicas. A modificação na conceituação de problemas físicos e na prática do cálculo matemático, no que condiz a implementação simbólica, possibilitou a utilização, fertilidade e a exploração do poder deste cálculo. A explicação física acerca dos fenômenos naturais praticamente tornava-se relegada ao segundo plano, uma vez que somente se importavam com a veracidade das demonstrações matemáticas. Ao que nos parece, a importação do formalismo

matemático francês foi feita de forma um tanto cega, de modo que a interpretação física não foi imediatamente óbvia aqui no Brasil, todavia, a influência dos pós-newtonianos foi dada como certa. (CARNEIRO e PENIDO, 2018, p. 13-14, grifo do autor).

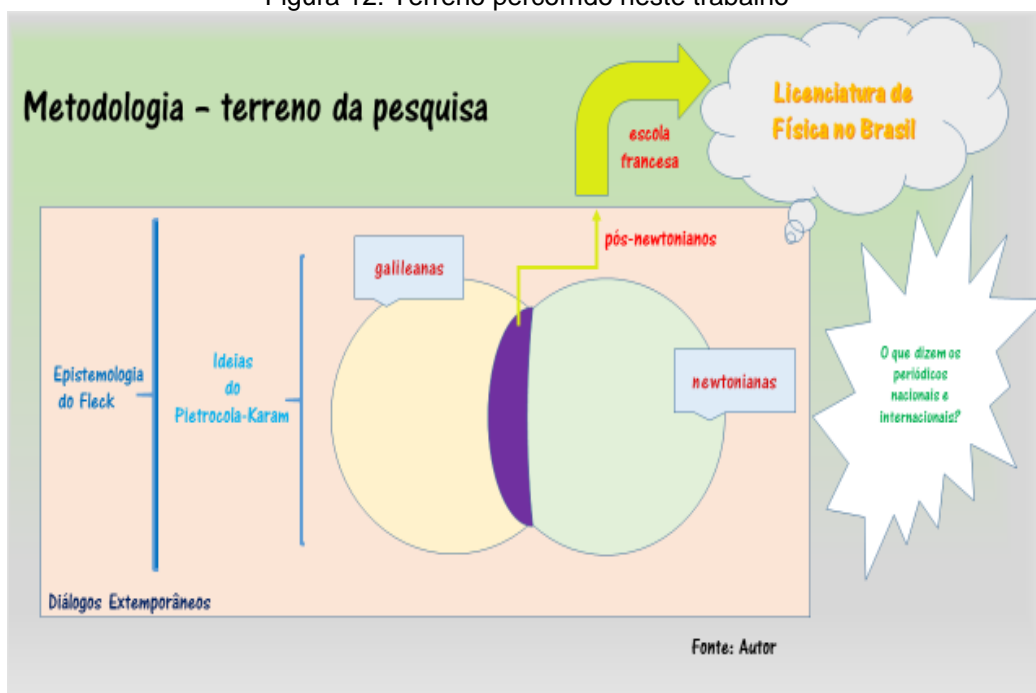
Quanto à predominância dos aspectos epistemológicos, percebemos que antes da instauração das dimensões francesas tínhamos características do tipo “tradutório-não dogmático” e, depois, “instrumental-dogmático”. Referimo-nos ao fato de que passamos de uma fase que vai desde a Antiguidade ao período da Ciência Moderna como meramente contemplativa-descritiva, acerca dos estudos dos fenômenos naturais. Não existia resquícios dogmáticos constatados por conta de não ter obrigatoriedades de ações institucionais, portanto, sem ações impositivas e acreditando sempre em algo que pudesse ser amplamente discutível (não-dogmático). A partir do período da Ciência Moderna, esses mesmos aspectos tornaram-se intencionalmente instrumentais com fins dogmáticos, isto é, tinham como objetivo respaldar a Matemática, enquanto veículo de ação que determinava a veracidade dos fatos levantados de forma indiscutível (dogmático). Nessa ocasião, o formalismo matemático tornou-se muito intenso e pode ter acarretado diversos desdobramentos pedagógicos aos cursos de física.

Capítulo 6 – Conclusões

6.1 Conclusões

Neste capítulo, temos como proposta apresentar as nossas conclusões e os possíveis desdobramentos sobre o que refletimos com a pesquisa. A figura 12 apresenta caminhos percorridos nesta pesquisa até chegarmos nos resultados.

Figura 12: Terreno percorrido neste trabalho



Fonte: Autor

Ao levantarmos os fatos históricos conjuntamente com suas características sociais, culturais e filosóficas consideradas relevantes nas interações entre a Física e a Matemática, conseguimos ter uma ampla visão que nos auxiliou a realizar um estudo sobre o terreno que poderíamos trabalhar, ao tempo em que pudemos traçar estratégias para compreender algumas implicações pedagógicas originárias dessa problemática. Os fatos históricos foram devidamente escolhidos, a partir da pesquisa de fontes primárias e

secundárias e a interpretação desses documentos foi auxiliada pela Teoria Sociogênica do Conhecimento de Ludwik Fleck.

Conhecemos as análises dos resumos das 41 dissertações e teses nacionais, percebemos que a teoria fleckiana esteve permeando o Ensino de Ciências entre 2000-2010, porém sem atuar especificamente no Ensino de Física. Todavia, entre 2011-2018, encontramos 69 outros documentos dos quais evidenciamos que 10 deles estavam relacionados especificamente ao Ensino de Física, representando, assim, cerca de 14,49% do total. Concluímos então, que de 2011 até os dias atuais, a área de Ensino de Física apresentou maior interesse pela teoria fleckiana, porém ainda incipiente em termos quantitativos. Creditamos esse crescente acontecimento a uma maior difusão da teoria e, portanto, das categorias fleckianas, na última década. Esses resultados justificaram a utilização da referida teoria neste trabalho.

Analizamos as concepções epistemológicas trazidas por Fleck, percebemos uma articulação dos diálogos ao longo do tempo – os quais denominamos, neste trabalho, de extemporâneos - entre essas duas grandes áreas e que, por consequência, permitiram levantarmos conexões entre as dimensões histórico-epistemológicas evidenciadas e as categorias listadas por Pietrocola e Karam. Percebemos então que a divulgação do conhecimento é um fator importante a ser considerado na construção de um fato científico.

Para Carneiro e Penido (2019),

[...] ao nos debruçarmos sobre as categorias epistemológicas fleckianas pudemos compreender bem como se deram esses movimentos sócios-histórico de influências acerca das inter-relações entre a Física e a Matemática no Ensino de Física e, para tanto, percebemos que a adequação do formalismo matemático aos desenvolvimentos subsequentes do campo da física é ainda mais marcante [...] (CARNEIRO e PENIDO, 2019, p. 8).

Esses resultados tornaram-se mais claros em função do estudo das transformações dos estilos de pensamento galileano e newtoniano na escola francesa, a aquisição do modelo de ensino francês por parte do Brasil durante a

fase do Império no século XIX e a sua intensa influência nos currículos nacionais até meados do século XX.

Em se tratando das reflexões sobre esse processo de matematização dos cursos de física, foi possível percebermos através de consulta aos resumos dos periódicos nacionais e internacionais, entre 2003-2018 (desde a proximidade da obra de Pietrocola, até os dias atuais), que existiram consideráveis preocupações no Ensino de Física no Brasil. A circulação dessas ideias, todavia, não tem chegado aos cursos de formação inicial e escolas básicas por falta de preparo dos professores, de discussões, de resistência à mudança, de atualização curricular e de materiais adequados.

Percebemos que, desde a Antiguidade até o período da Ciência Moderna, a utilização da Matemática nos estudos dos fenômenos naturais foi meramente contemplativa-descritiva. Não existiu resquícios dogmáticos constatados por conta de não ter obrigatoriamente institucionais, portanto, sem ações impositivas e, acreditando sempre em algo que pudesse ser amplamente discutível (não-dogmático).

Nessa perspectiva, podemos afirmar que devido à forte influência das dimensões francesas no Ensino de Ciências, nos últimos anos, em especial, no Ensino de Física do Brasil, o papel da Matemática no Ensino de Física encontra-se enfronhado num contexto que é instrumental-dogmático. Dessa forma, endossamos que no momento atual a Matemática revela-se como um recurso instrumental e não como uma linguagem estruturante no Ensino de Física.

Carneiro e Penido (2019) enfatizaram que,

[...] a adequação do formalismo matemático aos desenvolvimentos subsequentes do campo da Física é ainda mais marcante e tudo nos leva a crer que o formalismo e, por consequência o rigor, oriundo da Análise Matemática, possam ter influenciado e estar influenciando o modo de compreender da Física nos tempos de hoje garantindo assim uma discussão *“ad eternum”* dos pares envolvidos acerca do famigerado fracasso escolar instaurado no ensino de física. (CARNEIRO e PENIDO, 2019, p. 8, grifo dos autores).

A assunção das dimensões francesas na contemporaneidade fez com que elementos de cunho filosófico, tais como mentefatos e ideias metafísicas, se esvaíssem do Ensino de Física, em atendimento à forte presença do formalismo matemático analítico. Isto se deu, levando à fomentação de atos que se referem, pertencem ou são próprios de que ideias e teorias são instrumentos de ação e que a respectiva execução determina sua veracidade afirmando ou crendo em algo como indiscutível.

Sendo assim, acreditamos que podemos responder ao nosso problema de pesquisa, afirmando que as dimensões histórico-epistemológicas presentes nas inter-relações entre a Física e a Matemática, desde a Antiguidade até a Contemporaneidade, mostram influência na prática pedagógica do professor de física ao referendar muito fortemente uma evolução, no processo de matematização de nossos cursos, ocasionando implicações epistemológicas.

No que tange a formação de professores, é deveras necessário que o nosso trabalho seja debatido exaustivamente no âmbito da formação inicial dos professores de Física, não apenas pelo resgate histórico que fazemos dessas inter-relações, mas, também, conforme vimos anteriormente, porque são poucos os trabalhos que versam sobre essa temática. Vale ressaltar que muitos professores em formação não conseguem definir bem a relação entre a Matemática e a Física adentro do Ensino de Física, muito menos o papel da matematização.

Nesta perspectiva, Carneiro e Penido (2017) afirmam,

[...] vislumbramos que é necessário investimento na formação de professores, tanto em discussões epistemológicas sobre o tema, como na busca de estratégias/sequências didáticas para tratá-los em contextos de ensino, além também de atividades com abordagens interdisciplinares visando um amplo debate, nos remetendo a percorrer com sapiência as “pontes” que unem a epistemologia e a didática da Física. (CARNEIRO e PENIDO, 2017, p. 7-8).

Quanto à formação em serviço, é necessário propormos ações na forma de seminários, sequências didáticas, oficinas, feiras, etc., no sentido de levarmos ao conhecimento dos professores os resultados dessa pesquisa para que os

mesmos possam refletir criticamente sobre o que estão propondo em suas salas de aula. O contrário disso só estagna e mantém o que está posto. Para Carneiro e Penido (2019, p. 8), “acreditamos que a disseminação dessas concepções epistemológicas ingênuas no compreender dos fenômenos naturais corroborou para a configuração em que se encontra o Ensino de Física no Brasil”.

Vale salientar que o melhor caminho a ser seguido deve ser escolhido pelo próprio professor, conjuntamente com a sua realidade local. É salutar, porém, que ele tenha plena consciência dos prováveis outros caminhos que podem ser percorridos com fins de alçar autonomia própria para decidir quem melhor representa a elaboração pedagógica do seu curso de física. Acreditamos que ao serem demandadas muitas discussões a respeito desse tema, auxiliaremos em muito o contexto do Ensino de Física, no que diz respeito às maneiras de ensinar seus conteúdos, abalizando o cerne da matematização. Literalmente, isso não é um retrocesso no ensino e sim um avanço, principalmente nas discussões epistemológicas, favorecendo a crescente evolução das reflexões críticas sobre tudo isso. Ao que nos parece, a relação complementar entre culturas e saberes, técnicas e criatividade, existente no trabalho dos professores é que emerge o verdadeiro sentido transdisciplinar entre a realidade científica e a tradição de ensino.

Em relação à pesquisa, por um lado é perfeitamente possível que esse trabalho seja parâmetro para desdobramentos de outros problemas de pesquisa na pós-graduação, inclusive com estudos comparativos, uma vez que, como vimos anteriormente, apesar da relevância do tema, poucos foram os trabalhos de mestrado. Por outro lado, como não existe até agora um trabalho voltado nessa perspectiva para o Ensino Médio, eis aqui a fonte.

No que condiz com a aprendizagem – terreno altamente complexo – não avançamos muito, porém abrimos um leque de possibilidades para movimentar pesquisas que vão ao encontro de discussões que prezem por uma melhor qualidade das aulas de física no que tangem ao quesito aprofundamento da aprendizagem de conceitos físicos, fenomenologia e resolução de problemas de física.

Ao ler esse trabalho, torna-se plenamente possível percebermos se os cursos de Física que participamos ou ministramos estão sendo planejados nessa perspectiva, bastando atentar se estamos fazendo uso das dimensões francesas evidenciadas neste trabalho. Por isso que os cursos de formação inicial em Física devem ler e discutir esse trabalho, além de ponderar qual tipo de curso deseja para a sua formação. Não restam dúvidas de que, minimamente, essas dimensões histórico-epistemológicas francesas devem ser estudadas e refletidas criticamente, com fins de que não formemos meros repetidores de ações e eventos contidos em livros didáticos, isto é, basicamente, solucionadores de exercícios de física.

Destacamos que frente à ampla lacuna que existe na literatura a respeito das inter-relações históricas entre a Matemática e a Física, acreditamos que esse material possa auxiliar a comunidade escolar e acadêmica, na compreensão e na reflexão das implicações epistemológicas e, portanto, pedagógicas, ocasionadas adentro do Ensino de Física.

Por tudo isso, avaliamos que seja necessário melhorarmos nossa compreensão dos processos cognitivos envolvidos na solução de problemas de física, encontrando atividades que auxiliem nossos estudantes a construir conhecimentos, a partir de habilidades mais intuitivas e fenomenológicas, pois reafirmamos que fazer uso apenas das habilidades de manipulação matemática não são suficientes para se obter sucesso na aprendizagem de Física.

De antemão, não nos restam dúvidas de que essa vasta leitura histórica que fizemos neste trabalho foi contemplada ao ser devidamente analisada e compreendida, tendo como mola propulsora o embasamento categórico da teoria fleckiana. Sem ela, como dissemos anteriormente, não conseguiríamos perceber a gênese e o desenvolvimento desses diálogos extemporâneos – uma vez que se sucederam desde a Antiguidade até os dias atuais e que continuamente estão sendo travados sempre na forma coletiva.

Por fim, que esses diálogos extemporâneos – que se deram na forma de circulações de ideias intracoletiva e intercoletiva – auxiliaram as transformações dos estilos de pensamentos galileanos e newtonianos, naquele que chamamos de estilo de pensamento francês e a sua conseqüente receptividade, no Brasil,

veio influenciar a criação de uma abordagem instrumental-dogmática que temos atualmente no Ensino de Física no Brasil.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, K. B. **Circulação de saberes docentes: a contribuição de vídeos depoimentos na disciplina de estágio supervisionado de ensino de física**. 2016. 260f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ANDRADES, J. C. C. **O sertanejo filósofo e o filósofo dos sertões: pressupostos do ensino das ciências naturais modernas no pensamento do bispo Azeredo Coutinho (1772–1836)**. 2018. 239f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro.

ARAÚJO, V. H. Medida e poesia na constituição de uma educação científica. **Revista Metáfora Educacional**, Feira de Santana, n. 6, jun. 2009.

AREVALO, D. V.; TERRAZZAN, E. Significados de "matematização" de professores e estudantes de um curso de licenciatura em física: um estudo de caso. **Góndola: Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 8, n. 1, ene-jun. 2013.

AREVALO, D. V.; TERRAZZAN, E. Diferencias trascendentales entre matematización de la física y matematización para la enseñanza de la física. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología - Tecné, Episteme y Didaxis**, Bogotá, n. 38, p. 95-111, 2015.

ATAÍDE, A. R. P. **O papel da matemática na compreensão de conceitos e resolução de problemas de termodinâmica**. 181f. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2012.

ATAÍDE, A. R. P.; GRECA, I. M. Estudo exploratório sobre as relações entre conhecimento conceitual, domínio de técnicas matemáticas e resolução de problemas em estudantes de licenciatura em Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, 2013, p. 209-233.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: Vrin, 1989.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

BENETI, A. C. **A história do ensino de física no Brasil no século XIX: as academias militares e o Colégio Pedro II**. 153 f. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração Ensino de Ciências). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett. O cálculo no contexto da cultura acadêmica francesa. In.: **Didática do cálculo: epistemologia, ensino e aprendizagem**. FONSECA, Laerte (org). 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016, p. 71-83.

BLOCH, M. **Apologia da história ou o ofício do historiador**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BOARO, D. A. **Uma investigação sobre o uso de aspectos epistemológicos nas estratégias didáticas de futuros professores de Física no Estágio Supervisionado**. 2017. 164f. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRANDÃO, X. S. G. **Uma análise da formação de professores de Física do IFRN a partir da epistemologia de Ludwik Fleck**. 2013. 148f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

BRASIL. Câmara Federal. Carta de lei de 4 de dezembro de 1810. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 04 dezembro de 1810. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/carlei/anterioresa1824/cartadelei-40009-4-dezembro-1810-571420-publicacaooriginal-94538-pe.html>> Acesso em: 02 mai. 2018.

BRASIL. Decreto número 2.116, de 01 de março de 1858. Aprova o regulamento reformando os da Escola de Aplicação do Exército e do Curso de Infantaria e Cavalaria da Província de S. Pedro do Rio Grande do Sul, e os estatutos da Escola Militar da Corte. **Lex**: Coleção das Leis do Brasil, 1858, Atos do Poder Executivo - 1851-1860. Leis do Império. Disponível em: Acesso em: 05 mai. 2018.

BRASIL. Decreto número 5.600, de 25 de abril de 1874. **Diário Oficial**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-5600-25-abril-1874-550207-publicacaooriginal-65869-pe.html>> Acesso em: 10 mai. 2018.

BROCK, C.; FILHO, J. B. R. Algumas origens da rejeição pela carreira profissional no magistério em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 356-372, ago. 2011.

BUNGE, M. **Treatise on basic philosophy**, vol. III: The furniture of the word. Dordrecht: Reidel, 1977.

BUSS, C. S. **O nascimento e a evolução da disciplina física no ensino secundário brasileiro: uma análise a partir da teoria de David Layton**. 280 f. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química da vida e saúde). Universidade Federal do Rio Grande, 2017.

CAMPOS, C. R. **O Ensino da Matemática e da Física numa perspectiva integracionista**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica/SP, 2000.

CARNEIRO, F. O. R.; PENIDO, M. C. M. Velhas e novas reflexões acerca do papel da matemática no ensino de física. In: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2015, Uberlândia - MG. Encontros do Ensino de Física na Sociedade Contemporânea. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física - SBF, 2015. v. 1. p. 257-257.

CARNEIRO, F. O. R.; PENIDO, M. C. M. Tensões nas inter-relações entre a matemática e a física: discussões a serem levadas para a formação inicial. In: **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF**, 2017, São Carlos. XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2017. v. 1. p. 1-8.

CARNEIRO, F. O. R.; PENIDO, M. C. M. A influência de matemáticos franceses dos séculos XVIII-XIX no ensino de ciências no Brasil. In: **16o Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, 2018, Campina Grande. 16o Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2018. v. 1. p. 1-17.

CARNEIRO, F. O. R.; PENIDO, M. C. M. Evidências de implicações epistemológicas no ensino de física no Brasil a partir das influências dos pós-newtonianos franceses dos séculos XVIII-XIX. In: **XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF** 2019, 2019, Salvador.

CARNEIRO, F. O. R.; PENIDO, M. C. M. As relações Brasil-França no século XIX: implicações de um coletivo de pensamento na consolidação de uma abordagem para o ensino de física. In: **XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF** 2019, 2019, Salvador.

CASTILHO-DELIZOICOV, N. **O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino**. Florianópolis, 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, UFSC.

CASTILHO-DELIZOICOV, N.; CARNEIRO, M. H. S; DELIZOICOV, D. O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 443-460, 2004.

CHIQUETTO, M. J.; KRAPAS, S. Examinando exames: análise dos vestibulares que nortearam o livro "Fundamentos da Física". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 1, 2012.

CINDRA, J. L. As concepções físico-matemáticas de Galileu apresentadas nos Discorsi. In: **14o Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, 2014, Belo Horizonte. Anais do 14o Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, 2014.

COHEN, I. B. **O nascimento de uma nova física**. Lisboa: Gradiva, 1988.

COHEN, I. B.; WESTFALL, R. S. **Newton**: textos, antecedentes, comentários. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 2002.

COHEN, R.; SCHNELLE, T. **Cognition and Fact**. Dordercht: Reidel, 1986.

COMTE, A. **Curso de Filosofia Positiva**. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores). p. 1-39.

CUTOLO, L. R. A. **Estilo de pensamento em educação médica: um estudo do currículo do curso de graduação em Medicina da UFSC**. 2001. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, UFSC, Florianópolis.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação**: reflexões sobre a educação e matemática. Campinas: Summus, 1986.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Uma história concisa da matemática no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.

DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N. CUTOLO, L. R. A.; DAROS, M. A.; LIMA, A. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS** (1999: Valinhos). Atas...Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999 (disco compacto).

DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N. CUTOLO, L. R. A.; DAROS, M. A.; LIMA, A. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, número especial, p. 52-69, jun. 2002.

DESCARTES, R. **Regras para a direção do espírito**. Tradução de João Gama. Portugal: Edições 70, 1989.

DIRAC, P. A. M. **The Relation between Mathematics and Physics**. Palestra entregue na apresentação do prêmio JAMES SCOTT. Edimburgo, 1939. Disponível em <<http://www.damtp.cam.ac.uk/events/strings02/dirac/speech.html>> Último acesso em 15 de março de 2016.

DRAKE, S. **Galileo**. Madrid: Alianza Editorial, 1980.

EMMEL, R. **“Estado da arte” e coletivos de pensamento da pesquisa sobre o livro didático no Brasil**. 2011. 101f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação nas Ciências) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

EVES, H. **Introdução à História da Matemática**. Tradução Hygino H. Domingues. Campinas: Editora da Unicamp, 2004. 844p.

FERRUZI, Elaine Cristina. **A modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos superiores de tecnologia**. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

FEYNMAN, R. P. **Física em 12 lições**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. 308 p.

FITAS, Augusto José dos Santos. **História e filosofia das ciências** (colectânea de textos). Universidade de Évora, 2011.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de um hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de um hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986a.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Fabrefactum editora, Belo Horizonte, 2010.

GALILEI, Galileo. **Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a Due Nuove Scienze**. Leiden: 1638.

GALILEI, Galileo. **O Ensaíador**. São Paulo: Editora Nova Cultural, 2004.

GEYMONAT, L. **Galileu Galilei**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

GINGRAS, Y. **What did mathematics do to physics?** Quebec: Science History Publications Ltda, p. 383-416, 2001.

GIRELLI, P. S. **Circulação e textualizações das nanotecnologias no contexto da agropecuária: subsídios para o ensino de física**. 2016. 143f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GUERRA, A. et al. O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n 03, p. 507-522, dez. 2008.

GUICCIARDINI, N. Mathematics and the new sciences. In.: **The Oxford handbook of the history of physics**. BUCHWALD, Z. & FOX, R. (org). Oxford: Oxford University Press, 2013, p. 226-264.

HANSSON, L.; HANSSON, Ö.; JUTER, K.; REDFORS, A. Reality-Theoretical Models-Mathematics: A Ternary Perspective on Physics Lessons in Upper-Secondary School. **Science & Education**, v. 24, n. 5-6, p. 615-644, jul. 2015.

HAWKING, S. **Os gênios da ciência: sobre os ombros de gigantes**. Tradução de Heloísa Beatriz Santos Rocha, Lis Lemos, Parreiras horta Moriconi. Editora Campus: Rio de Janeiro, 2005.

HAYES, K.; WITTMANN, M. C. The Role of Sign in Students' Modeling of Scalar Equations. **Physics Teacher**, v. 48, n. 4, p. 246-249, apr. 2010.

HEILBRON, J. L. **Physics a short history from quintessence to quarks**. Oxford: Oxford University Press, 2015.

HU, D.; REBELLO, N. S. Shifting College Students' Epistemological Framing Using Hypothetical Debate Problems. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, n. 1, p. 010117-1-010117-11, jan-jun. 2014.

HUDSON, H. T.; MCINTIRE, W. R. **Correlation between mathematical skills and success in physics**. American Journal of Physics, v. 45, n. 5, p. 470-471, 1977.

KARAM, R. A. S. Matemática como estruturante e Física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre Matemática e Física. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2007.

KARAM, R. A. S. Distorção do papel da matemática na resolução de problemas de física. **Enseñanza de las ciencias**. Núm. Extra, p. 1750-1754, 2009.

KARAM, R. A. S. **Estruturação matemática do pensamento físico no ensino: uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas**. Tese de Doutorado. USP, 2012.

KARAM, R. Framing the Structural Role of Mathematics in Physics Lectures: A Case Study on Electromagnetism. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, n. 1, p. 010119-1-010119-23, jan-jun. 2014.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 181-205, 2009.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 181-205, 2009a.

KOIRÉ, A. **Estudos de história do pensamento filosófico**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

KRAGH, H. **Introdução à historiografia da ciência**. Porto: Porto Editora, 2001.

KUHN, T. S. **A tensão essencial**. São Paulo: Editora UNESP, 2011.

KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions**, Rio de Janeiro: Editora do Autor, 1970. 209 p.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. **Revista brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, SP, v. 1, n. 2. p. 97-108, maio/ago. 2001.

LEONEL, A. A. **Formação continuada de professores de física em exercício na rede pública estadual de Santa Catarina: lançando um novo olhar sobre a prática**. 2015. 411f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LORENZ, K. M. **Os livros didáticos de ciências na escola secundária brasileira: 1900 a 1950**. Educar. n. 10, p. 71-79, 1995.

LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLOGO, I. I. P. **A contribuição epistemológica de Ludwik Fleck na produção acadêmica em educação em ciências**. Chapecó, 2011. Disponível em <<http://www.nutes.ufrr.br/abrapec/viiiinpec/resumos/R1141-1.pdf>> Último acesso em 30 de março de 2016.

LÖWY, I. Ludwik Fleck and the Notion of “Boundary Object”. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE FILOSOFIA DA SAÚDE, n. 1, 1996, Florianópolis. **Atas...**

MANNRICH, J. P.; SILVA, H. C. Reflexões de licenciados em física sobre a linguagem Matemática no Ensino de Física. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 2013.

MARICONDA, P. R. **Galileu e a ciência moderna**. Caderno de Ciências Humanas – Especiaria. v. 9, n. 16, p. 267-292, jul/dez. 2006.

MARICONDA, P. R.; VASCONCELOS, J. **Galileu e a nova física**. São Paulo: Odysseus Editora, 2006.

MARTINS, V. R. **O ensino de física moderna nos livros didáticos do início do século XX**. Dissertação de mestrado. USP, 2015.

MELO-NIÑO, L. V.; CAÑADA, F.; MELLADO, V. Initial Characterization of Colombian High School Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Electric Fields. **Research in Science Education**, v. 47, n. 1, p. 25-48, feb. 2017.

MENDES, G. H. G. I.; BATISTA, I. L. A matematização e ensino de física: uma discussão de noções docentes. **Ciência Educacional**, Bauru, n. 3, p. 757-771, 2016.

MOL, ROGÉRIO S. **Introdução à história da matemática**. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2013.

MORAES, J. U. P. **O livro didático de física e o ensino de física**: suas relações e origens. Scientia plena. v. 7, n. 9, p. 1-4, 2011.

MULHALL, P.; GUNSTONE, R. Views about physics held by physics teachers with differing approaches to teaching physics. **Research in Science Education**. v. 38, n.4, p. 435-462, aug. 2008.

NEWTON, Isaac. **Principia**, Book III. Newton's Philosophy of Nature: Selections from his writings. Nova Iorque: H.S. Thayer, Hafner Library of Classics: 1953, (em inglês).

NICOLI JUNIOR, R. B.; MATTOS, C. R. A disciplina física no ensino secundário nos anos de 1810 até 1930. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, n. 6, 2007, Florianópolis. **Atas...** Belo Horizonte: ABRAPEC, p. 1-12, 2007a.

NICOLI Júnior, R. B.; MATTOS, C. R. A disciplina e o conteúdo de cinemática nos livros didáticos de física do Brasil (1801 a 1930). **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 275-298, 2008.

NICOLI Júnior, R. B.; MATTOS, C. R. História e memória do ensino de física no Brasil: a faculdade de medicina de São Paulo (1913 a 1943). **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18 n. 4, p. 851-873, 2012.

OLIVEIRA, L. D. **Modelo teórico para a interação professor-cientista a partir da escola de física do Cern: um estudo de caso à luz da epistemologia de Fleck**. 2017. 242f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PATY, M. Interprétation et construction dans le rapport des mathématiques à la physique. In **Fundamenta scientiae** 10, 1989 (n° 1, Numéro spécial en hommage à Ludovico Geymonat), 35-55. Egalement: Revue de l'enseignement philosophique, 40e année, n°3, p. 73-89, janvier-février.1990.

PATY, M. Le caractere historique de l'adéquation dès mathématiques à La physique. In: GARMA, S.; FLAMENT, D.; NAVARRO, V. (Eds.). **Contra los titanes de la rutina** (Contre lês titans de La routine) Comunidad de Madrid/C.S.I.C., Madrid, p. 401-428, 1994.

PATY, M. **A matéria roubada**. São Paulo: EDUSP, 1995. 320p.

PATY, M. The Idea of quantity at the origin of the legitimacy of mathematization in physics. In: GOULD, C. (Ed.) **Constructivism and practice: Towards a social and histotical epistemology**. Lanham: Rowman and Littlefield, p. 109-135, 2003.

PAULINO, A. R.; PAULINO, I.; FELIX, R. A falta de conhecimento de matemática atrapalha o aprendizado de física de alunos do Ensino Médio? In: **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, 2007, São Luís. CD-Rom, 2007.

PENA, F. L. A. **Da pesquisa em ensino de física para a sala de aula: uma análise da experiência brasileira**. 2008. 132p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador.

PFUETZENREITER, M. R. A epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa no ensino na área de saúde. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2002.

PFUETZENREITER, M. R. Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas. **Episteme**. n. 16, p. 111-135, jan/jun. 2003.

PIETROCOLA, M. O papel estruturante da matemática na teoria eletromagnética: um estudo histórico e suas implicações didáticas. **IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, 2001, Bauru.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.

PIETROCOLA, M. A Matemática como linguagem estruturante do pensamento físico. In.: **Ensino de Física**. CARVALHO, A. M. P. (org). 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 79-105.

PIRES, A. S. T. **Evolução das ideias da física**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

PONCZEK, R. L. Da Bíblia a Newton: uma visão da Mecânica. In.: **Origens e evolução das ideias da física**. ROCHA, J. F. M. (org). 2ª ed. Salvador: EDUFBA, 2015, p. 21-134.

QUALE, A. On the Role of Mathematics in Physics. **Science & Education**. v. 20, n. 3-4, p. 359-372, mar. 2011.

QUALE, A. On the Role of Mathematics in Physics: A Constructivist Epistemic Perspective. **Science & Education**. v. 20, n. 7-8, p. 609-624, jul. 2011.

QUEIRÓS, W. P. **A articulação das culturas humanística e científica por meio do estudo histórico-sociocultural dos trabalhos de James Prescott Joule**: contribuições para a formação de professores universitários em uma perspectiva transformadora. 2012. 355f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru.

QUEIRÓS, W. P.; NARDI, R. Um Panorama da Epistemologia de Ludwik Fleck na Pesquisa em Ensino de Ciências. In: ZIRMMERMANN, E.; GARCIA, N. M. D.; SILVA, C. C.; MARTINS, A. F. P. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, PR: SBF. p. 1-11, 2008.

REDISH, E. Problem solving and the use of math in physics courses. Palestra proferida na conferência **Word View on physics Education in 2005: Focusing on Change**. Nova Delhi, 2005. Disponível em

<<http://arxiv.org/pdf/physics/0608268.pdf>> Último acesso em 01 de março de 2016.

ROQUE, T. **História da matemática**: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SAMANIEGO, L. E. Q. O positivismo e as ciências físico-matemáticas no Brasil. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 105-114, ago. 1994.

SAMPAIO, G. M. D. **A História do Ensino de Física no Colégio Pedro II de 1838 até 1925**. 2004. 164p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SAMPAIO, G. M. D.; SANTOS, N. P. **Os livros didáticos de física e química nos primeiros dezoito anos do colégio de Pedro II (1838-1856)**. 2004. 164f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SCHÄFER, L.; SCHENELLE, T. Los fundamentos de la visión sociológica de Ludwik Fleck de la teoría de la ciencia. In: FLECK, L. **La gènesis y el desarrollo de um hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

SCHÄFER, L.; SCHENELLE, T. Introdução – Fundamentação da perspectiva sociológica de Ludwik Fleck na teoria da ciência. In: FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Fabrefactum editora, Belo Horizonte, 2010.

SETTLE, T. **Galileo's use of Experiment as a tool of investigation**. In: MCMULLIN, E. (ed.). *Galileo – Man of Science*. New Jersey: The Scholar's Bookshelf, cap. 15, 1967, p. 315-337.

SILVA, C. P. **A matemática no Brasil**: história de seu desenvolvimento. São Paulo: Blucher, 2003.

SILVA, C. C.; PIETROCOLA, M. O papel estruturante da matemática na teoria eletromagnética: um estudo histórico e suas implicações didáticas. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2003, Bauru.

SOKOLOWSKI, A.; YALVAC, B.; LOVING, C. Science Modelling in Pre-Calculus: How to Make Mathematics Problems Contextually Meaningful. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 42, n. 3, p. 283-297, apr. 2011.

TEIXEIRA, Elder S. Quem foi Galileu afinal? **Caderno de Física da UEFS**. v. 09, n. 01 e 02, p. 53-71, 2011.

TESSER, C. D. Contribuições das Epistemologias de Kuhn e Fleck para a Reforma do Ensino Médico. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Brasília, v. 1, n. 32, p. 98-104, 2008.

THOMPSON, A. Promoting the Understanding of Mathematics in Physics at Secondary Level. **School Science Review**, v. 97, n. 360, p. 43-48, mar. 2016.

UHDEN, O.; KARAM, R.; PIETROCOLA, M.; POSPIECH, G. Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education. **Science & Education**. v. 21, n. 4, p. 485-506, apr. 2012.

VARGAS, M. História da matematização da natureza. **Estudos Avançados 10**, São Paulo, n. 28, p. 249-276, 1996.

VECHIA, A.; LORENZ, K. M. **Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850-1951**. Curitiba: Editora do Autor, 1998.

VIDEIRA, A. A. P.; VIEIRA, C. L. **Reflexões sobre historiografia e história da física no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Livraria da Física, 2010.

WATKINS, J.; COFFEY, J. E.; REDISH, E. F.; COOKE, T. J. Disciplinary Authenticity: Enriching the Reforms of Introductory Physics Courses for Life-Science Students. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 8, n. 1, p. 010112-1-010112-17, jan-jun. 2012.

YAMAZAKI, S. C. **Tradição do ensino de física em manuais de ensino superior**. 2015. 140f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ZYLBERSZTAJN, A. Galileu – um cientista e várias versões. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, n. 5, p. 36-48, jun.1988.

Apêndice I

Sub-planilha 1 : Dissertações e Teses

Ano	Local	Área	Autor	Título	link	Tipo (Tese/Dissertação)	Palavras-chave	Resumo
2011	RJ	História das Ciências e da Saúde	Carmen Maria Kligman Barguil	O lugar e o valor da fisioterapia na terapêutica médica: a medicina prática nos primeiros trinta anos do século XX	https://www.arca.fiocruz.br/handle/ici/17805	Tese	História das Ciências	Tem como objetivo investigar o campo de conhecimento denominado fisioterapia nos primeiros trinta anos do século XX no Rio de Janeiro, tomando como fonte de análise a produção médico-científica da época em torno do assunto. Para a análise desta questão, opta por um aporte teórico centrado em dois grandes temas, que estão imbricados: o estatuto do conhecimento intitulado fisioterapia como parte da medicina da época e a atuação de sujeitos sociais na produção desse conhecimento. Para tanto privilegia o estudo em torno da história das ciências utilizando as contribuições de Ludwick Fleck. Para a compreensão do campo de conhecimento da medicina, aborda o estilo de pensamento médico centrado na fisiologia e na objetividade científica, relacionando as teorias médicas sobre causação de doenças e sobre a abordagem do paciente. Descreve analiticamente a incorporação de tecnologias médicas no processo de constituição de uma medicina "científica" e de aparecimento das especialidades médicas. Busca descrever os casos modelares da Inglaterra e da França em relação ao exercício da fisioterapia no campo médico. Partindo da análise das fontes primárias que são as teses de medicina da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e a Revista Brasileira de Physiotherapia e Medicina Prática, busca identificar os atores sociais e as instituições que praticavam a fisioterapia e que estiveram envolvidas na produção acadêmico-científica em questão. Reconstrói o quadro das doenças clínicas e terapêuticas que eram objeto da fisioterapia nos primeiros trinta anos do século XX, a partir da análise destas fontes. Por último, o trabalho busca ressaltar o modo como, no início do século XX, no Rio de Janeiro, um grupo de atores sociais reconheceu e produziu um tipo de conhecimento que foi considerado específico a fisioterapia frente ao conjunto de teorias e práticas médicas em voga.
2011	RS	Educação nas Ciências	Rúbia Emmel	"ESTADO DA ARTE" E COLETIVOS DE PENSAMENTO DA PESQUISA SOBRE O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL	http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/282/RUBIA%20EMMEL.pdf?sequence=1	Dissertação de Mestrado	Livro didático, coletivo e estilo de pensamento, Formação de professores, Pesquisa em Educação.	O trabalho analisou as pesquisas sobre o livro didático, em artigos publicados na base de dados de revistas indexadas no Scielo e de eventos: ENDIPE, ENPEC e ANPED, de 1999 a 2010. Apoiando-se nas categorias da epistemologia de Fleck (1986), para compreender as contribuições dos autores das publicações sobre Livro Didático, apresentadas em eventos e periódicos, na constituição dos estilos e coletivos de pensamento que caracterizam a pesquisa do tema. Com base na leitura dos artigos, através da Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2007) foram identificadas 20 temáticas de pesquisa. O estudo possibilitou a análise e a identificação de um grande grupo de autores dos artigos que também estão referenciados nestes, constituindo eixos centrais. Os autores referenciais utilizados nos trabalhos analisados formaram 4 coletivos de pensamento: conceitos, currículo, pesquisa em/sobre livro didático e metodologia; merecendo destaque um grupo de referências, que são os próprios livros didáticos analisados nas pesquisas. A construção de categorias temáticas acerca do livro didático, apresentada neste estudo, se fez a partir da vontade de fortalecer as pesquisas acerca do livro didático na perspectiva de melhor compreender a formação de professores, suas teorizações e seus conhecimentos, possibilitando rever conceitos e estabelecer outros vários. Após a análise, o que se

								percebe é que os artigos demonstram que há preocupação de se estabelecer conceitos, conteúdos e diferentes olhares que contribuam para a construção de novos estudos, que apontem novas perspectivas, vislumbrando a formação de professores capazes de ressignificar o livro didático, fomentando os saberes e os fazeres dos sujeitos que fazem uso deste recurso. Assim, percebe-se a necessidade de novas pesquisas de cunho epistemológico sobre o livro didático, para que seja possível estabelecer consciência das complicações no estilo de pensamento dos pesquisadores sobre este tema e as consequentes transformações.
2012	MG	Filosofia	Fernanda Schiavo Nogueira	Ciência e linguagem: Fleck e o estilo de pensamento como rede de significados na ciência	http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-8YYQXG	Dissertação de Mestrado	Ludwik Fleck; Círculo de Viena; Rudolf Carnap; Linguagem/Ciência; Divisão de Reichenbach	Na investigação conduzida, pretendemos somar esforços a outras iniciativas ainda incipientes voltadas para a (re)descoberta das contribuições pioneiras dadas pela teoria da ciência de Ludwik Fleck, pensador polonês precursor, condenado a mais de três décadas de ostracismo. Para tanto, concentraremos as atenções sobre questão de fundamental importância no processo de elaboração das ideias originais de Fleck: a contraposição do pensador polonês ao Círculo de Viena, no geral, e a Carnap, no particular. Mais especificamente, abordaremos os pontos de discordância entre Fleck e a orientação neopositivista como zonas de acesso privilegiadas a discussões caras ao pensador polonês sobre assuntos pertinentes à produção do conhecimento da ciência, com especial destaque para o papel da linguagem como instrumento de mediação das interações cientista/mundo. Ao nosso modo de ver, Fleck consegue avançar por onde as abordagens tradicionais das teorias da ciência vigentes encontrariam graves limitações. Muitas dificuldades não sanadas satisfatoriamente por investigadores consagrados na atualidade (como Thomas Kuhn, Bruno Latour e David Bloor) são superadas com eficiência pelos pontos de vista sustentados pelo pensador polonês. Portanto, procuraremos evidenciar como Fleck soluciona com grande agilidade antigos desafios enfrentados pelas interpretações voltadas a analisar a produção do conhecimento da ciência. Aqui, avaliaremos quais os mecanismos acionados por Fleck e com qual grau de competência o pensador polonês equaciona aporias consideradas herdadas das tradições remanescentes dos mais de trinta anos sob a influência hegemônica da orientação neopositivista, como, a divisão de Reichenbach, a principal consolidadora da distinção entre o contexto de descoberta e o contexto de justificativa.
2012	SP	Filosofia	João Alex Costa Carneiro	A teoria comparativa do conhecimento de Ludwik Fleck: comunicabilidade e incomensurabilidade no desenvolvimento das ideias científicas	http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8133/tde-08012013-150309/pt-br.php	Dissertação de Mestrado	Comparabilidade, Epistemologia, Incomensurabilidade, Relacionamento, Teoria comparativa do	A presente dissertação tem por objetivo analisar o desenvolvimento da proposta fleckiana de uma teoria comparativa do conhecimento, seu estatuto epistemológico, bem como o diagnóstico de algumas de suas dificuldades teóricas. Defenderemos o caráter potencialmente científico de sua teoria e indicaremos que a incomensurabilidade entre estilos de pensamento constitui o problema mais imediato para sua efetivação. Nesse ínterim, sintetizaremos as principais diretrizes metodológicas esboçadas em sua teoria, entendida como um programa de pesquisa aberto, e indicaremos possíveis desdobramentos futuros. Esta dissertação terá início, em sua Introdução, com uma sucinta análise das principais fases de recepção da obra de Fleck, tendo em vista a compreensão de suas tradições de leitura e do significado atual de seus escritos. No Capítulo I, reconstituiremos o quadro conceitual da teoria comparativa de Ludwik Fleck a partir da análise de suas principais linhas e dimensões de desenvolvimento: médico-imunológica, sociológica, de crítica ao positivismo lógico e histórica. O Capítulo II será dedicado à análise dos processos comunicativos de sua teoria tanto ao nível diacrônico

							conhecimento	como ao nível sincrônico, bem como do fenômeno da incomensurabilidade. Estabeleceremos paralelos sobre a manifestação desse fenômeno com as formulações de Thomas Kuhn e Paul Feyerabend. No Capítulo III, abordaremos a tese do relacionismo cognitivo defendido por Fleck, indicando que sua teoria comparativa do conhecimento não possui um estatuto epistemológico privilegiado, sendo, portanto, um saber também relacional. Diante disso, defenderemos seu caráter científico, em conformidade, em linhas gerais, com as demais ciências naturais. Por fim, em nossas Considerações finais indicaremos, a partir das diretrizes lançadas pelo filósofo, algumas das possíveis linhas metodológicas que o programa da teoria comparativa deve seguir diante do problema da incomensurabilidade e da necessidade de um desenvolvimento metodológico mais preciso.
2012	PR	Educação	Danislei Bertoni	GÊNESE E DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO VIDA'	https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/29744?show=full	Tese	Vida, Estilos de Pensamento, Biologia, História da Biologia, Epistemologia Evolucionária, Cognição	O objeto dessa tese é a defesa em torno da possibilidade em delinear o processo histórico de gênese e desenvolvimento do conceito vida. A construção das ideias permite a compreensão de como surgiu o atual conceito de vida e uma das possibilidades se baseia na emergência das concepções de vida que historicamente foram elaboradas e coexistiram no modo de interpretar esse fenômeno. Para compreender a emergência dessas concepções foi necessário estabelecer os estilos de pensamento biológico que predominaram no modo de explicar e, ao mesmo tempo, compreender esse fenômeno com fins à sua aplicabilidade futura no Ensino de Biologia. O estilo de pensamento é entendido nessa tese como um corpo de conhecimento que possui uma linguagem específica, como o uso de determinados termos técnicos; diferentes enfoques entrelaçando elementos teóricos e práticos; significador de conceitos com estrutura teórica definida; sistema fechado de crenças, uma visão de mundo que resiste tenazmente a tudo o que o contradiz; algo que está em progressiva transformação, mas que é estruturador das conexões entre sujeito e objeto; algo que molda o complexo processo de formação e de conceber problemas. Esses estilos estão firmados na epistemologia evolucionária proposta por Ludwik Fleck, no livro Gênese e desenvolvimento de um fato científico e permitem a elaboração de conceitos e teorias biológicas que estruturam e fundamentam a Biologia e o seu ensino. Abordo nesse trabalho as considerações da emergência do conceito vida, identificando concepções abrangentes de vida. Tais concepções coexistiram num movimento não-linear, de predominância contextual, de evolução das ideias e do conhecimento, e perpassaram a história da Biologia, desde a antiguidade até a contemporaneidade, configurando hoje o contexto explicativo em torno da gênese e desenvolvimento do conceito vida.
2012	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	MARILISA BIALVO HOFFMAN N	Analogias e metáforas no ensino de biologia: um panorama da produção acadêmica brasileira	https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96447/304609.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Dissertação de Mestrado	Analogias e metáforas; Estado da arte; Ensino de Biologia	O presente estudo apresenta o estado da arte da pesquisa acadêmica brasileira que aborda o uso de analogias e metáforas no ensino de Biologia. Para tanto, focaliza teses e dissertações disponíveis no Banco da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), artigos publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências e trabalhos apresentados nos principais eventos nacionais de Ensino de Ciências e de Biologia, abrangendo um conjunto de 45 trabalhos em um recorte temporal de 1984 a 2009. O objetivo é oferecer um panorama dessa produção, apontar tendências e contribuir para subsidiar novas pesquisas na área, seja pelo diálogo estabelecido com o que já se produziu ou pelas lacunas explicitadas. A análise dos trabalhos deu-se a partir de categorias consonantes com pressupostos epistemológicos de Ludwik Fleck e com o auxílio da Análise Textual Discursiva. Os seguintes aspectos foram destacados: a preponderância de trabalhos que realizaram análise das analogias e metáforas presentes em livros didáticos de Biologia; as fontes utilizadas pelos professores

								no uso de analogias e metáforas; a relação dos professores com as analogias e metáforas presentes em livros didáticos e a percepção que os professores têm em relação ao uso de analogias e metáforas no ensino. A formação inicial do professor de Biologia e o uso de analogias e metáforas por licenciandos constituíram temas abordados por apenas um trabalho de dissertação, portanto, podem ser potenciais campos a serem explorados. Mostram-se, também, tímidas as investigações que abordam os aspectos históricos das analogias e metáforas como recurso ao ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Há, ainda, eixos pouco explorados, principalmente acerca do papel e da importância do uso de analogias e metáforas no momento em que se ensina e se aprende Biologia. Pode-se concluir que se faz urgente a problematização do uso de analogias e metáforas na formação inicial do professor de Biologia e uma maior integração entre as disciplinas pedagógicas e específicas, um campo profícuo para se iniciar essas discussões.
2012	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Daniela Tomio	CIRCULANDO SENTIDOS, PELA ESCRITA, NAS AULAS DE CIÊNCIAS: Com interlocuções entre Fritz Müller, Charles Darwin e um coletivo de estudantes	http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Daniela-Tomio.pdf	Tese	Linguagem Escrita. Ciência. Ensino de Ciências. Circulação de Sentidos. Análise de Discurso francesa. Sociogênese do Conhecimento	O funcionamento da escrita na ciência e em aulas de ciências, por coletivos de cientistas e estudantes, foi objeto de nosso estudo. Para formulação do problema, o seu enfrentamento e as interpretações realizadas na pesquisa nos orientamos pelo diálogo com autores dos aportes teóricos da Sociogênese do Conhecimento, especialmente o epistemólogo Ludwik Fleck, e da Análise de Discurso da linha francesa. Destas perspectivas, enunciamos a nossa compreensão para as relações entre ciência e linguagem e formulamos a pergunta de pesquisa: “Quais condições de produção da escrita de cientistas podem ser constitutivas do desenvolvimento de conhecimentos científicos e de que modo seus condicionantes podem orientar o funcionamento e/ou análise da escrita de estudantes em aulas de ciências na escola?” O estudo foi realizado por meio de dois percursos, uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo em um contexto escolar. Por conseguinte, tomando, por exemplo, uma análise da interlocução entre Fritz Müller e Charles Darwin, na investigação do movimento das plantas trepadeiras, interpretamos que a circulação escrita de sentidos entre e com outros coletivos de pensamento, no enfrentamento dos problemas de pesquisas, é condicionante fundamental no desenvolvimento de conhecimentos científicos e do próprio modo de conhecer na ciência. Na sequência, propomos aproximações e relações desta conclusão com o contexto escolar a fim de orientar o funcionamento e/ou análise da escrita de estudantes em aulas de ciências. Com base nisso, vivenciamos com um coletivo de estudantes e seu professor de uma escola da rede pública de ensino, da cidade de Blumenau/SC, o estudo de um projeto cujo tema era os insetos. Neste contexto, a partir da proposição de um problema de investigação significativo aos estudantes buscamos analisar como funcionou a circulação escrita de sentidos entre os sujeitos do coletivo e com outros coletivos distintos do seu, mais próximos do círculo esotérico (cientistas), na busca de soluções para as suas perguntas. Nossas interpretações permitiram formular a tese de que a circulação escrita de sentidos intracoletiva e intercoletiva em aulas de ciências é fundamental para o desenvolvimento de conhecimentos científicos e a transformação de um estilo de pensamento dos estudantes, contribuindo para seus gestos de interpretação na função de sujeitos-autores e, com isso, favorecendo a complexificação das suas explicações e relações com mundo, no mundo e com os outros em uma cultura tecnocientífica e letrada. No estudo também organizamos um estado da arte da investigação em Educação Científica, caracterizando quais são as 12 compreensões e as práticas de pesquisadores brasileiros que têm sido mediadoras do desenvolvimento de conhecimentos científicos sobre as relações entre a escrita e aprender ciências. Além do círculo esotérico, esta análise também pode ser de utilidade para

								professores e formadores de professores, quando situados no círculo exotérico, uma vez que se pode ampliar o debate dos resultados das pesquisas e as suas relações com a prática docente, potencializando perspectivas para o funcionamento da escrita em aulas de ciências, pelo ensino e pela pesquisa.
2012	PA	CIENCIAS EXATAS E DA TERRA	Josete Leal Dias	COMPREENSÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA SOBRE NÚMEROS FRACIONÁRIOS	http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3797	Tese	Formação de professores de matemática, Matemática, Prática de ensino, Pesquisa, Filosofia da ciência, Números fracionários, Números racionais	Esta pesquisa tem como um dos seus objetivos investigar como os professores de Matemática expressam sua compreensão sobre números fracionários tendo em vista proporcionar ao estudante conhecimento significativo. A partir da revisão da literatura este estudo foi circunscrito em duas vias: uma endógena onde trago as contribuições de Kieren (1976) e Nunes et al (2003) compreendendo números fracionários a partir dos significados parte-todo, número, operador multiplicativo, medida e quociente. Esses significados foram assumidos a partir de Vergnaud (1990) como um conjunto de situações que dão sentido ao conceito de números fracionários. A outra via, exógena, por meio das contribuições da sociologia do conhecimento segundo Fleck (1976) e da Matemática Cultural por Alan Bishop (1990). Essas duas vias foram selecionadas no intuito de responder: Que compreensão os professores de Matemática manifestam ao enfrentarem um conjunto de situações envolvendo números fracionários? Participaram deste estudo vinte e um professores das redes pública e privada com mais de três anos de experiência no sexto ano do Ensino Fundamental. O estudo contou com a aplicação de um teste diagnóstico com no mínimo duas seções para cada participante contendo quinze questões envolvendo os significados de números fracionários. Os dados foram analisados mediante as categorias: invariante operatório, os cinco significados, dinâmica comunicativa. Como resultado foi possível indicar que do ponto de vista endógeno os professores compreendem números fracionários na dependência dos significados parte-todo e operador multiplicativo, e do ponto de vista exógeno o Círculo Exotérico (os professores participantes) não compreende o objeto em questão como metaconceito, diferentemente do Círculo Esotérico (produções acadêmicas), reforçando assim, a dinâmica comunicativa intracoletiva, que não favorece a escola em geral, nem às práticas pedagógicas em particular, o desenvolvimento de valores como abertura para o ensino de Matemática.

2012	SP	Ensino de Ciências e Matemática	WELLINGTON PEREIRA DE QUEIRÓS	A ARTICULAÇÃO DAS CULTURAS HUMANÍSTICA E CIENTÍFICA POR MEIO DO ESTUDO HISTÓRICO-SOCIOCULTURAL DOS TRABALHOS DE JAMES PRESCOTT JOULE: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS EM UMA PERSPECTIVA TRANSFORMADORA	https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102029/queiros_wp_dr_bauru.pdf?sequence=1	Tese	História, Filosofia e Sociologia da Ciência, James Prescott Joule, Ludwik Fleck, Formação de Professores Universitários.	O objetivo desta pesquisa foi analisar, na perspectiva sociocultural, os trabalhos do cientista James Prescott Joule, mostrando as possíveis contribuições desta análise para proporcionar um maior diálogo entre a cultura científica e humanística, no processo de formação de professores universitários de Física, numa perspectiva transformadora. A metodologia da pesquisa é de caráter qualitativo documental e foi constituída de duas fases articuladas entre si. Na primeira fase foi feito um estudo do trabalho do cientista James Prescott Joule, utilizando-se de publicações originais e obras de historiadores da Ciência. Realizamos uma análise, a partir dos estudos de Fleck, na qual identificamos os coletivos de pensamento, do qual Joule participou e compartilhou ideias e práticas, que denominamos de técnico, científico, eficiência experimental e convertibilidade, os quais contribuíram para as suas pesquisas, no estabelecimento do princípio da conservação da energia. A segunda fase da pesquisa consistiu em um levantamento de dados empíricos da literatura realizado a partir de teses, dissertações de pesquisas sobre a concepção de professores universitários sobre ensino-aprendizagem, currículo e História e Filosofia da Ciência (HFC). A análise dos dados revela que uma minoria de professores tem uma leve tendência a uma visão transformadora, que são os professores que têm uma formação específica e humanística. No entanto, na maioria dos docentes universitários, sobretudo os de formação específica, os discursos revelam uma forte tendência para priorizar o ensino e aprendizagem dos conteúdos específicos e da HF, em detrimento dos conteúdos humanísticos; ou seja, uma visão desarticulada das culturas humanística e científica. Defendemos que para um professor de Física ser um intelectual transformador é necessário a articulação da cultura científica com a cultura humanística, pois, é necessária o diálogo com outros conhecimentos diferentes daqueles de suas áreas de formação. Uma abordagem histórico-sociocultural poderá contribuir para uma melhor comunicação entre os Estilos de Pensamento que compõem a cultura humanística e os que compõem a cultura científica, no processo de formação de professores. Assim, assumimos como referencial de formação de professores a perspectiva sociocultural defendida por Giroux (1997), para quem áreas como o estudo da Linguagem, Culturas Populares e Subordinadas, Teorização da Formação Social, História e Pedagogia são essenciais para se pensar em um processo formativo de professores, numa perspectiva transformadora, que enfatize o histórico e o cultural em relação aos materiais e práticas educativas. A emergência destas áreas apontadas por Giroux se dá por meio do estudo sociocultural dos trabalhos de James Prescott Joule, possibilitando um diálogo entre as duas culturas no processo de formação de professores.
------	----	---------------------------------	-------------------------------	---	---	------	--	---

2013	SP	ENSINO DE CIÊNCIAS	TATHIANE MILARE	A pesquisa em ensino de química na Universidade de São Paulo: estudo das dissertações e teses (2006-2009) sob a perspectiva fleckiana	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1211286	Tese	Dissertações e Teses, Ensino de Química, Ludwik Fleck, Pesquisa, USP	Este trabalho tem como principal objetivo identificar e caracterizar as pesquisas em Ensino de Química desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP), no período de 2006 a 2009, em três cenários distintos. O primeiro cenário consiste no Programa de Pós-graduação em Educação, da Faculdade de Educação. O segundo cenário é constituído pelos Programas de Pós-graduação em Ensino de Ciências, que corresponde à recente área de Ensino da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O terceiro cenário abrange os Programas de Pós-graduação em Química dos Institutos de Química, que desenvolvem pesquisas sobre o ensino. Foram analisadas cinquenta e cinco Dissertações e Teses sobre Ensino de Química, considerando os problemas de pesquisa tratados, o conhecimento químico envolvido, o foco temático, os referenciais teórico e metodológico utilizados, os procedimentos adotados, a sistematização dos resultados e o curso de pós-graduação de origem do trabalho. A análise e discussão dos dados obtidos foram realizadas com base na teoria sobre a construção do conhecimento científico apresentada por Fleck (2010). Entre os principais resultados, verificou-se que as diferentes áreas da pós-graduação formam dois principais coletivos de pensamento sobre o Ensino de Química. Há uma diversidade de problemas, focos temáticos e referenciais abordados nas Dissertações e Teses analisadas. O estilo de pensamento comum em todas as áreas da pós-graduação refere-se aos instrumentos e procedimentos de coleta, assim como ao tratamento dos dados e à forma de apresentação de resultados.
2013	RN	Educação	XENIA SILVA GOMES BRANDAO	Uma análise da formação de professores de Física do IFRN a partir da epistemologia de Ludwik Fleck.	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=379854	Dissertação de Mestrado	Formação de professores. Epistemologia de Ludwik Fleck. Licenciatura em física. Ensino.	Este estudo surge no contexto da formação de professores de física e objetiva, a partir do discurso do professor formador, identificar possíveis modelos pedagógicos e caracterizar estilos de pensamento presentes no curso de Licenciatura em Física do IFRN, utilizando a epistemologia de Ludwik Fleck. Caracterizamos a nossa pesquisa como qualitativa de natureza empírica e para a análise optamos pela análise textual discursiva – ATD (MORAES, 2003). O lócus de nossa investigação será o curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Natal Central e os sujeitos de pesquisa um grupo de professores formadores dessa licenciatura. Foram entrevistados dez docentes, sendo seis do núcleo específico da Física e quatro das disciplinas do núcleo didático pedagógico. A partir desse desenho, compusemos uma coleta de dados desenvolvida por: 1) entrevista semi-estruturada; 2) análise documental. Nas análises dos dados, com o suporte das tendências pedagógicas que se apresentaram em nosso estudo - a partir da percepção das semelhanças e diferenças entre as concepções apresentadas pelos professores sobre: educação e ensino; prática de ensino ideal; função do professor; concepções de aprendizagem; e função do aluno – e do pensamento ideológico desses professores formadores sobre o perfil profissional do egresso, observamos subsídios para identificar indicativos da presença de 3 estilos de pensamento distintos e que se interrelacionam entre si de forma mais ou menos intensa. A relevância do estudo se apresenta na compreensão dos estilos de pensamento que participam da dinâmica do curso de formação de professores em física. E por consequência disso, elucidação de uma problemática apontada a priori como motivador da pesquisa, a dificuldade de interação comunicativa sobre as práticas educacionais entre os professores formadores. Trazemos a epistemologia de Fleck como uma possibilidade motivadora ao diálogo e à negociação, configurando, dessa forma um instrumento de mudança efetiva, tendo em vista a significação da formação de professores de física.

2013	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	MARCELO LAMBACH	FORMAÇÃO PERMANENTE DE PROFESSORES DE QUÍMICA DA EJA NA PERSPECTIVA DIALÓGICOPROBLEMATIZADORA FREIREANA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1229007	Tese	Formação Permanente. Formação em Serviço. Formação Docente. Ensino de Química. Educação de Jovens e Adultos. EJA. Paulo Freire. Ludwik Fleck.	Esta pesquisa de doutorado versa sobre a formação permanente de professores de química do ensino médio que atuam na Educação de Jovens e Adultos. Nela é realizada a investigação das possibilidades, dos avanços e das dificuldades da formação permanente fundamentada nos princípios dialógico-problematizadores anunciados por Paulo Freire; e verificada se a formação nessa concepção contribui para possíveis mudanças na forma de conceber o ensino de química para alunos da EJA, implicando em mudanças metodológicas. Além dos fundamentos freireanos, esta pesquisa também utiliza a epistemologia de Ludwik Fleck como referencial analítico para elucidar como se organiza o conhecimento e como ele se dissemina e se transforma a partir das categorias: Estilo de Pensamento, Coletivos de Pensamento, Circulação Inter e Intracoletiva de Ideias, Complicações no Estilo de Pensamento. Analisa, ainda, como elemento empírico da pesquisa, um curso de extensão universitária ministrado para professores de química da EJA que atuam na rede pública estadual do Paraná. O curso foi organizado a partir do referencial freireano e das pesquisas realizadas, sobretudo, por Antônio F. Gouvêa da Silva, apresentadas em sua tese defendida, intitulada "A construção do currículo na perspectiva popular crítica das falas significativas às práticas contextualizadas", na qual ele analisa a orientação da formação docente realizada em distintas redes públicas da educação municipal e/ou estadual no Brasil. Nesse momento empírico da tese, os professores participantes do curso tiveram que realizar o estudo da realidade local com os alunos da EJA, investigar falas, propor temas geradores, elaborar aulas na perspectiva dialógicoproblematizadora e desenvolvê-las com os alunos da EJA. Para a análise, é utilizado como corpus os materiais produzidos pelos participantes durante o curso, os registros dos professores em diário de bordo, os registros do pesquisador, a gravação em vídeo das apresentações das aulas desenvolvidas nas escolas e o grupo focal sobre a formação desenvolvida. A partir da Análise Textual Discursiva dos materiais, são apontados os possíveis avanços em relação à formação permanente de professores, sejam eles os dialógicos, os metodológicos, os epistemológicos, os político-pedagógicos; assim como os limites, sendo eles os estruturais, os organizacionais, os procedimentais, os conceituais, os dialogais e os do orientador da formação permanente para professores de química da EJA, organizada a partir da concepção dialógico-problematizadora freireana. Como conclusão, são apresentadas algumas propostas para superar tais limites, pensando na sua factibilidade, tendo em vista os problemas estruturais que a escola vivencia.
2013	RJ	ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE	CARLOS EDUARDO CAMARGO CUNHA	A teoria de William Harvey da circulação do sangue: um traçado histórico do desenvolvimento das concepções, dos conceitos e dos modelos	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1229007	Dissertação de Mestrado	História da medicina; circulação do sangue; William Harvey; divulgação científica;	O estudo da História da Medicina, além de ampliar nossos conhecimentos sobre História em geral, permite que possamos, também, entender melhor a Medicina, suas técnicas, sua organização, e seus princípios. Esta pesquisa apresenta um resumo da História da Medicina e das doenças, a partir da Pré-história, até o século XVII. A medicina mais antiga que se conhece é a da civilização suméria, que floresceu a seis mil anos na Mesopotâmia. Outras grandes civilizações do passado, como as do antigo Egito, Índia, China e Grécia, deixaram evidências de que possuíam sistemas de medicina organizados, mais ou menos atrelados a influências religiosas, culturais e científicas da sociedade na qual estavam inseridos. Cláudio Galeno (130-201) foi o último dos autores célebres da medicina na antiguidade. Ele, assim como Hipócrates, defendia o Humoralismo, teoria baseada na existência dos quatro humores fundamentais (sangue, fleuma, bile amarela ou choler, e bile negra ou melancholia), e adotava também a teoria do pneuma e dos 'espíritos'. Fatores culturais, religiosos e políticos permitiram que a fisiologia elaborada por Galeno permanecesse praticamente inquestionável por cerca de 1500 anos. Somente em 1628, a partir da publicação da obra do médico inglês William Harvey (1578-1657), De Motu Cordis,

					ho=1075096		ensino de ciências.	na qual descreve sua descoberta da circulação do sangue, o modelo de Galeno é finalmente substituído por outro 'estilo de pensamento', como descrito por Fleck. Acreditamos que essa análise possa ser inserida em atividades em ensino de ciências, nesse sentido, elaboramos como produto final da dissertação um CD para professores e alunos do ensino médio, com o objetivo de ser material de apoio para discussões a respeito do processo que levou ao modelo da teoria da circulação do sangue de Harvey. Além disso, propiciar uma reflexão sobre as circunstâncias e dificuldades que envolvem a ruptura de um modelo hegemônico.
2013	SC	SAÚDE DA FAMÍLIA	RAFAEL CEZERE CELI	ESTUDO SOBRE ESTILOS DE PENSAMENTO NA EDUCAÇÃO FÍSICA NO CONTEXTO DO SUS	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=809708	Dissertação de Mestrado	Educação física. Promoção em saúde. Saúde pública. Saúde coletiva. Educação em saúde.	A Educação Física nos dias de hoje atravessa um momento propício para o seu crescimento dentro da área da saúde. Temporalmente falando a Educação Física foi reconhecida com área da saúde em 1997 com a resolução nº218 e reconhecida como profissão em 1998 com a lei nº9.696. Entretanto, um dos marcos histórico veio com a Política Nacional de Promoção da Saúde de 2006 em que instituiu a Educação Física como uma das profissões necessárias para trabalhar com promoção da saúde. No ano de 2008 com a criação dos Núcleos de Apoio a Saúde da Família abriu um novo campo de trabalho para a Educação Física, pois, é uma das profissões da área da saúde que pode trabalhar no apoio matricial junto às equipes da atenção básica em saúde, o que não se traduz como um processo de legitimação da área nesse campo. Entretanto, como nem tudo é simplesmente claro e o processo de conhecimento é resultado de um conjunto de fatores sociais, ocorrem divergências teóricas entre as próprias concepções de saúde da Educação Física com as concepções de saúde instituídas pelo SUS. Sendo assim, o objetivo desse estudo é, a partir da identificação de Estilos de Pensamento na lógica dos Estilos de Pensamento da Saúde Pública, desvelar caminhos, demonstrar incongruências, para assim, dentro da lógica da Epistemologia de Fleck elucidar novas abordagens para atuação do profissional de educação física no reconhecimento dessas diversidades conceituais. Essa ciência deverá buscar apoio no reconhecimento e nas divergências de Estilos de Pensamento, assim, servindo de auxílio para o entendimento da complexidade da ciência Educação Física em relação à diversidade de Estilos de Pensamento, para assim, construir seu papel de atuação no SUS.
2013	SP	EDUCAÇÃO E SAÚDE	DEBORA TAKEHARA	Hanseníase tem cura: Análise dos discursos de pacientes e profissionais de saúde a respeito dos materiais educativos impressos sobre hanseníase	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true	Dissertação	Materiais educativos Campanhas educativas Hanseníase Comunicação	Nesta pesquisa, de caráter interdisciplinar, analisamos os discursos veiculados em materiais educativos (MONTEIRO; VARGAS, 2006) impressos sobre a hanseníase e verificamos se esses materiais colaboram para mudar comportamentos e visões sobre a doença, se subsidiam a prática dos profissionais e se interferem na tomada de decisão dos pacientes no que se refere aos cuidados de si. Tomamos como pressuposto que mudanças discursivas, neste caso, sobre a doença (lepra/hanseníase) e seu percurso histórico, estendem seus efeitos sobre os sujeitos, as relações sociais e os sistemas de conhecimento e crença (FAIRCLOUGH, 2001; MAGALHÃES, 2005). No contexto do hospital-colônia (antigo asilo-colônia para hansenianos/leprosos), já examinamos as atividades de letramento (KLEIMAN, 1995; ROJO, 2009; VÓVIO, 2007) e inventariamos os materiais escritos que circulam nesse contexto. Naquela investigação, observamos por parte dos pacientes certa resistência para seguir tratamentos e buscar auxílio médico, criando redes de ajuda mútua (TAKEHARA,

					e&id_trabalho=89865		Lepra Mudança social	2010), o que nos leva à indagação sobre a função social e os sentidos atribuídos aos serviços de saúde, assim como aos materiais educativos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, cujos dados e materiais envolvem observação, análise documental, conversas prévias e entrevistas com dois pacientes e dois profissionais de saúde. A análise discursiva dos materiais e a aproximação às posições (SPINK, 2010; BAKHTIN, 1993) dos sujeitos permitem várias constatações. Os materiais educativos sobre hanseníase não se referem à doença lepra, de modo explícito. Quando comparamos os conceitos antigos atribuídos à lepra e os novos relacionados à hanseníase, verificamos por meio da intertextualidade/interdiscursividade (FAIRCLOUGH, 2001) a presença da heterogeneidade discursiva, em que novas definições da doença decorrem historicamente de suas antecessoras. As posições dos pacientes e profissionais de saúde permitem considerar que os modos de enunciar a doença (diagnóstico, tratamento, prevenção e cura), de significá-la, por meio de discursos materializados (neste caso, nos materiais educativos); advém de redefinições ao longo de sua história (lepra/hanseníase). Os fatos e visões que a doença agrega referem-se a diferentes perspectivas e conotações advindas da Ciência, a partir de mudanças no tratamento; do discurso religioso; do senso comum; de sistemas de crenças socialmente construídos; enfim, provêm de um coletivo de pensamento ou coletivo das ações sociais (FLECK, 2010). Assim, o impacto da pesquisa consiste em proporcionar a reflexão sobre a mudança social/discursiva no que se refere à doença, aos papéis atribuídos a campanhas educativas em saúde, no caso da hanseníase e, conseqüentemente, sobre o acesso (KALMAN, 2004) e o posicionamento de leitores frente aos materiais educativos que objetivam a promoção da saúde e prevenção da doença e seus agravos.
2014	MG	Psicologia	FERNANDA DUARTE SOUSA HOTT	PSICOLOGIA, MORTE E CUIDADOS PALIATIVOS: ENTRELACEMENTO DE SABERES E PRÁTICAS NA CONFIGURAÇÃO DE NOVOS CONTORNOS DISCIPLINARES	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2008589	Dissertação de Mestrado	Psicologia, Cuidados Paliativos, Morte, Ciência e Práticas Sociais	Neste trabalho investigou-se a produção de conhecimentos e práticas psicológicas que se aproximam do campo dos cuidados paliativos. Essa pesquisa se insere na perspectiva qualitativa, envolvendo levantamento bibliográfico e produção de dados empíricos, que foram analisados com base em conceitos de Ludwik Fleck e Bruno Latour. Essa aproximação entre psicologia e cuidados paliativos foi explorada em levantamentos sistemáticos em bibliotecas científicas virtuais, busca de informações sobre cursos e associações científicas disponíveis na internet, além de se analisar entrevistas realizadas com nove psicólogos que atuam em contextos de cuidados paliativos. Voltadas para saberes e práticas desenvolvidas hoje pelos psicólogos no contexto da terminalidade, buscamos compreender a formação e existência de um modo próprio de pensar desses profissionais. Foram discutidos os estilos e coletivos de pensamento que compõem a relação entre psicologia e cuidados paliativos, presentes na interpretação que essas disciplinas fazem de seu objeto de estudo e como o conhecimento circula entre os diferentes profissionais de uma mesma prática. O estudo permitiu compreender a construção do campo dos cuidados paliativos e as derivações que reverberam na psicologia. Ao compreendermos esse caminho é possível ver os conjuntos de relações que se estabelecem ao longo da legitimação de um saber científico, sendo essa pesquisa importante por mapear saberes e práticas de psicólogos no contexto dos cuidados paliativos, levantando cenários pouco problematizados.

2014	RJ	Sáude Coletiva	RAQUEL ALCIDES DOS SANTOS	Estilos de Pensamento da assistência médica aos pacientes oncológicos na rede pública de saúde do Município do Rio de Janeiro	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1367409	Tese	Estilos de Pensamento, Oncologia, Cuidados paliativos	O objetivo principal da pesquisa é descrever os Estilos de Pensamento que operam em duas das principais clínicas envolvidas na assistência clínica ao paciente oncológico em uma Rede Estadual de Alta Complexidade em Oncologia do Sistema Único de Saúde brasileiro: a oncologia e os cuidados paliativos. Para atingir esses objetivos, a proposta é desenvolver uma pesquisa qualitativa a fim de depreender como se configura o objeto de intervenção clínica nos discursos e nas práticas desses Coletivos de Pensamento. A metodologia escolhida foi a entrevista semi-estruturada. Parte-se, inicialmente, da origem e dos elementos que caracterizam a racionalidade biomédica e o modelo de cuidado integral em saúde, analisando as implicações desses modelos no entendimento das doenças oncológicas e no seu tratamento. Em seguida, desenvolve-se os conceitos de "Estilo de Pensamento" e "Coletivo de Pensamento" de Ludwik Fleck e o do conceito de "enactment" de Annemarie Mol. Utilizo esses conceitos para refletir sobre a construção do conhecimento e da prática médica, em especial nos seus aspectos sociais, ligados à formação e à especialização. Logo após, faz-se uma descrição histórica dos grupos profissionais estudados: a oncologia e os cuidados paliativos. Pro fim, segue-se a descrição da pesquisa de campo e dos resultados coletados nas entrevistas realizadas. O estudo evidenciou que os Estilos de Pensamento dos Paliativistas e oncologistas são muito distintos, quase incomensuráveis, porém também foi possível identificar preocupações e valores comuns e possíveis campos de interseção entre esses dois grupos.
2014	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	MONICA DE CALDAS ROSA DOS ANJOS	FRONTEIRAS NA CONSTRUÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO: UM OLHAR PARA A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=554348	Tese	Análise de Redes Sociais. Análise Textual Discursiva. Educação CTS. Investigação Temática. Nutrição. Segurança Alimentar e Nutricional.	A presente pesquisa objetivou avaliar se o projeto de extensão universitária, estudado, contribuía para a socialização de conhecimentos e práticas entre os espaços formal e não formal de educação, com vistas à formação profissional de estudantes de Nutrição. Neste sentido, resgatei como ocorreu o processo de institucionalização da extensão universitária, buscando quais concepções foram instauradas ao longo da história dessa modalidade no Brasil, e mais especificamente, nas universidades públicas brasileiras. À luz do referencial de Paulo Freire, algumas reflexões foram apresentadas, de modo a direcionar o olhar para um "que fazer" extensionista pautado na comunicação e na transformação social, a partir de uma constante práxis. Com o intuito de compreender esse que fazer comunicativo, a investigação empírica da Tese foi realizada por meio de pesquisa de campo, exploratória, de abordagem qualitativa e quantitativa, onde levantei quais concepções os sujeitos da pesquisa tinham sobre: o processo de ensino e aprendizagem, incluindo o papel do professor e do estudante no processo, bem como que nutricionista se pretendia formar; o papel social da universidade e da extensão universitária e; a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). Com relação ao processo de ensino e aprendizagem, apresentei algumas questões acerca da ausência de uma formação pedagógica dos professores, principalmente, nutricionistas, que poderiam interferir, diretamente, no processo de formação desses profissionais, em sua compreensão sobre o papel dos sujeitos no processo de construção e socialização do conhecimento, e, conseqüentemente, na possibilidade de se pensar a extensão como comunicação. Ainda, realizei um resgate histórico acerca da Segurança Alimentar e Nutricional, com vistas a posicionar as concepções dos sujeitos nos círculos esotéricos e exotéricos relacionados à Segurança Alimentar e Nutricional e à Segurança dos Alimentos, bem como verificar se as estudantes vinculadas ao projeto de extensão, tomaram consciência com relação às situações-limite presentes no espaço estudado, alterando o nível de consciência real efetiva para uma máxima possível. Contextualizo os ambientes de investigação, de modo a compreender o processo de circulação de conhecimentos e práticas entre os, e nos, ambientes. Apresento o meu olhar para os

								olhares dos sujeitos, ou seja, para suas concepções, em uma tentativa de compreender que fronteiras estavam presentes e que impediam a apreensão dos conhecimentos e práticas circulantes nos ambientes investigados, principalmente, no ambiente não formal de educação. Realizo uma nova caracterização do projeto de extensão, pautada nas obras de Paulo Freire e Ludwik Fleck, buscando identificar que elementos impossibilitaram o processo de comunicação, com vistas à superação de situações-limite identificadas pela academia. Analiso a rede social do projeto, suas relações, interdependências e ampliações, a partir das interações e das características encontradas nas análises qualitativas e quantitativas, de modo a propor ações para um “que fazer” extensionista que seja comunicação.
2014	PA	Educação em Ciências e Matemáticas	EMLLY HANNA SOUZA DA SILVA	Estilos de pensamento sobre Biodiversidade em Pesquisas de Educação Ambiental Publicadas no EPEA'	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2296051	Dissertação de Mestrado	Biodiversidade, Estilos de Pensamento, Representações Sociais, Educação Patrimonial Ambiental	O objetivo desta investigação foi analisar as contribuições epistemológicas de Fleck e da teoria das Representações Sociais no contexto da Educação Patrimonial Ambiental publicadas no EPEA acerca de biodiversidade. A pesquisa foi norteada pela seguinte questão: Que estilos de pensamento sobre biodiversidade circulam nos artigos do Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental – EPEA e como se vinculam à Educação Patrimonial Ambiental? O objeto da investigação é a temática biodiversidade; o lócus da pesquisa são 11 artigos aprovados nos seis Encontros de Pesquisa em Educação Ambiental – EPEA realizados nos anos de 2001, 2003, 2005, 2007, 2009 e 2011. A análise dos dados segue algumas estratégias da análise de Conteúdo proposta por Bardin que envolvem a organização da análise, a codificação, a categorização e a inferência. De acordo com a epistemologia de Fleck os resultados viabilizaram a identificação de onze estilos de pensamento circulados em vinte e oito artigos sobre biodiversidade publicados no EPEA, quais sejam: Patrimonial Ambiental; Utilitarista; Sistemico; Naturalista/ecológico/biológico; Humanista; Ambiental Crítica; Cultural; Conservacionista; Científico; Resolutivo; Sustentável. De um coletivo de 28 pesquisadores que apresentaram trabalhos sobre biodiversidade no EPEA a abordagem da Educação Patrimonial Ambiental foi identificada como um dos estilos de pensamento sobre o tema biodiversidade. As formações continuadas dos autores que tiveram seus artigos aprovados no EPEA estão em nível de especialização, mestrado e doutorado. Os resultados da pesquisa indicam que alguns estilos circulam nos coletivos de pensamentos esotérico e exotérico. As representações identificadas destacam-se por ideias tradicionais convencionadas por ecologistas de cunho naturalista, utilitarista e resolutivo de biodiversidade. Nesse sentido, destaco a necessidade de ampliar as discussões das pesquisas sobre biodiversidade para um contexto que envolva questões econômicas sociais e políticas. Já os estilos mais críticos apareceram em menor número e os intermediários, ou seja, não são tradicionais e nem críticos também tiveram poucas ocorrências. Nesse contexto faz-se necessário que os estilos de pensamento sobre biodiversidade dos autores do EPEA rompam com as ideias tradicionais já consagradas e evoluam para os estilos mais críticos.

2014	RS	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE	SANDRA ELISABET BAZANA NONENM ACHER	Contribuições da prática profissional integrada na formação inicial de professores	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2361088	Tese	Formação de professores, Prática de ensino, Desenvolvimento de currículo	Esta tese aborda a formação de professores, a partir do Estudo de Caso do curso de Licenciatura em Química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - câmpus Panambi. Iniciou pela inquietação da pesquisadora diante do contexto nacional de criação dos Institutos Federais e da ampliação de atuação destes, no âmbito da formação inicial de professores, com a oferta de Licenciaturas devido à exigência legal. A história da formação de professores na rede federal da Educação Profissional apresenta pouca possibilidade de superar o modelo da racionalidade técnica ainda presente nas Licenciaturas, mesmo uma década após a promulgação das Diretrizes Curriculares Nacionais para esses cursos, que propõem a superação desse modelo pela ampliação e diluição das horas de prática de ensino ao longo de todo o processo formativo. A pesquisa, de abordagem qualitativa, objetivou acompanhar as Práticas Profissionais Integradas elaboradas e desenvolvidas para as duas turmas, que iniciaram em 2011 e 2012, buscando identificar matizes de estilos de pensamento (FLECK, 2010), expressas pelos licenciandos, na perspectiva da constituição do professor investigativo e colaborativo. Os instrumentos usados para a coleta de dados foram análise do Projeto Pedagógico do Curso, de entrevistas semiestruturadas, de gravações em áudio e vídeo das apresentações dos Projetos Integradores e das produções escritas das Práticas Profissionais Integradas para as duas turmas, bem como do artigo do primeiro estágio de docência da Turma de 2011. A análise do Projeto Pedagógico do Curso foi ancorada na Análise Textual Discursiva proposta por Moraes e Galiazzi (2007), e nos aportes das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Licenciatura em Química e orientações para as Licenciaturas nos Institutos Federais. (Continua) (Continuação). Esta etapa da pesquisa apontou que os documentos intentam para a uma formação pautada pela integração curricular e pela constituição do professor pesquisador e reflexivo. No IFFarroupilha, todos os cursos ofertados contemplam a Prática Profissional Integrada desenvolvida através de um Projeto Integrador como alternativa para a inserção do Currículo Integrado em seus projetos e práticas pedagógicas. A proposta de Currículo Integrado, que tem como referenciais Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005) e Araújo (2013), pressupõe uma integração epistemológica pela Filosofia da Práxis. Diante da quantidade de informações coletadas junto aos licenciandos, foram selecionados fragmentos elucidativos de 10 licenciandos para compor a tese. A análise, auxiliada pelo conceito de complicação, abstraído da epistemologia da gênese e desenvolvimento de um fato científico de Fleck (2010), permitiu apontar dimensões epistemológicas, afetivas e cognitivas como possíveis complicações nos estilos de pensamento existentes que podem desenvolver a formação e a constituição do professor investigativo e colaborativo defendido.
------	----	--	-------------------------------------	--	---	------	--	--

2014	RJ	HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS	DANIELLE SOUZA FIALHO DA SILVA	“O ALARME QUE PRECISA SER REGULADO”: OS DEBATES MÉDICOS SOBRE A FIBROMIALGIA NA SOCIEDADE BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA ENTRE AS DÉCADAS DE 1990 E 2010	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1169810	Dissertação de Mestrado	fibromialgia, racionalidade médica, história da doença, história da medicina	A fibromialgia é uma patologia que tem como sintoma principal a dor difusa e intensa no corpo. Os indivíduos afetados por ela não apresentam substrato anatômico-patológico, e a causa das dores ainda é desconhecida. As pessoas diagnosticadas não possuem nenhum sinal externo, físico, de que estão sofrendo, e frequentemente suas dores são desacreditadas. Esta pesquisa analisa os debates médicos presentes na Sociedade Brasileira de Reumatologia (SBR), por meio dos seus protocolos de diagnóstico e de tratamento, bem como dos artigos de seu periódico institucional, entre o período de 1999, quando são validados os critérios de diagnóstico para a fibromialgia aqui no Brasil, e 2010, ano do primeiro consenso para o tratamento da doença. Apesar de existirem registros dos sintomas de fibromialgia desde o final do século XIX, a doença só foi nominada e definida clinicamente no contexto da década de 1980, nos EUA. Durante décadas os sintomas foram denominados fibrosite. As instituições voltadas para pesquisar ações para o enfrentamento da dor desempenharam um papel significativo naquele período. Notamos que a fibromialgia apresenta como comorbidade frequente a depressão – que, segundo os artigos médicos, atinge boa parte dos pacientes. O discurso biomédico assinala controvérsias sobre inúmeros critérios subjetivos para elaboração do diagnóstico. Porém, essa subjetividade se confronta com as demandas de objetivação da racionalidade biomédica, como, por exemplo, na “materialidade da dor”, legitimada por exames. Apesar dessas demandas, notamos que a subjetividade da doença fibromialgia foi territorializada no campo da reumatologia. Sobretudo, com a indicação terapêutica para cuidar do “status mental” do paciente. Dessa forma, acreditamos que a terapêutica incorpora novos elementos no estilo de pensamento nos termos de Fleck. Embora tenha sido nominada e seus critérios de diagnóstico definidos, a fibromialgia é uma doença que ainda está em processo de “enquadramento”.
2014	SP	Educação	ANAI HELENA BASSO ALVES	Manifestações de obstáculos gnosiológicos para a seleção de conteúdos na implementação de um currículo crítico em Ciências	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=336562	Dissertação de Mestrado	Obstáculos gnosiológicos. Currículo de Ciências. Formação de professores.	A partir de pesquisas bibliográficas e entrevistas semi-estruturadas com educadores, de ciências, do ensino médio, da rede de ensino estadual de Sorocaba-SP, buscou-se caracterizar possíveis manifestações de obstáculos gnosiológicos que se constituam como limite para uma seleção de conteúdos na implementação de um currículo crítico de ciências. Para a implementação curricular crítica em ciências, a participação dos sujeitos da comunidade escolar na construção e implementação curricular crítica em ciências, de modo autônomo e consciente, coletivo, socialmente comprometido e dialógico, se tornam exigências socioculturais, políticas e epistemológicas fundamentais. A partir de referenciais de Bachelard, Fleck, e Freire, buscou-se aprofundar a compreensão a respeito das manifestações de obstáculos gnosiológicos no contexto escolar. Para tanto, foram exploradas algumas possíveis manifestações, como o medo da liberdade (FROMM) para a seleção de conteúdos, a negação da descontinuidade epistemológica (DELIZOICOV) para a gênese do conhecimento, a pretensão da verdade científica (PINTO) e a arrogância epistemológica (FREIRE). Em seguida, foram indicadas algumas considerações a respeito da metodologia da pesquisa qualitativa que orientou a coleta de dados. E, por fim, pudemos sistematizar possíveis obstáculos gnosiológicos, assumidos como referência teórica para o trabalho, na medida em que os educadores demonstraram compartilhar concepções ingênuas a respeito do conhecimento, da ciência e do ensino, como por exemplo, a visão de conhecimento contínuo, cumulativo e linear; a visão conteudista do currículo; a visão de conhecimento universal e comum à todos, negando as especificidades das comunidade; entre outras visões que podem ser consideradas como limites para a implementação de um currículo crítico de ciências. Como proposta de superação dos obstáculos compartilhados pelos educadores, são sugeridos

								que se organizem novos modelos de formação de professores que considerem os limites, sobretudo quanto a compreensão da construção curricular e a seleção de conteúdos no contexto curricular crítico. Tomar práticas problematizadoras e dialógicas freireanas, que questionem as crenças arraigadas e culturalmente compartilhadas, podem se constituir como alternativas e possibilidades de superação e mobilização das concepções dos educadores, apontando para um novo modelo de ensino-aprendizagem, crítico e comprometido com uma educação humanizadora e emancipatória dos sujeitos socialmente oprimidos.
2014	PA	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	ADRIANE DA COSTA GONCALVES	A CIRCULAÇÃO DE IDEIAS SOBRE BIODIVERSIDADE E POR PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NAS ABORDAGENS CTS E PATRIMONIAL AMBIENTAL	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2295673	Dissertação	Circulação de ideias; Biodiversidade; Abordagem CTS; Educação Patrimonial Ambiental.	O objetivo desta investigação é analisar como as ideias intercoletivas sobre biodiversidade circulam nas práticas pedagógicas de professores de Ciências e Biologia com base nas abordagens CTS e EPA. Busca identificar e caracterizar os Estilos de Pensamento que estes professores apresentam sobre biodiversidade à luz da epistemologia fleckiana. O presente estudo, de cunho qualitativo, nos moldes do Estudo de Caso, teve a participação de 22 professores que atuam no ensino fundamental e médio em escolas públicas no Município de Igarapé-Miri, PA. Utilizei a metodologia do Grupo Focal como instrumento para a construção da empiria, em dois Grupos de Trabalho realizados durante o I Colóquio sobre Biodiversidade, promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemáticas e pelo Grupo de Estudos e pesquisas em Educação Patrimonial Ambiental. A análise deste estudo está ancorada em alguns dispositivos analíticos da Análise do Discurso, Discurso do Sujeito Coletivo e as categorias fleckianas, como instrumentos de análise. Para as análises, os dados foram categorizados com base nas aproximações e similaridades e nas comunalidades dos discursos. Para a identificação e caracterização dos Estilos de pensamento presentes nos discursos dos professores, utilizei quatro elementos que constituem o EP, elaborados com base no referencial fleckiano, que são: 1) O modo de ver, compreender e conceber; 2) Corpo de conhecimentos e práticas; 3) Compartilhamento pelo coletivo; 4) Linguagem estilizada. Os resultados indicam a existência de três Estilos de Pensamento sobre a Biodiversidade: Biodiversidade na visão ecológica, Biodiversidade como potencial econômico e Biodiversidade como patrimônio ambiental, sendo este considerado um estilo em transição, em razão de que ele começa a ser pensado e concebido a partir das atividades do Colóquio. A análise também elucidou as concepções dos docentes sobre as inter-relações CTS. Estas encontram-se fundamentadas na perspectiva salvacionista da ciência, na educação para a cidadania e como recursos tecnológicos. O EP em transição “Biodiversidade como patrimônio ambiental”, compreende um pensar e uma atuação mais crítica, pois incorpora questões ambientais, aspectos sociais, econômicos e políticos em uma relação de interdependência e inter-relações entre os seres vivos, uma vez que sua dimensão crítica é um importante elemento nas abordagens CTS e Patrimonial Ambiental.

2014	RJ	Saúde Coletiva	LEANDRO AUGUSTO PIRES GONCALVES	Medicina e Enfermagem – saberes e práticas incomensuráveis ? Uma abordagem à luz da hermenêutica e dos science studies	http://www.bdttd.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=6705	Dissertação de Mestrado	Hermenêutica, Biomedicina, Medicina, Enfermagem	Esta dissertação é fruto de uma pesquisa realizada em uma enfermagem feminina de clínica médica de um hospital universitário público da cidade do Rio de Janeiro. Nesta pesquisa, busquei uma compreensão sobre as relações e articulações do trabalho médico e de enfermagem. Partindo da perspectiva hermenêutica, busquei estabelecer conversações com, e entre sujeitos de pesquisa, grupos profissionais, o próprio estabelecimento hospitalar, a biomedicina - seus fatos e artefatos. Ademais, foram inspiradores para a desejada compreensão os science studies e seus exemplos de como acompanhar e interpretar especialistas em seus campos de prática. A pesquisa, especificamente, foi construída e desenvolvida com o uso de métodos qualitativos, como a observação etnográfica e entrevistas semiestruturadas, tendo a primeira servido de fundamentação para a segunda. O exercício interpretativo posto em curso desde a projeção da pesquisa não se esgotou com o seu término: teve continuidade e se fez presente na produção desta dissertação, ao modo de uma narrativa. Para sustentar a opção pela narrativa, assumo-a como um “relato de risco”, da maneira como sugere Latour para se descrever as redes e seus atores. Assim, pretendi incluir no texto a intensa movimentação e toda a sorte de eventos que se colocam como desafio às práticas destes profissionais, além de conferir agência aos sujeitos e às coisas. Dentro desta proposta, a narrativa traz um prólogo em que se posiciona entre os trabalhos do campo da Saúde Coletiva; em sua introdução, oferece um resumo ampliado de sua construção; no capítulo um, discorre sobre como o pesquisador negociou a existência da pesquisa com a instituição hospitalar, e trata também de um de seus fundamentos, a hermenêutica filosófica, em conversações com Rorty e Ayres. No segundo, traz um relato sobre a constituição coletiva de médicos e enfermeiros a partir de Fleck. “Convida”, ainda, um dos sujeitos da pesquisa a oferecer um conceito que ilumina as tensões das relações cotidianas entre enfermeiras e médicos; apresenta, a partir do conceito oferecido, alguns retratos destas relações. No terceiro, o caso de uma usuária que teve o prolongamento de sua vida decidida em uma reunião e um telefonema, é usado com o conceito de “paradigma”, em Kuhn, para dizer sobre as visões de mundo de médicos e enfermeiras. No quarto, tenta tornar dinâmica a constituição coletiva de médicos e enfermeiras ao relacioná-la às suas visões de mundo, aos processos de “enculturação” dos dois grupos profissionais; para isso recorre ao conceito de “conhecimento tácito” e às distintas categorias de expertise, como desenvolvidas por Collins e Evans. Diz sobre o que médicos e enfermeiras “sabem do que estão falando/fazendo”. Por fim, propõe duas possibilidades de desfecho para a dissertação: a primeira, que as práticas de médicos e enfermeiros são incomensuráveis entre si; a segunda, que médicos e enfermeiros dividem uma “zona de troca forçada”. Há ainda um encerramento. Nele, através da descrição de uma médica “virtuosa”, convida os leitores a uma conversa sobre os sujeitos contemporâneos e sobre o “mundo” em que vivemos.
------	----	----------------	---------------------------------	--	---	-------------------------	---	--

2015	PR	Ciência, Tecnologia e Ensino	RODRIGO DIEGO DE SOUZA		https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2525392	Dissertação de Mestrado	Coletivos de Pensamento. Ensino de Ciências. Epistemologia. Formação Inicial de Professores. Ludwik Fleck.	A Formação Inicial de Professores de Ciências, situada sócio e historicamente em um contexto com fragmentação de saberes, contrapõe-se a efetividade da prática docente para um Ensino de Ciências que possibilite a formação do cidadão crítico. Nesse sentido, a Epistemologia de Ludwik Fleck (1896-1961), apresenta fundamentos para a Formação Inicial de Professores de Ciências, para uma reflexão epistêmica e contextualizada que possibilite ao docente uma atuação como mediador que sensibilize os sujeitos para o exercício crítico da cidadania. Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar as possibilidades que a epistemologia de Ludwik Fleck pode trazer para o enfrentamento das lacunas presentes na Formação Inicial de Professores de Ciências. Quanto ao percurso metodológico, optou-se por um estudo exploratório, com abordagem quali e quantitativa e a pesquisa foi desenvolvida em três etapas. A primeira etapa consistiu na Fundamentação Teórica que viabilizou a investigação empírica, e o desenvolvimento do produto que emergiu de lacunas da Epistemologia na Formação Inicial de Professores de Ciências. O produto elaborado é uma proposta de curso, disponibilizado em plataforma online, para a Formação Inicial de Professores a partir da Epistemologia. Este curso foi aplicado, na 2ª etapa da pesquisa, para acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas em uma Universidade Pública do Estado do Paraná. Nesse momento, realizou-se a coleta de dados e a avaliação do produto pelos participantes. Na terceira e última etapa, deu-se a análise e discussão dos dados tendo por marco teórico a epistemologia de Fleck. Os resultados da pesquisa indicam para os seguintes aspectos: a circulação de conhecimentos e práticas entre os Coletivos de Pensamento nos quais os professores em formação inicial trafegam; as lacunas presentes nos Coletivos de Pensamento da Didática das Ciências e da Educação/Ensino de Ciências; e as implicações dos professores formadores como disseminadores de Estilos de Pensamento. Por fim, o produto desenvolvido nesta pesquisa oferece possibilidades para a inserção de discussões epistemológicas na perspectiva Fleckiana para a Formação Inicial e continuada de professores, tendo em vista a (re) configuração da Educação em Ciências.
2015	PR	Filosofia	CAIO CESAR MALASSIS E LUIZ	A história da dupla hélice interpretada a partir do quadro conceitual de Ludwik Fleck	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3354693#	Dissertação de Mestrado	Ludwik Fleck. Estilo de Pensamento. Coletivo de Pensamento. DNA. Epistemologia.	O quadro conceitual de Ludwik Fleck será o ponto norteador da presente dissertação, que tem por objetivo a análise de um episódio da história da ciência a partir da teoria epistemológica proposta por Fleck. O primeiro capítulo, portanto, terá como objetivo sistematizar os principais conceitos de Ludwik Fleck e sua proposta epistemológica, com enfoque nos conceitos de estilo de pensamento e de coletivo de pensamento. O passo seguinte será o de expor a história apresentada do conceito de dupla hélice da biologia, tendo em vista a identificação dos elementos que servirão de base para o desenvolvimento do terceiro capítulo, a saber, a detecção do estilo de pensamento vigente, do coletivo de pensamento da época e do contexto científico do período em questão. O terceiro capítulo será, portanto, o mais analítico, no qual os dois capítulos anteriores serão utilizados e onde a história da formação do conceito de dupla hélice do DNA será submetida a análise a partir dos conceitos de Fleck desenvolvidos no decorrer da dissertação.

2015	SC	Educação	ALEXANDRE TRIPOLI VENCAO	ESTILO DE PENSAMENTO DOS PROFESSORES DA ÁREA DE MATEMÁTICA NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3598850	Dissertação de Mestrado	Estilo de Pensamento; Ensino de Matemática; Engenharia Elétrica	O presente trabalho, sobre o Ensino de Matemática no curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, foi realizado com a intenção de verificar de que forma o Estilo de Pensamento dos professores de Matemática do curso influencia no ensino e na aprendizagem dessas disciplinas. Também buscou-se discutir sobre o Estilo de Pensamento que esteve e está presente na formação inicial desses professores; caracterizar o Coletivo e a possibilidade de Mudança do Estilo de Pensamento dos professores; investigar as metodologias de ensino das disciplinas da área de matemática no curso de Engenharia Elétrica. Foi utilizada para a análise dos dados a epistemologia de Ludwik Fleck, qual foram utilizadas as seguintes categorias: Estilo de Pensamento, Coletivo de Pensamento e Mudança de Estilo de Pensamento. Para atingir os objetivos propostos foi utilizada como metodologia a análise documental e a análise de conteúdo, sendo que a coleta de dados foi realizada nas Diretrizes Curriculares Nacionais assim como nas demais normatizações do curso de Engenharia Elétrica, no Projeto Pedagógico do Curso e nos Planos de Ensino das Disciplinas da área de Matemática. Como referencial teórico para a pesquisa, foram abordados alguns aspectos das engenharias no Brasil em articulação com a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade e o Ensino de Matemática nas Engenharias. Constatou-se, na pesquisa, Estilos de Pensamento que influenciam no ensino e na aprendizagem das disciplinas de matemática para o curso de engenharia elétrica da UNIPLAC. Percebeu-se, também, a possibilidade de Mudança de Estilo de Pensamento por meio de formação continuada, o que seria uma possibilidade de uma nova postura Teórico-metodológica.
2015	RJ	POLÍTICA, PLANEJAMENTO E ADMINISTRAÇÃO EM SAÚDE	JULIA KLEVEBERG	Para que serve uma enfermaria de clínica médica?: reflexões a partir de um hospital universitário	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2476282	Dissertação de Mestrado	Clínica médica; Especialidades; Biomedicina; Paradigma; Estilo de pensamento; Hermenêutica; Organização hospitalar	Esse trabalho propõe uma reflexão sobre a relação entre a organização da estrutura hospitalar baseada em sua divisão por enfermarias de especialidades e a perpetuação da lógica fragmentadora própria da Biomedicina, racionalidade médica hegemônica ocidental. O campo estudado foi o Hospital Universitário Pedro Ernesto. Através de entrevistas semiestruturadas com médicos clínicos, especialistas e profissionais responsáveis pela regulação de vagas desse hospital é discutida a existência de dois discursos diferentes: o discurso clínico e o discurso especialista. A partir da análise dessas entrevistas, foi apontada e debatida a profunda relação entre esses discursos, a estrutura hospitalar e a assistência médica oferecida aos pacientes. A análise realizada evidencia que embora os dois discursos estejam absolutamente inseridos no paradigma biomédico, a clínica médica se identifica e é identificada como responsável pelo paciente “como um todo”, enquanto as especialidades são reconhecidas como responsáveis apenas “por uma determinada parte”. Essa diferença apresentou influência tanto na forma de cuidar do paciente, como na função de cada serviço dentro do hospital. As enfermarias de clínica se caracterizaram por serem setores consensualmente capazes de conduzir satisfatoriamente a maioria dos pacientes. Se por um lado a abrangência da clínica é motivo de orgulho para os clínicos, por outro, a falta de autonomia decorrente dessa característica determina um sentimento de depreciação por parte desses profissionais. Esse trabalho foi realizado sob perspectiva hermenêutica filosófica proposta por Hans-Georg Gadamer e com o auxílio dos conceitos de paradigma proposto por Thomas Kuhn e estilo de pensamento elaborado por Ludwik Fleck

2015	SC	SAÚDE COLETIVA	MARCOS AURELIO MAEYAMA	A escolha da especialidade médica - Estilos de Pensamento	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2448143	Tese	Educação Médica. Atenção Básica à Saúde. Sistema Único de Saúde. Residência Médica.	Com a publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Medicina em 2001, iniciou-se um processo de mudanças nos cursos de Medicina, buscando atender as necessidades do Sistema Único de Saúde, no que diz respeito à formação para a Atenção Básica. Uma das maiores dificuldades encontradas para a consolidação da Atenção Básica concentra-se na carência de profissionais em quantidade e qualidade. Neste contexto, o objetivo da pesquisa de cunho qualitativo, foi identificar os aspectos que envolvem a escolha da especialidade médica em alunos egressos da UNIVALI, que tiveram participação efetiva na graduação em projetos na Atenção Básica. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semi-estruturadas e a análise de dados foi realizada por meio da categoria Estilo de Pensamento, desenvolvida por Ludwik Fleck. Os resultados demonstraram a hegemonia de um Estilo de Pensamento com características voltadas para a especialidade focal e como visão mercantil sobre a profissão, porém com visão ampliada para abordagem dos problemas, denominado desta forma de Estilo de Pensamento Flexneriano Ampliado. De forma contra-hegemônica também foi identificado um Estilo de Pensamento voltado para a prática generalista integral, com caráter eminentemente público, aqui chamado de Estilo de Pensamento da Atenção Básica. A hegemonia do Estilo de Pensamento Flexneriano foi justificada especialmente pela força dos acoplamentos neoliberais, corroborados também pela estrutura curricular majoritariamente flexneriana. As complicações vivenciadas por alguns entrevistados no trabalho na Atenção Básica também foram consideradas impedimentos importantes que dificultam a consolidação do Estilo de Pensamento da Atenção Básica e conseqüentemente sua escolha enquanto campo de trabalho. Os trâfegos intercoletivos também apresentaram importância no processo de escolha da especialidade médica, porém ainda hierarquizados pelos acoplamentos. Em que pese estas escolhas, a aproximação com a Atenção Básica demonstrou ser bastante importante na construção da contra-hegemonia e na formação de matiz com visão ampliada do Estilo de Pensamento Flexneriano clássico, ambos importantes para a mudança do modelo de atenção. A pesquisa apontou ainda para a necessidade de desmercantilização do setor saúde por conta da força dos acoplamentos, não apenas no que se refere a escolha da especialidade médica, mas especialmente para que o Sistema Único de Saúde se consolide enquanto política pública abrangente e a saúde se torne de fato direito de cidadania.
------	----	----------------	------------------------	---	---	------	---	---

2015	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	ANDRE ARY LEONEL	FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE FÍSICA EM EXERCÍCIO NA REDE PÚBLICA ESTADUAL DE SANTA CATARINA: LANÇANDO UM NOVO OLHAR SOBRE A PRÁTICA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3290631	Tese	Formação continuada de professores de Física. Ensino de Física e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação. Complicações. Circulações. Compartilhamento de conhecimentos e práticas presenciais e a distância.	A formação de professores, inicial ou continuada, tem sido um desafio permanente em todos os níveis de ensino e, no caso particular dos professores de Física, o maior problema reside na carência de profissionais habilitados e em serviço. Nesse sentido, esta pesquisa aborda duas demandas relacionadas à formação desses profissionais: a primeira refere-se às mudanças sociais provocadas pela presença das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), as quais reivindicam uma (re) significação da escola e do perfil do professor; e a segunda relaciona-se ao fato de haver menos de 46% dos professores que atuam no ensino de Física no estado de Santa Catarina devidamente habilitados para a profissão. A despeito desses apontamentos, no entanto, ninguém negaria razão à afirmação de que a formação continuada de professores é urgente, mormente no atual estágio social de reordenação política e econômica. A dúvida mais atroz está na necessidade de definirmos a formação que pretendemos e sua real utilidade, definições que efetivamente condicionam programas, conteúdos, perfis profissionais e, naturalmente, objetivos e métodos, bem como pesquisas para pensar as questões da formação de professores. Dessa forma, pretendendo contribuir com as pesquisas na área da formação continuada de professores de Física em exercício no estado de Santa Catarina, esta tese tomou como objetivo desenvolver e avaliar uma proposta de formação continuada, bem como suas contribuições para a formação dos professores e a prática do ensino de Física nas escolas da rede pública estadual de Santa Catarina. Balizada pela proposta dos três Momentos Pedagógicos, a proposta pretendeu contribuir com a formação docente na perspectiva orgânica, com vistas ao crescimento pessoal e profissional do docente e a necessidade de um processo de formação contínuo e em serviço, apontando, ainda, para a criação de uma comunidade virtual de prática propícia para o compartilhamento de conhecimentos acerca do ensino de Física, bem como para o desenvolvimento de habilidades que potencializem a exploração desses espaços, com vistas à constituição de uma rede de professores de Física. Acreditamos que o diálogo entre esses professores, potencializado pelas TDIC, contribui para a percepção e o enfrentamento de complicações presentes na prática diária, bem como promove uma melhor articulação e mobilização dos saberes envolvidos na prática de ensino de Física e com o processo de formação permanente. Partimos de uma questão central que tem como essência compreender quais contribuições uma proposta metodológica para professores de Física, no âmbito da formação continuada, pode oferecer no sentido de atender as demandas presentes na formação e na prática docente no contexto das escolas públicas estaduais de Santa Catarina. Trata-se de uma investigação de natureza qualitativa, constituída por uma pesquisa-ação, que envolveu seus participantes em um processo contínuo de reflexão e ação. Utilizaram-se, como instrumentos de coleta de dados, os questionários aplicados aos professores participantes do curso de formação continuada, as atividades desenvolvidas ao longo dessa formação e os registros dos encontros presenciais, das interações on-line e dos momentos de reflexão, além de um questionário on-line que foi enviado a todos os professores de Física da rede pública educacional de SC. O olhar lançado sobre a prática dos professores de Física dessas escolas permitiu criar, em resposta a esta questão, uma imagem do fato investigado, que será apresentada ao longo deste trabalho. Mesmo sabendo que essas percepções e compreensões poderão ser sofisticadas com o aprofundamento deste novo olhar e com novas circulações, presenciais e/ou virtuais, defende-se a tese de que: um curso de formação continuada, específico para o ensino da Física, embasado nas ideias de Ludwik Fleck e Paulo Freire, que leve em consideração as demandas apontadas pelas pesquisas da área e esteja em consonância
------	----	-----------------------------------	------------------	--	---	------	---	---

								com a perspectiva da mídia-educação, pode contribuir com a formação dos professores – habilitados ou não – no sentido da promoção de circulações, presenciais e a distância, entre os professores de Física e a percepção e enfrentamento de complicações, enquanto problemas não resolvidos e gênese de novos conhecimentos, contribuindo dessa forma com a (re)significação da prática e com o ensino de Física neste Estado.
2015	SC	Educação	CESAR AUGUSTO RODENBUSCH POLETTO	O PROCESSO COGNITIVO EVIDENCIADO NOS ESTILOS DE PENSAMENTO REVELADOS NOS SABERES E PRÁTICAS DE ORIENTAÇÃO DE MONOGRAFIAS NA ÁREA DE ODONTOLOGIA LAGES	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2496844#	Dissertação de Mestrado	Educação. Estilo de Pensamento. Monografia. Professor. Ortodontia.	A importância do orientador nos trabalhos de mestrado e doutorado tem sido ressaltada na literatura. Em relação ao papel do orientador de monografias dos cursos de especialização em odontologia, bem como o estilo de pensamento e as práticas e saberes revelados pouco se tem estudado. O objetivo deste trabalho foi compreender o estilo de pensamentos revelados nos saberes e práticas dos orientadores de monografias do Curso de Especialização em Ortodontia da UNIPLAC. Foram analisadas 107 monografias apresentadas entre os anos de 2007 e 2015, com a participação de dez professores orientadores. Utilizando a epistemologia de Ludvik Fleck e os sete saberes necessários à educação do futuro de Edgar Morin, pudemos constatar a forte predominância do estilo de pensamento mecanicista que em muito suplantou os estilos biologicista e social na formação do cirurgião dentista especialista em ortodontia. Com base nos resultados conclui-se que o estilo de pensamento predominante no curso de especialização em ortodontia da UNIPLAC é o mecanicista, principalmente focado em resolver problemas odontológicos específicos, com pouco interesse no aspecto social da maloclusão.

2015	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	SERGIO CHOITI YAMAZAKI	TRADIÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA EM MANUAIS DE ENSINO SUPERIOR	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2391628	Tese	1. Manual de Física. 2. Didática da Ciência. 3. Epistemologia. 4. Metodologias de Ensino. 5. História da Ciência.	Nesta pesquisa, buscou-se investigar a estrutura didática de livros textos de Física Básica do Ensino Superior, ou manuais de Física Básica, por meio de análise detalhada de exemplares significativos, com o objetivo de identificar e debater uma tradição do ensino desta disciplina. Quatro dos manuais mais citados em Projetos Político-Pedagógicos (PPPs) de cursos de Física do país e em alguns cursos do exterior foram considerados para análise. Não obstante, foi destacado o manual mais citado nos PPPs, o livro Fundamentos de Física, de Halliday, Resnick e Walker. Para a coleta de dados, foi escolhida e utilizada a praxeologia definida na Teoria Antropológica do Didático, fundamentada principalmente na obra “Estudar Matemáticas: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem”, de Chevallard, Bosch e Gascón. Apontam-se na disposição dos elementos nos manuais de Física uma estrutura singular permeada por um ensino que leva a compreensões deslocadas daquelas que têm sido enfatizadas na literatura da educação científica. Em contraposição à estrutura didática privilegiada, dois exemplares de manuais de Física são destacados – a obra Understanding Physics, de Cassidy, Holton e Rutherford, e o volume 1 de Feynman, Leighton e Sands, da coleção Lectures on Physics –, e dois saberes de referência, os três momentos pedagógicos (DELIZOICOV, 1982) e os conceitos unificadores (ANGOTTI, 1991). São apontadas algumas possíveis consequências de caráter epistemológico – para o qual foram considerados autores como Bachelard e Fleck – e didático-pedagógico no contexto da formação inicial de professores. Mudanças na estrutura e na dinâmica dos manuais de Física são sinalizadas tendo em vista a formação de um sujeito crítico e reflexivo congruente com as concepções da epistemologia contemporânea. Modificações didaticopedagógicas são propostas a fim de enfatizar um modelo de ensino sustentado em considerações interacionistas, entre sujeito, objeto e saber, que apontam para o conhecimento enquanto uma construção do sujeito cognoscente-afetivo.
2015	RJ	SAÚDE DA CRIANÇA E DA MULHER	MARGARETH ATTIANEZ I BRACET	Genética, Cultura e Saúde: Discursos à sombra das usinas de Angra dos Reis	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3543326	Tese	Leitura isotópica; saúde coletiva e genética; grupo focal; energia nuclear e saúde; malformação congênita.	METODOLOGIA: Pesquisa qualitativa de natureza exploratória e descritiva, com base etnográfica, valendo-se da análise das narrativas da população moradora. Empregou-se o método de Leitura Isotópica de Ciro Flamorin Cardoso para uma leitura mais aprofundada. Como técnica, utilizou-se a produção de grupos focais. OBJETIVOS: Analisar as concepções e crenças da população moradora de Angra dos Reis que fazem umnexo causal entre o diagnóstico de malformação congênita e câncer e a presença das usinas nucleares em seu território. Objetivo específico: Identificar as principais fontes de informação utilizadas pela população que auxiliam na formação de crenças e concepções. RESULTADOS E DISCUSSÃO: A análise das narrativas permitiu o isolamento de três grandes temas: conhecimento sobre energia nuclear, histórias de acidentes/incidentes e a relação com a saúde humana. Ao tema relação com a saúde humana aplicamos a leitura isotópica que identificou duas redes temáticas 1: Conhecimento sobre: malformação congênita; câncer; outros problemas de saúde e 2: Fontes de Informação. No que diz respeito às crenças percebe-se o involucro de estigmas e preconceitos que marcam a relação dos moradores com as usinas nucleares. Produções cinematográficas, reportagens jornalísticas e conversas entre pares foram citadas como fonte de informação. CONCLUSÃO: Ambos os conhecimentos Energia Nuclear e Genética Humana, pertencem a ciclos exotéricos como postulados por Fleck. Quando apresentados através da cultura, a maior parte das pessoas os recebe através de novas interpretações. A ideia de que as radiações ionizantes são capazes de alterar o DNA passa a ser vista como uma força poderosa e desconhecida, capaz de transformar o humano em cada um de nós.

2016	BR	Educação	DANIEL LOUZADA DA SILVA	Biodiversidade, conservação e sustentabilidade em livros didáticos de biologia do PNLD de 2015	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4869835	Tese	Circulação de Ideias, Coletivo de Pensamento, Ludwik Fleck, Meio ambiente, Desenvolvimento	Este trabalho tem por objetivo analisar o tratamento dado aos conceitos biodiversidade, conservação e sustentabilidade pelo livro didático (LD) de biologia de ensino médio do Programa Nacional do Livro Didático de 2015 (PNLD 2015) do ponto de vista da circulação de ideias entre diferentes coletivos de pensamento. As nove coleções de LD de biologia do PNLD 2015 tiveram texto e imagens fotográficas analisadas procurando identificar o discurso que expressam em relação às questões ambientais. Os capítulos de ecologia de cada coleção foram analisados integralmente quanto a texto e fotografias, exceto exercícios. Em todos os livros, as fotografias de pessoas foram quantificadas quanto a faixa etária, representação étnico-racial, e enquadramento da imagem. Nos capítulos de ecologia também foram quantificados grupos taxonômicos dos animais fotografados. Analisou-se divergências e convergências entre os marcos teóricos e marcos legais de referência. Os resultados indicam que os autores mesmo partindo de base conceitual semelhante apresentam discursos divergentes, e um mesmo exemplo pode ilustrar realidades opostas. Conservação e preservação são conceitos tratados como sinônimos pela maior parte dos autores. Entre os marcos legais, predominam os tratados internacionais sobre a legislação nacional. O uso de imagens mostrou uma representação humana de adultos, homens e brancos, ou seja, há pouca diversidade étnico-racial, de gênero e de faixa etária. Em relação às imagens de animais, predominaram mamíferos e aves. Exemplos de conservação relacionaram-se mais a espécies ameaçadas do que a ecossistemas. Quanto à circulação de ideias, o LD relaciona-se a quatro coletivos de pensamento, um acadêmico, um político-jurídico, e dois outros normativos. A circulação do conceito de biodiversidade aparece mais diretamente relacionada ao coletivo de produção acadêmica. O conceito de conservação aparece indiretamente com exemplos de processos de conservação biológica e de conservação de recursos naturais. Sustentabilidade é um conceito utilizado com diversos significados, muitas vezes, entendidos como solução para os diferentes problemas socioambientais.
2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	MARILISA BIALVO HOFFMAN	CONSTITUIÇÃO DA IDENTIDADE PROFISSIONAL DO DOCENTE DOS FORMADORES DE PROFESSORES DE BIOLOGIA: POTENCIALIDADES DA INTERCOLETIVIDADE	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4050653	Tese	Docência no Ensino Superior; Identidade Profissional Docente; Ensino de Biologia; Ludwik Fleck; Intercoidade	O presente estudo busca investigar as potencialidades da Intercoidade na constituição da identidade profissional do Docente do Ensino Superior (DES), especialmente dos formadores de professores de Biologia, ou seja, dos atuantes em cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas. A fim disso, esta investigação ocorreu em distintas etapas. Inicialmente, procurou-se caracterizar o docente atuante nos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas no Brasil. Para tal, buscou-se a discussão em torno dos espaços institucionais de potencial formativo destes docentes, tais como o Estágio de Docência, a formação Stricto sensu e a Prática como Componente Curricular (PCC). Sobre o Estágio de Docência, a revisão de literatura aponta que, de modo geral, o mesmo não vem sendo considerado pelos pós-graduandos como influente na constituição docente, por tornar-se um momento meramente burocrático aos alunos bolsistas e não de aprendizado em torno da docência no Ensino Superior. Em relação aos programas de pós-graduação, realizou-se um levantamento a partir das propostas curriculares dos programas das duas grandes áreas da Coordenação Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Ciências Biológicas e Biodiversidade. A partir deste levantamento constatou-se que a grande maioria destes programas, responsáveis pela formação de representativa parte dos DES que atuam nas licenciaturas em Ciências Biológicas brasileiras, não proporcionam em suas propostas curriculares qualquer tipo de disciplina destinada a preparação didático-pedagógica de seus egressos. Sobre a PCC, a revisão de literatura aponta como um tema incipiente nas pesquisas, especialmente aquelas relacionadas à docência nas áreas das Ciências da Natureza. Carecem de

								estudos, portanto, de como a PCC poderia colaborar na formação da identidade profissional do DES. Posteriormente, apresenta-se o contexto do Projeto Integrador, uma experiência de PCC desenvolvida na licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul campus Realeza-PR, pano de fundo das discussões apresentadas e local de trabalho dos docentes sujeitos desta pesquisa. Como instrumento de coleta das falas dos docentes, elegeu-se a entrevista, a qual foi submetida a estudo piloto, que contribuiu para a constituição de pré-categorias e possíveis adequações do roteiro. Foram entrevistados oito docentes atuantes no curso de Ciências Biológicas referido, sendo destacados aspectos referentes à história de formação acadêmica bem como atividades extra-acadêmicas que consideramos como constituintes da identidade profissional destes DES, fatores esses que, a nosso ver, influenciam diretamente na efetivação de ações intercoletivas na prática como docente universitário. As entrevistas foram analisadas com auxílio dos procedimentos metodológicos da Análise Textual Discursiva (ATD), tendo como referencial teórico-epistemológico os elementos da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck, especialmente das categorias complicação e circulação intercoletiva de conhecimentos e práticas. A partir da análise, o presente trabalho de tese aponta elementos para que a Intercoletividade na docência no Ensino Superior possa ser efetivada, em potenciais espaços formativos aos DES, como o Estágio de Docência, as PCCs, a formação de coletivos de pesquisa e estudo, as formações em serviço, as atividades extra-acadêmicas, entre outros. Aponta-se, da mesma forma, a necessidade de outros estudos que investiguem espaços com potencial formativo, como o estágio probatório ao qual os DES são submetidos, em início de carreira. Esta potencialidade perpassa, no entanto, pelas interlocuções entre os docentes de distintas formações, bem como com outros atores, a exemplo do licenciando, o professor da Educação Básica e demais sujeitos que, na troca intercoletiva, colaboram na constituição da identidade profissional do DES.
2016	RN	EDUCAÇÃO	SILVIA REGINA GROTO	O DEBATE EVOLUÇÃO VERSUS DESIGN INTELIGENTE E O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3752040	Tese	Evolução versus design inteligente; Ensino de evolução; Ludwik Fleck; Estilos e coletivos de pensamento; Epistemologia	Neste estudo, analisamos o debate evolução versus design inteligente à luz da epistemologia de Ludwik Fleck (1896-1961), principalmente no que refere às categorias estilo de pensamento, coletivo de pensamento, círculos esotérico e exotérico, tráfego intercoletivo de ideias e desvios de significado. A análise a partir desse referencial pretende contribuir para o ensino da evolução biológica – marcado por tensões, disputas e pontos de vista discordantes nas salas de aula de ciências e de biologia –, considerando a “compreensão” como objetivo último do ensino de evolução. A recolha de dados envolveu a análise documental, predominantemente. A metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD) fundamentou a análise a partir de duas perspectivas: a sincrônica, que foi realizada por meio de documentos produzidos por indivíduos e/ou grupos específicos vinculados ao debate evolução versus design inteligente, e a diacrônica, que considerou o desenvolvimento de aspectos específicos dos pensamentos desses grupos ao longo do tempo. Nossos resultados permitem caracterizar os grupos envolvidos no debate evolução versus design inteligente como portadores de estilos de pensamento próprios, constituindo distintos coletivos de pensamento. Apesar de o estilo de pensamento da evolução biológica (EP-EVO) e do estilo de pensamento do design inteligente (EP-DI) possuírem certa sobreposição em seus objetos de estudo, adotam métodos, explicações, julgamentos e linguagem diferenciados para abordá-los. De forma semelhante, o coletivo de pensamento da evolução biológica (CP-EVO) e o coletivo de pensamento do design inteligente (CP-DI) apresentam diferenças na configuração de seus respectivos círculos esotéricos e na forma como disseminam o conhecimento que produzem. O tráfego intercoletivo de ideias evidencia ser assimétrico, ocorrendo, predominantemente,

								no sentido do CP-EVO ao CP-DI, assim como os desvios de significado. Nossos resultados apontam ainda, que uma análise fleckiana pode contribuir para a melhor caracterização dos coletivos e estilos envolvidos no debate, subsidiando a discussão sobre a temática em sala de aula quando esta se fizer necessária. Além disso, ela contribui para a elaboração de práticas e estratégias mais adequadas ao ensino da evolução biológica, sejam aquelas que evidenciam como esses estilos e coletivos se constituíram social e historicamente, sejam aquelas centradas na compreensão da evolução e nos desvios de significado.
2016	RS	EDUCAÇÃO	JONATHAN HENRIQUES DO AMARAL	“A Educação no 'século do cérebro': análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos da Ciência”	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3638786	TESE	Educação; Neurociências; Neuroeducação; Estudos da Ciência; estilo de pensamento; Fleck, Ludwik.	O desenvolvimento expressivo das Neurociências, verificado a partir dos anos 1990, tem implicado a disseminação de seus estilos de pensamento tanto para além do mundo acadêmico, na cultura popular, quanto em disciplinas científicas que, em princípio, não teriam relação com esse campo. Em decorrência disso, áreas de pesquisa híbridas têm se constituído, tais como o campo de interlocuções entre Neurociências e Educação – foco do presente estudo. O objetivo deste trabalho foi analisar de que forma tem ocorrido a constituição dessa nova área, atentando para os estilos de pensamento que têm se formado a partir desse diálogo interdisciplinar. Para tanto, foram analisados trabalhos acadêmicos produzidos nesse novo campo de interlocuções e entrevistados pesquisadores envolvidos com a produção de conhecimento nesse campo. A análise dos dados obtidos foi desenvolvida com base no referencial dos Estudos da Ciência, levando em conta principalmente as contribuições clássicas de Ludwik Fleck, atualizadas por pesquisadores contemporâneos. A partir da pesquisa realizada, foi formulada a tese de que as interlocuções entre Educação e Neurociências não constituem um empreendimento determinista ou reducionista, como advogam alguns de seus críticos: pelo contrário, pesquisadores da área postulam que a adequada compreensão do sistema nervoso deve levar em conta as interações constantemente estabelecidas entre biologia e ambiente. Além disso, esses pesquisadores têm procurado dialogar com teorias tradicionais da Educação, além de reconhecer a necessidade de aproximação com os sujeitos envolvidos nas práticas educativas, como os professores. A aproximação da Educação às Neurociências é aqui entendida como um processo próprio do campo da pesquisa educacional, que se caracteriza pelo entrecruzamento de práticas, políticas e saberes formulados em diferentes disciplinas científicas. Contudo, foi verificado que, no campo de interlocuções entre Educação e Neurociências, ainda há dificuldades no sentido de produzir trabalhos empíricos que conjuguem teorias e metodologias de ambas as áreas: a maior parte dos trabalhos analisados é composta por estudos bibliográficos, que procuram mostrar a potencialidade da aproximação entre os campos, mas avançam pouco no sentido de produzir pesquisas efetivamente interdisciplinares. Essa dificuldade é compreendida nesta tese como sintomática da própria cisão – criticada por muitos autores analisados – entre natureza e cultura e entre Ciências Biológicas e Ciências Humanas, o que mostra que essa divisão ainda surte efeitos contundentes nos processos de produção de conhecimento de ambas as áreas.

2016	RS	INSTITUIÇÕES, CULTURA E GLOBALIZAÇÃO	ARIANA FANTONI SOBERON	CADERNOS PAGU: PENSANDO GÊNERO E CIÊNCIA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3694497	Dissertação de Mestrado	Gênero;Ciência. Feminismos. Cadernos Pagu. Coletivo/Estilo de Pensamento	Esta dissertação tem como objetivo tratar da relação entre gênero e ciência. O foco da pesquisa é o de investigar se estão se constituindo estilos de pensamento em relação ao campo gênero e ciência no cenário acadêmico brasileiro a partir de três dossiês que versam sobre a temática, publicados na revista Cadernos Pagu, do Núcleo de Estudo de Gênero – Pagu (UNICAMP), quais sejam: Gênero, tecnologia e ciência, 1998; Gênero na história das ciências, 2000; e Gênero na ciência, 2006. Como abordagem teórica e metodológica utiliza os conceitos de estilo de pensamento e coletivo de pensamento propostos por Ludwik Fleck. A pesquisa mostra como, por meio da circulação de ideias, entre os dossiês e seus coletivos exotéricos seria possível dizer que, nos Cadernos Pagu, há uma tendência a se configurar um estilo de pensamento que enfatiza a discussão historiográfica e o empoderamento de mulheres na prática científica.
2016	SC	Educação	BRUNA LARISSA CECCO	Formação de professores que ensinam Matemática: a circulação intra e intercoletiva de ideias nas redes configuradas no BOLEMA (1985-2015)	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3844382	Dissertação de Mestrado	Formação de Professores que ensinam Matemática. BOLEMA. Análise de Redes Sociais. Circulação intra e intercoletiva de ideias.	O presente trabalho se insere no campo da Formação de Professores que ensinam Matemática (FPEM), importante região de inquérito da Educação Brasileira. Nesta dissertação, temos como proposta compreender a configuração do campo da FPEM na dinâmica de publicação e socialização dos artigos no Boletim de Educação Matemática (BOLEMA), periódico vinculado à UNESP – Rio Claro, no período de 1985 a 2015. Levamos em conta artigos que trataram da FPEM e realizamos a análise fundamentada na epistemologia de Ludwik Fleck, mais especificamente a circulação intra e intercoletiva de ideias. A pesquisa tem abordagem quali e quantitativa, desenvolvida a partir da metodologia de Análise de Redes Sociais (ARS). Com descritores importantes para o desenvolvimento do trabalho, construímos redes e manipulamos dados, com o auxílio do software Gephi, que também nos forneceu estatísticas para realizar as análises. Organizadas as redes e tabulados os dados, a análise permitiu-nos inferir que: a maioria dos artigos é oriunda de instituições da região sudeste; a rede de coautoria que emerge tem baixa densidade, o que implica em pouca representatividade perante as relações compartilhadas; a rede intelectual concentra-se em três clusters: a (1) Formação Inicial; a (2) Formação Continuada e a (3) Formação Contínua e Desenvolvimento Profissional, as quais apresentam circulação intra e intercoletiva de ideias que possibilitam emergir novas categorias, tratando de questões mais específicas. Identificamos também que a produção do conhecimento está fortemente vinculada à pós-graduação, nos processos constituídos nas pesquisas de mestrado e doutorado.

2016	MG	HISTÓRIA	DARLAN LUIZ SILVA SANTOS	OS PAPROCKI BOYS?: E AS NOVAS TERAPÊUTICAS PSIQUIÁTRICAS NO HOSPITAL GALBA VELLOSO (1963-1971)	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4308054	Dissertação de Mestrado	História das Ciências; Psiquiatria, Hospital Galba Velloso	Pretendemos na presente dissertação investigar a formação do grupo de psiquiatras conhecido como Paprocki Boys, que trabalhou no Hospital Galba Velloso, em Belo Horizonte, nos anos 1963 a 1971. Analisaremos as ações médico-científicas e estratégias desse grupo para legitimação e divulgação das práticas terapêuticas empreendidas nesse hospital. Nesse esforço de legitimação, eles estiveram envolvidos em iniciativas médico-científicas e institucionais como: a criação de uma revista especializada (Revista do Centro de Estudos do Galba Velloso), o lançamento do manual de psicofármacos (o livro Psicofármacos), a organização de congressos de psiquiatria (o principal nesse período foi o 1º Congresso Mineiro de Psiquiatria em 1970), a criação da Residência Psiquiátrica em 1968 e a criação da FEAP (Fundação Estadual de Assistência Psiquiátrica) em 1968. Os Paprocki Boys conseguiram levar a diante o estilo de pensamento do qual o grupo partilhava. Todavia, mesmo dentro do grupo havia coletivos de pensamentos diferentes e em oposição, o que, supomos, levou a desagregação do grupo após 1971 com a saída de Jorge Paprocki do Galba Velloso. Para analisarmos a formação dos Paprocki Boys e as terapêuticas adotadas por esse grupo, mobilizamos como referencial teórico a linha de pensamento da história e sociologia da ciência desenvolvida por Ludwik Fleck.
2016	RN	Educação	FRANCISCO ADAECIO DIAS LOPES	Figuramento e Ensino de Artes & Ciências	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3739338	Tese	Contra Indução; Figuramento; Chico Science & Nação Zumbi; Ensino de Artes & Ciências; Trocas Abertas	Neste trabalho defende-se a tese segundo a qual as Artes não são algo em separado das Ciências, não apenas por existir uma inter-relação entre as áreas, mas por se basearem em conhecimentos e pressupostos comuns, que se relacionam, inclusive, com outros saberes. Com isso é proposto que se pratique Ensino de Artes & Ciências em vez de Ensino de Ciências - podendo-se utilizar para isso o recurso ao qual se está referindo como figuramento. O trabalho tem como referencial teórico as discussões e exposições de estratégias contra indutivas apresentadas por Paul Feyerabend em algumas de suas obras, assim como as proposições epistemológicas lançadas por Ludwik Fleck, como também proposições de muitos outros autores. Buscou-se problematizar acerca da relação destas discussões com concepções presentes em outras formas de conhecimento. Como parte do trabalho foram analisadas obras de diversos pensadores e de diversos períodos históricos. Em seguida, trata-se da obra da banda pernambucana Chico Science & Nação Zumbi, por esta ser uma manifestação artístico-cultural recente, e na qual estão presentes concepções diversas, desde aquelas relacionadas às ciências como também a conhecimentos diversos. Apresenta-se a obra dessa banda, também, como uma forma de se questionar acerca da educação e seus fins. Ao final, aborda-se a relação do que fora exposto até então com obras, propostas e teorias relacionadas ao ensino, e também de como estas temáticas que foram estudadas e apresentadas poderão estar presentes na atividade de sala de aula. Propõe-se que a obra de Chico Science & Nação Zumbi, e das demais bandas e cenas apresentadas, pode ser utilizada em atividades pedagógicas como forma de problematizar e introduzir tais temáticas. Este trabalho sinaliza para que se atente àquilo que está presente em muitas partes do texto, inclusive no que se refere à obra de Chico Science & Nação Zumbi e às teorias educacionais apresentadas: essas diversas proposições e conhecimentos não são isentos de críticas e problematizações, se configurando, assim, em perspectivas abertas.

2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	CAROLINA DOS SANTOS FERNANDES	O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOS FORMADORES DE PROFESSORES DE QUÍMICA NA INTERAÇÃO ENTRE UNIVERSIDADE E ESCOLA: AS POTENCIALIDADES DO PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3662550	Tese	desenvolvimento profissional; formadores de professores; formação de professores; políticas públicas de formação de professores; PIBID; ensino de Química	Este trabalho aborda o processo de desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química, que pode ser favorecido na interlocução com a escola a partir do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Inicialmente, analisam-se os limites e as potencialidades das sinalizações feitas na literatura de formação docente ao desenvolvimento profissional dos professores da educação superior, e apresenta-se uma discussão a respeito do papel das políticas públicas de formação de professores, com destaque para o PIBID e suas repercussões nesse processo. Na sequência, analisam-se 59 trabalhos relacionados ao programa publicados na revista Química Nova na Escola (QNEsc) e no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). O objetivo da análise é compreender como as ações realizadas no âmbito do PIBID podem contribuir para fomentar reflexões na formação de professores de Química, em especial, no desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química. Esses trabalhos foram submetidos aos procedimentos da Análise Textual Discursiva (ATD) e discutidos à luz de categorias analíticas, com vistas a indicar as compreensões disseminadas a respeito da formação de professores, o potencial formativo do PIBID, os pressupostos teóricos e metodológicos estruturadores de ações no programa e os limites a serem enfrentados no âmbito do PIBID. Destaca-se, sobretudo, a necessidade de trabalhos voltados ao desenvolvimento profissional do formador de professor. Por fim, realizaram-se 10 entrevistas semiestruturadas com formadores de professores coordenadores de área do PIBID dos subprojetos dos cursos de Licenciatura em Química das regiões sul, sudeste, centro-oeste, nordeste e norte do Brasil, no intuito de entender como o programa tem e pode favorecer o desenvolvimento profissional desses sujeitos. As entrevistas também foram submetidas aos procedimentos da ATD e apresentadas por meio de categorias que oferecem indicativos de como favorecer o desenvolvimento profissional dos formadores a partir da interlocução entre a universidade e a escola. Da análise depreendem-se aspectos que podem dificultar o desenvolvimento profissional desses sujeitos e potenciais formas de como enfrentar essas dificuldades. As discussões são orientadas por diferentes interlocuções teóricas, com destaque à perspectiva defendida por Paulo Freire e ao referencial do epistemólogo Ludwik Fleck.
2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	PATRICK DE SOUZA GIRELLI	CIRCULAÇÃO E TEXTUALIZAÇÕES DAS NANOTECNOLOGIAS NO CONTEXTO DA AGROPECUÁRIA: SUBSÍDIOS PARA O ENSINO DE FÍSICA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3908389	Dissertação de Mestrado	Nanotecnologias; Língua eletrônica; Circulação de conhecimentos; Textualização; Ensino de física	Esta pesquisa se dá no contexto da problemática de integrar o ensino de física no contexto de formação do técnico em agropecuária em um curso de formação técnica integrado ao ensino médio. O objetivo foi analisar textos que circulam na sociedade sobre uma temática que permita pensar o ensino de física de forma integrada ao contexto de formação e atuação do técnico em agropecuária, obtendo subsídios para possíveis formulações de ações pedagógicas na perspectiva dessa integração na formação profissional desse futuro técnico em agropecuária. O tema escolhido foi sobre as nanotecnologias. Buscou-se responder à seguinte questão: “quais as possíveis articulações entre nanotecnologias e ensino de física, a partir de textos que circulam sobre o tema, em um curso técnico de nível médio em agropecuária?” Para tal, realizou-se um amplo levantamento bibliográfico relacionando o tema das nanotecnologias com a agropecuária a fim de se construir um corpus e ao mesmo tempo uma perspectiva histórica e contextual, compreendendo como as políticas públicas no Brasil influenciaram o financiamento das pesquisas e conseqüentemente a divulgação científica sobre o tema. A análise dessa diversidade de materiais encontrados teve como foco os aspectos da circulação e do discurso em seus contextos de produção, possibilitando a delimitação do tema central no dispositivo da “Língua Eletrônica”, reduzindo-se o corpus principal da análise a seis materiais textuais, para uma análise mais detalhada das textualizações. A “língua eletrônica” é um dispositivo produzido no contexto das

								<p>pesquisas brasileiras em nanotecnologias ligado ao contexto da agropecuária. Trata-se de um sensor gustativo que utiliza filmes ultrafinos nanoestruturados de polímeros condutores. Para construir e realizar a análise, tanto da diversidade de materiais como do corpus principal, tomou-se como referencial teórico-metodológico a noção de circulação do conhecimento a partir da epistemologia social de Ludwick Fleck articuladas com aportes da Análise de Discurso de origem francesa, observando as diferentes textualizações dos discursos sobre nanotecnologias e sobre a “língua eletrônica”, buscando descrever as materialidades textuais e compreender os textos na relação com o contexto de produção dos discursos. Neste trabalho utilizamos as noções mobilizadas da teoria da ciência de Ludwick Fleck como estilo de pensamento, coletivo de pensamento, circulação intracoletiva e intercoletiva, círculos esotéricos e exotéricos, e as diferentes formas de textualizações identificadas como: ciência dos manuais, ciência dos periódicos, ciência dos livros didáticos e ciência popular, além da noção de formação discursiva da Análise de Discurso de origem francesa. As análises do corpus principal possibilitaram perceber a circulação de conhecimentos científicos relacionados à física, sendo a física quântica responsável pela explicação, de forma implícita, do funcionamento do dispositivo da “língua eletrônica”. Também pode ser observada a regularidade dos discursos nos materiais analisados, destacando-se os benefícios do desenvolvimento científico, e a regularidade das imagens representativas da nanotecnologia e da “língua eletrônica”. Por fim, a análise mostrou subsídios que apontam para possibilidades de mediações de leituras em sala de aula que permitam promover um ensino de física integrado ao contexto de formação do técnico em agropecuária através do uso de textos alternativos ao livro didático, contribuindo para a introdução de aspectos da física moderna e contemporânea aliada a um trabalho que coloque os próprios textos como objetos de estudo e não apenas seus “conteúdos”.</p>
2016	BA	ENSINO DE CIÊNCIAS	CLEILDE AGUIAR NERES	O processo de Investigação Temática no contexto da formação de professores de ciências: um olhar a partir de Fleck	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4098022	Dissertação de Mestrado	Ensino de Ciências; Formação de professores; Investigações Temáticas. Paulo Freire; Epistemologia de Fleck.	<p>Propostas que apontam a reconfiguração curricular como uma das possíveis alternativas para minimizar problemas do contexto escolar, a exemplo da falta de relação entre os conteúdos programáticos e a vivência dos alunos, estão cada vez mais presentes na área de Educação em Ciências. Neste contexto, estão as iniciativas pautadas no referencial freireano, as quais, por meio da Abordagem Temática Freireana e/ou da Práxis curricular via Tema Gerador, utilizam o processo de Investigação Temática para a obtenção de um Tema, que desencadeará todo o processo educativo. Apesar de estar sendo implementada na área de Educação em Ciências desde a década de 1980 e de ser abordada em pesquisas em nível de graduação e pósgraduação, entende-se que são incipientes as iniciativas que disseminam esta dinâmica em contextos formativos de professores de Ciências, visto que, muitas vezes, professores da Educação Básica trabalham com temas que dizem ser geradores, sem realizar nenhuma das etapas da Investigação Temática – o que ocasiona uma polissemia em torno do termo. Sob esta perspectiva é que se traçou o objetivo desta pesquisa, que consiste em investigar o processo de Instauração e Extensão – categorias analíticas da epistemologia de Fleck – da Investigação Temática na área de Educação em Ciências e sua disseminação em processos formativos de professores desenvolvidos pelo Grupo de Estudos sobre Abordagem Temática no Ensino de Ciências (GEATEC). Para atender aos objetivos propostos, a metodologia de trabalho estrutura-se segundo quatro encaminhamentos complementares: a) localização de pesquisas em Educação em Ciências que utilizam pressupostos freireanos em processos formativos de professores, a partir das Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e de periódicos brasileiros, no período de</p>

								2010 a 2015; b) entrevistas semi-estruturadas com pesquisadores da área de Educação em Ciências, os quais abordam o processo de Investigação Temática no contexto da formação inicial e continuada de professores de Ciências; c) análise das etapas da Investigação Temática desenvolvida em processos formativos de professores promovidos pelo GEATEC; e d) análise da Circulação Intercoletiva de conhecimentos e práticas entre professores da Educação Básica e integrantes do GEATEC, durante os processos formativos. Dentre os resultados, destaca-se que são relativamente poucas as pesquisas na área de Educação em Ciências que abordam a Investigação Temática em processos formativos para professores. A transposição da Investigação Temática para o Ensino de Ciências está relacionada com uma fase de Complicações para esta área de pesquisa que, no contexto de um grupo de pesquisadores brasileiros, passou a adotar a concepção freireana de educação em suas atividades, numa tentativa de buscar soluções para estas Complicações. Por fim, constata-se que processos formativos implementados pelo GEATEC disseminam conhecimentos e práticas, baseados na concepção freireana de educação, para professores da Educação Básica, por meio da efetiva Circulação Intercoletiva que ocorre durante os cursos.
2016	PR	Educação em Ciências e em Matemática	ADERLAN SILVERIO	EPISTEMOLOGIA COMPARATIVA: UMA PERCEPÇÃO SOBRE KUHN E FLECK PARA ALÉM D'A ESTRUTURA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3945966	Dissertação de Mestrado	Epistemologia comparativa; Educação em Ciências; História, Filosofia e Sociologia da Ciência – aspectos sociais; Filosofia da Ciência; Filosofia comparativa	Esta dissertação tem como propósito evidenciar que uma leitura de Kuhn limitada ao texto “A estrutura das revoluções científicas” (A estrutura) não dá conta das consequências epistemológicas do problema da incomensurabilidade entre conceitos científicos, bem como das demais categorias apresentadas em A Estrutura e, principalmente, não faz perceber as reflexões deste autor nos 20 anos seguintes à publicação, período em que retoma muitas das suas discussões, se aproximando muito mais de Fleck. Tal objetivo foi alcançado por meio da elaboração de uma análise comparativa entre as Epistemologias apresentadas nas principais obras de Fleck e Kuhn, considerando-se o contexto histórico e social no qual foram desenvolvidas. Observou-se que muitos conceitos, como paradigma, por exemplo foram apresentados em 1962 de maneira extremamente tosca [crude], para utilizar a expressão do próprio autor, e precisaram ser reelaborados após as pesadas críticas do coletivo de pensamento dos epistemólogos dos anos 1960 à teoria de Kuhn. Tais críticas e reestruturações teóricas, entretanto, produziram pouco relevo no ambiente acadêmico, o que pode contribuir, por omissão ou reforço, para reproduzir uma compreensão equivocada acerca da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, que já permeia a área de Educação em Ciências, uma vez que A estrutura é um dos textos mais referenciados para estudos epistemológicos em cursos de graduação e pós-graduação. Outrossim, uma abordagem anterior, exposta por Fleck entre 1927 e 1935 já apontava soluções para o problema da incomensurabilidade, ao evidenciar o poder coercitivo dos coletivos de pensamento sobre o que pode ou não ser considerado um fato científico, estratégia que encaminhou o foco da discussão epistemológica para a Sociologia da Ciência. Esta pesquisa se insere, enquanto filosofia comparativa, entre as perspectivas de Kuhn e Fleck, no contexto da Educação em Ciências, uma vez que ao iniciar os aprendizes em uma comunidade científica, os professores de Ciências se deparam imediatamente com problemas epistemológicos como a relação de incomensurabilidade entre conceitos científicos distintos e a transição entre estilos e coletivos de pensamento diversos. Estes são alguns dos temas de interesse da Educação em Ciências, que podem ser abordados pela História, Filosofia e Sociologia da Ciência quando forem além d'A estrutura. Constatou-se que uma leitura aprofundada dos problemas

								levantados por Fleck e Kuhn pode contribuir para que certas compreensões equivocadas acerca da Ciência sejam enfrentadas por meio da Epistemologia comparativa.
2016	RS	Educação nas Ciências	TATIANE CRISTINA POSSELGRETER	ESTILOS E COLETIVOS DE PENSAMENTO DAS PESQUISAS DE EDUCAÇÃO EM SAÚDE NA ESCOLA (2005 A 2015)	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4823337	Dissertação de Mestrado	Pesquisa em Educação e Saúde; Saúde na Escola; Coletivos de Pensamento; Formação de Professores	O trabalho considerou as pesquisas sobre a Educação em Saúde (ES) na escola, publicadas em periódicos e acervos eletrônicos de cursos de graduação e pós-graduação indexados na base de dados do Scielo e do Portal da Capes, de 2005 a 2015. A epistemologia de Ludwig Fleck (2010) serviu para analisar as contribuições dos autores das publicações sobre a ES, apresentadas nos textos coletados, para assim identificar os estilos e coletivos de pensamento advindos do estudo do tema. Com base na leitura das produções acadêmicas coletadas, e por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2007) e da ferramenta ATLAS TI7 foram identificadas 30 temáticas de estudo. A pesquisa permitiu reconhecer um grande grupo de autores dos trabalhos publicados que ao mesmo tempo são referenciados e compõem os eixos principais de análise. Tais referenciais formaram 19 coletivos de pensamento referidos pelos termos: Promoção, Qualidade, Consciência, Escola, Comportamento, Saudável, Estratégias, Formação, Social, Professor, Currículo, Biológico, Políticas, Cuidado, Individual, Prevenção, Profissional, Conceitos, Inter Setorial. A elaboração de categorias acerca da Educação em Saúde na escola, demonstrada neste trabalho, originou-se das pesquisas acerca da ES com intenção de discutir o contexto da escola, rever os conceitos estabelecidos e identificar outros. Os resultados produzidos demonstram que há preocupação em estabelecer outros olhares, que apontem novas perspectivas, vislumbrando a escola como capaz de ressignificar a ES, fomentando os saberes e os fazeres dos sujeitos. Assim, apontamos a necessidade de mais estudos sobre a Educação em Saúde na escola com base em Fleck (2010), para que seja possível reconhecer os coletivos de pensamento e seus estilos de pensamento constituídos pelos pesquisadores da ES e ainda as possíveis modificações do conhecimento da área.

2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	KLEBER BRIZ ALBUQUERQUE	CIRCULAÇÃO DE SABERES DOCENTES: A CONTRIBUIÇÃO DE VÍDEOS DEPOIMENTOS NA DISCIPLINA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE ENSINO DE FÍSICA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3612189	Dissertação de Mestrado	Saberes docentes; formação de professores; estágio supervisionado; Audiovisual	Este trabalho teve como objetivo investigar e compreender como licenciandos de Física participam da circulação de saberes docentes por meios de vídeos depoimentos produzidos durante um dos estágios supervisionados. O professor e, conseqüentemente, o profissional em formação ao realizarem a atividade docente produzem saberes docentes a partir, entre outros aspectos, de suas experiências e conhecimentos adquiridos ao longo de sua formação, como aqueles relacionados ao campo de pesquisa em ensino. Considerar o professor, ou mesmo o licenciando, como produtor de saberes da área é uma perspectiva que tem crescido nos últimos anos e, dessa forma, modifica a visão que se tem do seu papel nessa dinâmica de produção. Neste sentido, o aporte epistemológico social de Fleck nos permite investigar como esses saberes circulam e também demarcam o saber de ensino de física, específico para o caso estudado, pois considera a circulação de ideias parte constituinte da produção de conhecimentos. Por meio dos aportes teórico-metodológicos de Tardiff (2002), Gauthier et al. (2006) e Fleck (2010) desenvolvemos um dispositivo de análise com cinco saberes – saberes da tradição escola, saberes da ciência da educação, saberes do ensino de física, saberes curriculares e saberes experienciais – e definimos os elementos de circulação – circulação intercoletiva, circulação intracoletiva, círculo exotérico e círculo esotérico – que foram utilizados para analisar o material audiovisual produzido pelos licenciandos numa das disciplinas de estágio supervisionado. Assim, exploramos a questão que tange a linguagem audiovisual, a relação licenciando-licenciando e professor-licenciando através dos vídeos depoimentos produzidos pelos participantes do estágio supervisionado. Coletamos os dados durante um semestre de acompanhamento da disciplina, que envolveu atividades como diário de campo e relatório de estágio, porém demos foco aos vídeos, que foram selecionados para então identificarmos os saberes docentes, investigarmos a relação entre os diferentes saberes mobilizados, explicitarmos características da produção (individual e coletiva) e verificarmos a influência da disciplina nesta circulação que se dá através dos círculos esotérico, os especialistas acadêmicos da área de Ensino de Física, e exotérico, professores e licenciandos. Concluímos que a partir das análises que é importante compartilhar essas experiências docentes e criar meios para que isso ocorra ainda na formação inicial. Contudo, sendo necessário buscar um discurso próprio dos professores, o vídeo depoimento surge como uma possibilidade interessante a ser ainda mais bem explorada.
2016	RJ	SAÚDE PÚBLICA	GISLEI SIQUEIRA KNIERIM	O estilo de pensamento em saúde dos técnicos em saúde formados pelo MST: a determinação social como princípio fundante	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3612189	Dissertação de Mestrado	Estilo de Pensamento em Saúde; MST; Formação profissional em saúde do campo; Determinação	Este trabalho de pesquisa se propõe a analisar os estilos de pensamento (EP) em saúde dos técnicos em saúde formados pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), a partir dos egressos de dois cursos de formação profissional desenvolvidos pelo coletivo de saúde do MST, o Curso Técnico de Saúde Comunitária, desenvolvido no Instituto de Educação Josué de Castro, e o Curso Técnico em Meio Ambiente, com ênfase em saúde das populações do campo. A grande questão norteadora deste trabalho é: o MST, a partir de seus processos de formação em saúde, tem conseguido introduzir um novo estilo de pensamento em saúde capaz disputar a hegemonia dentro da própria sociedade, como estratégia de disputa de ocupação de espaços significativos para a conquista de melhorias para os trabalhadores e para o acúmulo de experiências exitosas e projetos alternativos que deem densidade as lutas da classe trabalhadora? Essa questão vai ser entendida e debatida a partir de duas chaves de leitura, o entendimento da história, que tornou possível construir o EP e o conceito de estilo de pensamento enquanto categoria de análise baseada na epistemologia de Fleck. Esta é uma pesquisa qualitativa, na qual utilizou-se de entrevistas semiestruturadas em um universo de seis educandos de

					ho=4456973		ção social da saúde	cada curso, sendo metade homens e metade mulheres, e de documentos sobre os cursos e instituições envolvidas na formação. A partir da análise do material, identifica-se a determinação social da saúde como fundante do estilo de pensamento dos educandos, com diferentes nuances, que podem ser atribuídas à ênfase da intencionalidade pedagógica de cada curso, articuladas com o processo histórico individual e coletivo de cada educando.
2016	SP	SEMIOTICA E LINGUISTICA GERAL	WELLINGTON SANTOS DA SILVA	Linguística Histórica no Brasil (1950-1990): estudo historiográfico das continuidades e discontinuidades no tratamento da variação e da mudança linguística do português brasileiro	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4183595	Dissertação de Mestrado	Linguística Histórica; variação linguística; mudança linguística; português brasileiro; Programas de Investigação	Esta dissertação tem como objetivo observar algumas continuidades e discontinuidades da Linguística Histórica Brasileira do século XX, sobretudo no que diz respeito ao tratamento dos problemas da variação e da mudança linguística e à formulação do conceito de português brasileiro. A periodização adotada na pesquisa compreende dois momentos: (1) a década de 1950, momento em que tradição filológica deu grande destaque às pesquisas de natureza histórico-diacrônicas e (2) a década de 1980, período em que, de acordo com a literatura, ocorre um reavivamento da Linguística Histórica brasileira, após um enfraquecimento gerado pelo privilégio dado aos estudos de natureza sincrônica. Selecionamos como principais objetos de investigação as obras de Serafim da Silva Neto (1950) e Fernando Tarallo (1986 e 1991), os quais podem ser considerados líderes intelectuais e organizacionais da Linguística Histórica no Brasil, levando em consideração o período abordado por nossa pesquisa. A análise foi conduzida com base nos pressupostos teórico-metodológicos da Historiografia Linguística, ancorando-se em conceitos como Programas de Investigação, Capas do Conhecimento Linguístico, Objeto Observacional e Objeto Teórico. Além disso, como uma perspectiva geral sobre a Historiografia das Ciências, valemo-nos das ideias de Fleck (2010), mais especificamente dos conceitos de estilo de pensamento e tráfego intercoletivo de pensamento. Como resultados gerais, verificamos que, ao longo do período observado, a Linguística Histórica brasileira mantém uma unidade temática, a saber: a construção da história do português brasileiro. Contudo, em cada um dos autores observados, o referido problema é construído de forma diferente, dadas as especificidades do objeto observacional e do objeto teórico privilegiado, fazendo com que os problemas da variação e da mudança recebam diferentes interpretações, guiadas por Programas de Investigação distintos.

2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	FRANCIANI BECKER ROLOFF	A Circulação de Conhecimentos em Química Verde em Teses e Dissertações: implicações ao seu ensino e à Formação de Professores de Química	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4052899	Tese	Ensino da Química Verde; Circulação de ideias, Teses e Dissertações; Formação de Professores de Química	<p>O presente estudo buscou compreender de que maneira a circulação de conhecimentos de Química Verde (QV), presentes em Teses e Dissertações (T&D), pode contribuir para o seu ensino e influenciar na formação de professores de Química. Os trabalhos identificados foram produzidos na esfera da pós-graduação em Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica, entre os anos 2002 e 2014. O levantamento e a seleção ocorreram por meio de descritores a partir do Banco de Teses da CAPES e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Obteve-se acesso a 77 T&D (50 dissertações e 27 teses). Considerando que o processo de produção de conhecimento resulta também da interação dos autores das T&D com outras produções da comunidade científica, formando e possibilitando a circulação de conhecimentos e práticas situadas no campo da QV, buscou-se identificar igualmente trabalhos publicados no âmbito da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), em suas revistas e encontros anuais, para compreender a circulação de ideias, os resultados de pesquisa, as experiências de ensino e os textos para a disseminação da QV, no âmbito nacional; o levantamento totalizou 193 publicações autodenominadas em QV. A classificação foi realizada segundo o foco principal de cada trabalho: se voltado a conteúdos disciplinares (164 publicações) ou ao currículo (formação do químico e/ou do professor, com 29 publicações). Quanto a esse último, buscou-se identificar a característica que originou o problema do trabalho e sua associação à QV. Foi possível perceber uma predominância de propostas que vinculam a QV a outros aspectos, como a Química Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável. Outra característica presente em parte das publicações foram as propostas que associam a QV a atividades experimentais. Essa etapa nos possibilitou individualizar e discutir eventuais tendências nas indicações de abordagens para o ensino da QV, eventualmente utilizadas nas T&D. Já a segunda e principal etapa desta pesquisa foi constituída pela análise das 77 T&D, lidas na íntegra, com a identificação de vários aspectos de conteúdo, o que possibilitou a conformação e a distinção entre os círculos exotéricos e esotéricos (FLECK, 2010), hierarquizados segundo as proposições explícitas sobre o ensino da QV. Desta amostra, apenas 14 trabalhos (4 teses e 10 dissertações) referiam-se, explicitamente, a essa dimensão, constituindo-se como um círculo esotérico, enquanto seus trabalhos, o corpus principal desta investigação. Cinco categorias constituídas a priori (cada qual composta por várias subcategorias) auxiliaram na análise dos conteúdos das T&D, a saber: Tipo/característica do problema que originou o trabalho; Natureza do conhecimento envolvido; Motivações para a incorporação do ensino da QV na formação do químico e do professor de Química; Papel que atribui ao ensino da QV e Modelo de implementação do ensino. Entre os principais resultados estão: o compartilhamento entre as diferentes áreas da pós-graduação de ideias e proposições, essencialmente, quando formulam sobre o ensino da QV, conformando um mesmo coletivo de pesquisadores; a identificação de uma grande diversidade de razões causais/motivações, problemas de estudo, conhecimentos produzidos, procedimentos adotados e algumas formas sugeridas para a implementação da QV no ensino de Química. Ao final da análise desses 14 trabalhos, evidenciaram-se vários sinais que apontam ou reforçam a evolução da Química Clássica em direção a uma Química denominada Verde, voltada a zelar pelo meio ambiente. Constatou-se que há preocupação que isso possa reverberar no ensino da Química, inclusive na formação de seus professores. Logo, a formação em nível da pós-graduação proporciona um espaço importante e um instrumento de colaboração por meio da circulação de ideias e conhecimentos para que se efetive essa evolução no âmbito da Química, consolidando a chamada Comunidade Epistemológica QV.</p>
------	----	-----------------------------------	-------------------------	--	---	------	---	---

2016	PR	EDUCAÇÃO	CARLOS ROBERTO FERREIRA	A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COMO EIXO METODOLÓGICO DA PRÁTICA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3885855#	Tese	Ensino e Aprendizagem; Modelagem Matemática; Estilo de Pensamento; Formação de Professores	<p>A Modelagem Matemática tem experimentado grandes avanços nas discussões teóricas e práticas no meio acadêmico nas últimas décadas (BIEMBENGUT, 2009). Entretanto, o que se observa é que os avanços obtidos chegam timidamente às salas de aula e de forma pontual em algumas iniciativas. Estamos convencidos de que atividades pontuais não são suficientes para a compreensão da Modelagem e para estar presente na prática do professor. No escopo dessa problemática, observamos que investigar a prática do professor que conduz as atividades de Modelagem por tempo prolongado se constituía no principal núcleo de nossas inquietações, o que nos impulsionou a interrogar: O que se mostra da prática de professores de Matemática da Educação Básica, quando adotam predominantemente a Modelagem Matemática como eixo metodológico numa perspectiva assumida de Educação Matemática? E com as respostas obtidas, temos por objetivo “Compreender e teorizar sobre a prática do professor de Matemática, quando adota a Modelagem Matemática como principal eixo metodológico numa perspectiva de Educação Matemática”. O referencial teórico sustenta-se nas visões mais atuais sobre Educação Matemática e o ensino de matemática, que estão presentes nos trabalhos de Fiorentini e Lorenzato (2006) e Rius (1989). Quanto às concepções de Modelagem Matemática, buscou-se dialogar com diversos autores, no entanto, assumimos a concepção proposta por Burak (2004). No tocante à formação de professores de matemática em Modelagem, focamos no método reflexivo e na autonomia com base nos trabalhos de Schön (2000), Freire (2001), García (1999), Martins (2002) e Gatti (2008). Outros elementos teóricos e distintos autores foram agregados às discussões, conforme se mostraram necessárias incursões para a compreensão das categorias construídas. O referencial teórico está articulado à epistemologia de Fleck (1986), que pode elucidar os modos da forma de pensar e de agir dos professores. A abordagem foi qualitativa, com paradigma interpretativo e método indutivo, sendo que o pesquisador assumiu a postura de observação participante. Os sujeitos da pesquisa são três professoras da Educação Básica do Paraná. Para coleta e análise dos dados, utilizamos uma abordagem mista entre a Grounded Theory e a Etnografia, com auxílio do Softwares Atlas.Ti que auxiliou na organização analítica dos dados, mais especificamente o diário das professoras e as observações diretas do pesquisador. A categorização livre, axial e seletiva possibilitou a criação de onze categorias vinculadas a uma categoria central. Os dados revelam que, quando o professor adota a Modelagem como eixo metodológico por um longo período de tempo, isso não garante que ele adotará de forma permanente a Modelagem em sua prática, mas a experiência revelou mudanças importantes em seu estilo de pensamento e na sua prática. Disposição para mudança foi a categoria central encontrada, que se conecta fortemente às outras categorias e que demonstraram redução da insegurança das professoras, maior satisfação com o trabalho, maior motivação, compreensão da importância do planejamento antes e durante as atividades de Modelagem, avanço na compreensão sobre avaliação, atenção ao comportamento dos estudantes, evolução em relação a sua autonomia e reconhecimento da importância da reflexão constante da sua prática.</p>
------	----	----------	-------------------------	--	---	------	--	---

2016	SC	EDUCAÇÃO	CLAUDIA SMUK DA ROCHA	O ESTADO DO CONHECIMENTO SOBRE O ENSINO DE HISTÓRIA NA EJA: UM ESTUDO A PARTIR DOS ANAIS DOS SIMPÓSIOS DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE HISTÓRIA (ANPUH-BRASIL) 1961-2015	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3839209	Dissertação de Mestrado	Educação de Jovens e Adultos (EJA). Ensino de História. ANPUH-Brasil. Estado do conhecimento.	Esta pesquisa articula dois aspectos educacionais brasileiros que cumprem importante função social: o Ensino de História (EH) e a Educação de Jovens e Adultos (EJA). Investiga o estado do conhecimento sobre o EH na EJA entre as produções socializadas nos Simpósios Nacionais da Associação Nacional de História (ANPUH-Brasil), partindo do pressuposto de que as problemáticas relacionadas à modalidade de ensino passaram a ser discutidas no âmbito desta sociedade científica a partir da atuação e produção de uma comunidade nacional de investigadores em EH. Trata-se de um estudo bibliográfico, de caráter exploratório, do tipo “estado do conhecimento”, segundo a definição dada a este enfoque metodológico por Ferreira (2002), Romanowski e Ens (2006). O material empírico que constitui o corpus da pesquisa foi coletado nos Anais eletrônicos dos Simpósios Nacionais da ANPUH-Brasil, realizados entre 1961 e 2015, totalizando 28 reuniões. Esta fonte forneceu um universo de 138 produções, encontradas a partir das diferentes denominações que a EJA recebeu ao longo da história. Destas, 40 (14 resumos e 26 artigos completos) foram selecionadas para análise, sendo que a organização e categorização inicial do material adotam procedimentos da “análise de conteúdo” proposta por Bardin (2002) e sintetizada por Triviños (1987). O estudo apoia-se na epistemologia de Fleck (2010), especialmente em categorias favoráveis à análise da produção e disseminação do conhecimento, tais como “coletivo de pensamento”, “estilo de pensamento” e “circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias”. O instrumental analítico construído, inspirado na epistemologia fleckiana, busca identificar as relações entre a formação acadêmica/atuação profissional dos autores com os campos do EH e da EJA, os referenciais teóricos e metodológicos por eles compartilhados, os núcleos temáticos privilegiados, a natureza da produção acadêmica, e as principais contribuições no sentido da potencialização do EH na EJA. A pesquisa evidencia que problematizações relacionadas ao EH na EJA emergem nos Simpósios da ANPUH-Brasil em 1971, do que se segue uma lacuna até o final da década de 1990. A partir de então, as produções com este enfoque tiveram presença contínua no evento, se intensificando após a segunda década do século XXI, e conquistando em 2015 um Simpósio Temático (ST) específico. A análise histórico-epistemológica realizada revelou que as produções apresentadas a partir dos anos 2000 estão em consonância com as proposições críticas construídas pelos pesquisadores do campo do EH, bem como com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a EJA (2000), que ressaltam as especificidades desta modalidade de ensino. Embora o volume de produções sobre o EH na EJA ainda seja pouco expressivo, argumenta-se que a presença crescente de produções, o desenvolvimento de pesquisas em Programas de Pós-Graduação e a conquista de um ST específico são indicativos da gênese de um coletivo de pensamento focado no EH para a EJA.
------	----	----------	-----------------------	--	---	-------------------------	---	---

2017	MG	História	CARLOS ALBERTO MOURTH E JUNIOR	O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO UM ESTILO DE PENSAMENTO – UMA ABORDAGEM HISTÓRICA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5288785	Tese	Desenvolvimento Sustentável - Estilo de pensamento - Ludwik Fleck - Complexidade	Esta tese é uma investigação sobre a complexidade de estilos de pensamento que se integram na construção e sistematização de um outro estilo de pensamento: para o desenvolvimento sustentável. O uso da historiografia evolucionária de Ludwik Fleck, diferentemente de uma abordagem paradigmática, pautada por cisões incomensuráveis, amplia os olhares para a complexidade de uma transição de estilos de pensamento. É por meio desta ferramenta historiográfica que são feitas diversificadas visitas, tanto aos estilos de pensamento que se mostram evidentes na construção de uma proposta de desenvolvimento sustentável – como o ambientalismo - quanto a um conjunto diversificado de outros estilos de pensamento. Muitos deles se apresentam de forma passiva nos discursos, mas carregam um vasto conjunto coercitivo, por vezes imperceptível, que conserva os fundamentos da própria cultura que criou os problemas que este desenvolvimento sustentável pretende solucionar. Destacam-se aqui as universalidades, em geral, usadas de forma instrutiva. Verdades disseminadas como o status objetivo e que, por não emergirem de uma construção dialógica, contribuem para a configuração de um sistema social de negações mútuas e, muitas vezes, excludente. As conclusões que se apresentam mostram o estilo de pensamento para o desenvolvimento sustentável sistematizado no relatório Nosso Futuro Comum distanciado de um desenvolvimento humano e social sustentável. Uma proposta que não acessa as amplas possibilidades humanas de integração colaborativa na linguagem, estruturadas em profundas experiências constitutivas e diversas de nossa herança biológico-cultural. A proposta de desenvolvimento sustentável analisada reduz-se, muitas vezes, nas uniformizadoras das ideias. Distancia-se de todo o potencial de construção autônoma, de relações solidárias e de uma complexidade que encaminha a reconexão com o tecido da vida sobre fundamentos criativos e socialmente integradores.
2017	RS	ENSINO DE FÍSICA	DJONATHAN ANDRE BOARO	Uma investigação sobre o uso de aspectos epistemológicos nas estratégias didáticas de futuros professores de Física no Estágio Supervisionado.	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5009725	Dissertação de Mestrado	História e Filosofia da Ciência; Estágio Supervisionado; Microepisódios de Ensino; Ludwik Fleck; Estilo de Pensamento.	A pesquisa na área de Ensino de Ciências tem indicado que o ensino de Física na Educação Básica deve ser acompanhado de discussões acerca da natureza da ciência (NdC). Pesquisas apontam, no entanto, que essa inserção não tem ocorrido de maneira satisfatória, mesmo quando os docentes detêm visões epistemológicas alinhadas às visões contemporâneas. Neste contexto, a presente investigação objetivou compreender, através de estudos de caso etnográficos, as práticas didáticas de futuros professores de Física na disciplina de Estágio Supervisionado, ao final do curso de Licenciatura. Investigamos como um grupo de licenciandos se apropriou de conhecimentos de História e Epistemologia da Ciência e em que medida integrou e fez efetivo uso (ou não) desses conhecimentos em suas aulas de regência na escola, bem como os desafios e dificuldades enfrentadas. Para tal, realizamos imersão em sala de aula na disciplina de Estágio durante os semestres de 2015/2 e 2016/1, fizemos entrevistas em profundidade e utilizamos a Teoria Fundamentada em Dados (de Strauss e Corbin) para a análise qualitativa dos dados coletados. As ideias de Ludwik Fleck serviram-nos de referencial teórico-epistemológico, auxiliando-nos a compreender as interações desse coletivo de pensamento com outros coletivos (dentro e fora da universidade). Os resultados mostraram que os estagiários, na sua grande maioria, não conseguiram utilizar de maneira satisfatória os conhecimentos epistemológicos e históricos no decorrer da disciplina de Estágio Supervisionado. Em geral, eles apontaram ter dificuldade de empregar/operacionalizar na prática didática esses conhecimentos, e demonstraram pouco aprofundamento principalmente de aspectos epistemológicos. Contudo, suas falas indicam que eles percebem a possibilidade e importância de inserir elementos históricos e filosóficos da ciência nas aulas. Os estudantes reconhecem o uso desses elementos como uma

								alternativa aos “moldes tradicionais” de aulas de Física. Eles também avaliam positivamente o uso dos microepisódios de ensino, inseridos nas disciplinas de Estágio Supervisionado e História da Física e Epistemologia. Concluímos que precisa ser dada uma atenção especial aos conhecimentos epistemológicos durante a formação inicial, maior do que os de História da Ciência, e que algumas estratégias diversificadas podem contribuir para que os futuros professores se sintam mais confortáveis e seguros para promover essas discussões.
2017	RS	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	THIAGO FLORES MAGOGA	ABORDAGEM TEMÁTICA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UM OLHAR À LUZ DA EPISTEMOLOGIA FLECKIANA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4953902#	Dissertação de Mestrado	Abordagem Temática; Fleck; Círculo Esotérico; Estilo de Pensamento; Educação em Ciências.	A presente pesquisa de mestrado teve como base a discussão das ações balizadas pela perspectiva curricular da abordagem temática, a partir elementos da epistemologia de Ludwik Fleck. Fundamentada em ideais freireanos, a proposta da abordagem temática tem sido sinalizada pela literatura da área como sendo uma alternativa para a superação dos problemas relacionados ao contexto curricular escolar. Apesar de tal sinalização, percebeu-se a inexistência de trabalhos que abordassem quem são os sujeitos que, dentro da área, constroem e disseminam conhecimentos relacionados à abordagem curricular. Tendo como prerrogativa tal constatação, propôs-se o seguinte problema de pesquisa: Como se constitui o círculo esotérico de pesquisadores que, na área de Educação em Ciências, desenvolve ações a partir da Abordagem Temática? Quais elementos teóricos e práticos auxiliam na caracterização do Estilo de Pensamento deste coletivo? Objetivando responder esse problema, realizou-se, inicialmente, uma busca por trabalhos em alguns dos principais periódicos da área, sejam eles: “Ciência & Educação”, “Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências”, “Investigações em Ensino de Ciências” e “Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências”. Com base nos treze artigos selecionados durante a revisão bibliográfica, foi possível realizar outros questionamentos sobre o modo como a abordagem temática vem sendo pensada e trabalhada dentro da área, além de identificar os nomes dos principais sujeitos que promovem ações e constroem conhecimento relativo a essa perspectiva. Após essa identificação, realizou-se uma segunda etapa da pesquisa, a qual consistiu na realização de entrevistas com cinco dos seis principais especialistas que compõem o círculo esotérico em relação à abordagem temática. Após a análise das entrevistas realizadas, foi possível discutir características em relação a esses sujeitos, e iniciar o processo de caracterização do estilo de pensamento do coletivo. Baseando-se nas entrevistas e nos trabalhos selecionados, durante a primeira etapa da pesquisa, com o auxílio da Análise Textual Discursiva como método de análise, foi possível identificar quatro categorias: i) O desenvolvimento dos trabalhos: contextos e concepções; ii) Pressupostos freireanos como balizadores das concepções e práticas (dividida em outras três subcategorias); iii) Elementos relacionados à perspectiva da AT (dividida em outras quatro subcategorias); iii) Desafios: como tentar superá-los?. As descrições e as características das categorias possibilitaram caracterizar o estilo de pensamento do círculo esotérico, o qual está fortemente marcado por um viés freireano e estruturado com base em ações via processos formativos e em contexto de grupo. Percebeu-se, também, que o círculo esotérico identificado organiza as suas discussões e práticas com base em demandas da

								realidade e que, partindo delas, constroem-se conhecimentos na perspectiva de problematizar e transformar aquela realidade.
2017	RS	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	LUCIANO DENARDIN DE OLIVEIRA	MODELO TEÓRICO PARA A INTERAÇÃO PROFESSOR-CIENTISTA A PARTIR DA ESCOLA DE FÍSICA DO CERN: UM ESTUDO DE CASO À LUZ DA EPISTEMOLOGIA DE FLECK	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5462115	Tese	PROFESSORES; ATUAÇÃO PROFISSIONAL; PESQUISADORES; FÍSICA; EDUCAÇÃO; ANÁLISE DO DISCURSO	O objetivo deste trabalho foi compreender, à luz da teoria da sociogênese do conhecimento de Ludwik Fleck, a interação professor-cientista em um curso de formação continuada denominado Escola de Física do CERN. A pesquisa teve um caráter qualitativo, enquadrando-se em um estudo de caso. Entrevistas foram realizadas com professores participantes do curso de formação supracitado e seus discursos interpretados segundo os pressupostos teóricos da Análise de Discurso da linha francesa. Compreendemos que a estrutura da Escola de Física do CERN reflete uma racionalidade técnica e que um único coletivo de pensamento relativo ao estilo de pensamento da física de partículas é estabelecido. Os cientistas integram o círculo esotérico e os professores, o círculo exotérico, fazendo com que o tráfego de ideias seja da ordem intracoletiva. A circulação intracoletiva de ideias fortalece o estilo de pensamento, de forma que após a vivência no CERN os professores passaram a inserir aspectos da física de partículas em suas aulas e a realizar atividades de divulgação científica relacionadas ao centro. Entretanto, não verificamos mudanças significativas nas práticas docentes dos participantes. Respalçado pela teoria fleckiana, defendemos que mudanças nas práticas docentes ocorrem de forma significativa se forem privilegiadas as circulações intercoletivas de ideias. Para que essa situação seja alcançada e contemplando as principais diretrizes de pesquisas recentes que investigaram a interação professor-cientista em diferentes contextos, propomos um modelo de interação professor-cientista-pesquisador que envolva três coletivos de pensamento distintos: dos saberes disciplinares, dos saberes da formação profissional e dos saberes experienciais.

2017	RS	Educação nas Ciências	ANA PAULA DUTRA	RELAÇÕES ENTRE COLETIVOS DE PENSAMENTO NA EDUCAÇÃO EM SAÚDE ESCOLAR E ENSINO DE CIÊNCIAS EM EVENTOS DA ÁREA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5002670	Dissertação de Mestrado	Formação de Professores; Estilos de Pensamento; Coletivos de Pensamento; Educação em Saúde; Pesquisa em Ensino de Ciências da Natureza	Nesta dissertação, apresento a análise dos artigos publicados sobre Educação em Saúde, no período de 1997 a 2015, em anais de eventos nacionais de pesquisa em Ensino de Ciências: Anais do II (1999) a X (2015) Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC); Anais do I (2005) a V (2014) Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO); Anais do I (2008) a IV (2014) Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente (ENEC). Esses três eventos foram escolhidos por serem nacionais, de pesquisa em Ensino das Ciências, e com publicações sobre Educação em Saúde. A teoria de Ludwik Fleck (2010) fundamentou a identificação e análise dos círculos esotéricos, exotéricos, ver formativo, circulação intra e intercoletiva de ideias, estilos e coletivos de pensamento. Com base nas leituras dos artigos, foram reconhecidas oito temáticas de pesquisa: Saúde nos livros-didáticos; Abordagem por temas; Cuidado de si; Educação em Saúde e Ambiental; Educação em Saúde; Estado da arte; Prevenção de doenças; Promoção da Saúde, constituindo os estilos de pensamento. Vinte e nove autores de artigos foram referenciados uns nos outros, constituindo coletivos de pensamento (1) concepções; 2) conceitos e modelos; 3) pressupostos e justificativas; 4) currículo; 5) formação docente. O ver formativo foi caracterizado nas justificativas pelo uso dos documentos oficiais PCN, Constituição Federal de 1988, OMS, OPAS, Carta de Otawa.
2017	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	ELIZANDRO MAURICIO BRICK	Realidade e Ensino de Ciências	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5049795	Tese	Realidade; Educação ético-crítica; Totalidade; Investigação Temática	É reconhecido de longa data o desafio de se promover práticas educativas a partir da realidade. Na educação em ciências a relação entre ciência e realidade tem sido naturalizada: seja como fruto de compreensões que identifiquem objeto de conhecimento com a realidade, seja a partir de compreensões que reduzam a realidade apenas à sua dimensão natural. O presente trabalho busca desenvolver as seguintes ideias: as práticas educativas necessariamente ocorrem na realidade e tendo como referência a realidade; objetos (de conhecimento) de situações educativas além de se constituírem também como parte da realidade, estão referidos apenas a determinados recortes da realidade; a concepção de realidade condiciona qual seria esse recorte. Buscamos, portanto, desenvolver uma concepção de realidade que fomente práticas educativas ético-críticas, que reconheça que objetos de conhecimento em situação de ensino podem sintetizar múltiplas dimensões constituintes da realidade, os quais são criações intencionais, fruto do diálogo entre os sujeitos envolvidos. Para tanto, os argumentos que desenvolvemos ao longo do trabalho tem inspiração em ideias de Álvaro Vieira Pinto, Enrique Dussel, Karel Kosik, Ludwik Fleck e Paulo Freire, com destaque para as categorias realidade, totalidade, vítimas, tema gerador. Argumenta-se, ao longo deste trabalho, que a relação entre conhecimento e realidade é necessariamente mediada pela construção de objetos de conhecimento e de ação, construções humanas condicionadas pela própria realidade concreta, que é dinamicamente constituída também pelos conhecimentos e pelos sujeitos. Buscamos argumentar que é condição a uma concepção ético-crítica de educação em ciências o reconhecimento da realidade como totalidade concreta, constituída de múltiplas dimensões em interação recíproca e dinâmica e que a abstração da dimensão humana e do papel da humanidade como orientador intencional das suas transformações é um fetiche produzido historicamente. Na articulação entre a concepção de realidade que é explicitada neste trabalho e o processo de investigação temática proposto por Freire foram identificadas e analisadas práticas

								educativas que fizeram a reinvenção desse processo do contexto de educação não formal para o contexto de educação formal na Educação Básica. Buscou-se explicitar que há distintas dinâmicas para definição dos objetos de estudo em situações educativas inspiradas na ideia de investigação temática. Nesse mesmo sentido é foco de descrição e análise deste trabalho o planejamento de duas práticas educativas inspiradas no processo de investigação temática: uma na Educação Superior no âmbito da Licenciatura em Educação do Campo e outra em um processo educativo mediado por tecnologias digitais no âmbito do "Portal de formação aberta: sujeitos, contextos e drogas".
2017	GO	Química	KARLA FERREIRA DIAS	A TRAJETÓRIA DISCURSIVA DAS DIRETRIZES INTERNACIONAIS E BRASILEIRAS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: EMERGÊNCIA, INFLUÊNCIAS E PRINCÍPIOS ESTILÍSTICOS DOS ORGANISMOS MULTILATERAIS	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5349266	Tese	Discursos internacionais e nacionais para a Educação Ambiental; Influências e relações multilaterais na trajetória da Educação Ambiental.	Considerando o espaço que a Educação Ambiental tem recebido nas estratégias políticas internacionais e nacionais, esta investigação foi desenvolvida com o objetivo de analisar as diretrizes internacionais e brasileiras para a Educação Ambiental, destacando as relações de dependência e/ou resistência a partir do mapeamento de convergências e divergências entre elas. A pesquisa de cunho documental buscou identificar elementos que pudessem caracterizar os conhecimentos, as práticas e as tradições pertencentes a essas diretrizes a partir da análise dos conceitos inerentes ao campo da EA, historicamente elaborados à luz das concepções de meio ambiente, educação e desenvolvimento. Para tanto, a análise foi realizada com base na proposição epistemológica de Ludwik Fleck sobre a formação de Estilos de Pensamento no desenvolvimento dos processos históricos, definidos por interações sociais que constituem Coletivos de Pensamento e possibilitam circulações intra e intercoletivas de conhecimentos. Os dados analisados foram encontrados em registros documentais publicados entre 1940 e 2012 por organizações multilaterais, programas e projetos governamentais. Visando caracterizar os princípios estilísticos identificados nas diretrizes, a análise foi desenvolvida a partir de um sistema de periodização prévia que resultou na sistematização dos seguintes períodos: Originário (1940 - 1971); Conceitual (1972 – 1980); Desenvolvimentista (1981 - 1990) e; Reformista (1991 - 2012). A primeira fase da pesquisa indicou a construção e o desenvolvimento de pré-ideias que fundamentaram a formulação dos conceitos estruturantes de um Estilo de Pensamento Global caracterizado por concepções naturalistas de meio ambiente e pela constante recorrência à criação de estratégias para o fortalecimento do crescimento econômico. A análise das orientações construídas em contextos específicos revelou princípios estilísticos estreitamente vinculados às relações políticas e econômicas internacionais entre países do Centro e da Periferia. Na fase comparativa entre as diretrizes internacionais e brasileiras, o estudo apontou inicialmente uma etapa de adaptação das diretrizes globais, fundamentadas no Estilo de Pensamento Global, estendido entre os períodos. Posteriormente, foi possível identificar transformações nesse estilo por meio da concretização de circulações intercoletivas com o Estilo de Pensamento Crítico-Transformador emergente no Brasil, o que produziu uma fase de transição na formulação de diretrizes brasileiras, marcada ainda pela hibridização de princípios do Estilo de Pensamento Global e do Estilo de Pensamento Crítico-Transformador.

2017	SP	Filosofia	JOAO ALEX COSTA CARNEIRO	A Gestalt entendida como um protoconceito transdisciplinar na passagem do século XIX ao século XX: uma abordagem epistemológica e histórica	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5450161	Tese	Gestalt;Epistemologia;História;Protocolo;Psicologia;Filosofia;Cultura Científica;Cultura filosófica	As investigações que resultaram nesta tese derivam de duas inquietações intelectuais, de ordem mais geral, suscitadas em minha trajetória de pesquisa: 1) o que pode caracterizar um conceito como heurístico e transdisciplinar? 2) como é possível estabelecer mediações cognitivas capazes de entender um objeto histórico? Nosso objeto central de estudo consiste na compreensão da evolução histórica e epistemológica sofrida pelo conceito de Gestalt, cuja tradução para o termo “forma” ou suas derivações não preserva o seu sentido mais fundamental: uma totalidade que é distinta da soma das partes que a compõe, sendo esta totalidade capaz de sofrer reconfigurações sem ter sua identidade alterada. Nosso enfoque será o período que vai de 1886 a 1935, com eventuais avanços e recuos para aquém e além desse intervalo. Daremos especial atenção ao modo como tal conceito se configurou na psicologia da época, com destaque para as formulações da Psicologia da Gestalt da Escola de Frankfurt-Berlim, cujos principais representantes foram Max Wertheimer (1880 - 1943), Kurt Koffka (1886 - 1941) e Wolfgang Köhler (1887 - 1967). Contudo, nosso interesse investigativo, a exemplo dos integrantes da Escola de Frankfurt-Berlim, não é disciplinar nem monográfico-autoral. Entenderemos a Gestalt como exemplo de um protoconceito, ou seja, um conceito capaz de sofrer contínuas rearticulações tanto no âmbito da cultura científica como da filosófica, sem, com isso, deixar de manter interrelações com a cultura geral da época. Nossa investigação, portanto, alterna-se entre vários níveis, cujos principais são: o conceitual, o epistemológico, o histórico, o social - entendido em sua expressão mais concreta como um coletivo de pensamento - e o instrumental. Quanto a este último nível, apresentaremos uma classe de dispositivos cujos integrantes, de modo análogo ao protoconceito, serão denominados protoinstrumentos. A isso acrescenta-se as particularidades do ambiente científico moderno, cujos expedientes de pesquisa e circulação de informação obedecem a padrões próprios. Esse conjunto de fatores impuseram a necessidade de uma prévia reflexão metodológica, acarretando na divisão desta tese em duas partes interdependentes. Na primeira, realizaremos um amplo exame das principais tradições, no âmbito da filosofia da ciência do século XX, cujas formulações apontaram para um estreitamento das relações entre a história e a produção do conhecimento científico. Os principais representantes debatidos foram Gaston Bachelard (1884 - 1962), Georges Canguilhem (1904 - 1995), Alexandre Koyré (1892 - 1964), Ludwik Fleck (1896 - 1961), Arthur Lovejoy (1873 - 1962), Thomas Kuhn (1922 - 1996) e Peter Galison. Ao final da Segunda Parte proporemos uma orientação no âmbito da epistemologia histórica a que denominamos proposta protoconceitual convergente. Com ela, são detalhados o conjunto de categorias e pressupostos metodológicos assumidos em nossa investigação. Com base nisso, percorreremos, na Segunda Parte, as múltiplas articulações sofridas pelo protoconceito de Gestalt tanto no âmbito da tradição alemã, como nos trabalhos pioneiros de Ernst Mach (1838 - 1916), Christian von Ehrenfels (1859 - 1932) e representantes da Escola de Graz, com destaque para Vittorio Benussi (1878 - 1927). Defenderemos que a Escola de Frankfurt-Berlim foi a principal responsável pela efetivação da Gestalt como um protoconceito transdisciplinar, cujo núcleo semântico manteve-se preservado durante suas múltiplas articulações.
------	----	-----------	--------------------------	---	---	------	---	--

2017	RS	EDUCACAO NAS CIENCIAS	MARILAN DI MARIA MASCARELLO VIEIRA	INTER-RELAÇÕES SOCIOPEDAGÓGICAS NA FORMAÇÃO DO DOCENTE E NA CONSTITUIÇÃO DO CONHECIMENTO DE PROFESSOR DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5378675	Tese	Coletivos de pensamento; Transposição didática; Conhecimento pedagógico do conteúdo; Didática e Pedagogias; Institutos Federais.	A pesquisa versa sobre formação de professores para a educação profissional e o objetivo foi analisar as inter-relações sociopedagógicas que condicionam o processo de formação dos seus professores, visando compreender como elas definem a constituição do conhecimento de professor. A investigação teve como aporte teórico os estudos de Shulman (1986, 2005), Fleck (2010) e Chevallard (1998), além dos pesquisadores da educação profissional. Trata-se de pesquisa qualitativa, de campo e a técnica utilizada foi o estudo de caso instrumental. O lócus para produção dos dados foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, efetivado por meio da análise documental, entrevistas e observação das aulas de dez professores que atuam nos cursos técnicos de nível médio da instituição. Os dados foram analisados mediante a Análise Textual Discursiva, de Moraes; Galiuzzi (2013). Os resultados apontam que, na ausência de formação para a docência, são múltiplas as fontes de aquisição dos conhecimentos bases para o ensino e a constituição docente vai sendo tecida por meio da interação com os outros em diferentes tempos e espaços sociais, especialmente por meio da inserção em coletivos de pensamento (Fleck, 2010) com quem os docentes compartilham estilos de pensamento que se tornam determinantes na sua constituição e atuação posterior na docência. Destacaram-se, como fontes de conhecimentos, as situações vivenciadas na formação acadêmica, a experiência profissional na área e o exercício da docência, que fornecem subsídios para a prática educativa. A formação para a docência, embora se reconheça as suas contribuições, é secundarizada. Os dados indicam o uso de diferentes estratégias de didatização no enfrentamento dos desafios da prática docente, e podemos constatar a presença do conhecimento pedagógico do conteúdo e do modelo de raciocínio e ação pedagógica, de Shulman, além de elementos da transposição didática, de Chevallard. A docência na educação profissional, entretanto, tem singularidades, pois exige a vivência de situações práticas da profissão como subsídio para a organização do processo ensino-aprendizagem, especialmente os processos ligados às habilidades profissionais. No tocante à didática da educação profissional, embora se reconheça necessária, não há um corpo de conhecimentos sobre os processos de aprendizagem dos saberes técnicos, suficiente para embasar sua elaboração, que permanece como uma porta entreaberta.
2017	RS	ANTROPOLOGIA SOCIAL	EDNA ROCIO RUBIO GALVIS	La fluidez de las múltiples muertes: análisis de las prácticas discursivas eutanasia y cuidados paliativos en Colombia	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5065414	Dissertação de Mestrado	cuidados paliativos; biopolítica; biopoder; eutanásia; morte	A presente dissertação analisa as práticas discursivas cuidados paliativos e eutanásia na Colômbia, a partir do referencial teórico de Michel Foucault, Annemarie Mol, Nikolas Rose y Ludwick Fleck. A análise indica a multiplicidade de mortes que podem ser performadas dependendo da prática na qual esta se coloca. Assim, se propõe olhar os cuidados paliativos e a eutanásia enquanto práticas, especialmente discursivas, enfatizando a materialidade destes discursos. São apresentados os processos que se desenvolveram na Colômbia e que tornaram possível a implementação destas práticas, as demandas de sujeitos frente às instâncias jurídicas e os debates suscitados na biomedicina e na religião católica. Através da análise destes discursos se pretende dar conta de suas condições de possibilidade, das estratégias que acionam, seus efeitos de poder e de saber. Busca-se ainda novas possibilidades de análises a partir da noção de biopolítica e de biopoder, bem como as implicações políticas de pensar a morte como parte da vida. Pensar na eutanásia e nos cuidados paliativos permite compreender outra maneira de medicalizar a morte, que é aquela na qual os valores como a “dignidade” e a “autonomia” são centrais. Abre ainda um espaço no qual se configuram novas subjetividades de pessoas

								responsáveis pela qualidade do final da vida. Este texto dá conta de diversos acontecimentos que tornam possível pensar que a morte já não é o limite do poder e que deixar morrer não é fazer morrer.
2017	PE	EPIDEMIOLOGIA, PATOLOGIA, DIAGNÓSTICO E CONTROLE DAS DOENÇAS NOS TRÓPICOS	SILVIA RAFAELLI RAMOS	EPISTEMOLOGIA DAS HELMINTOSES GASTROINTESTINAIS DE CÃES E GATOS COM POTENCIAL ZOONÓTICO RECIFE	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5961576	Tese	helmintos zoonóticos.;Teoria do conhecimento;animais de estimação	Objetivou-se neste trabalho realizar um estudo epistemológico das helmintoses gastrointestinais de cães e gatos com potencial zoonótico. Utilizando a epistemologia de Fleck foram analisados: a evolução do conhecimento sobre doença em seu aspecto zoonótico por meio de dados científicos entre os anos de 1996 a 2015; o processo ensino-aprendizagem das disciplinas Parasitologia e Doenças Parasitárias; a percepção de discentes do ensino fundamental e médio de escolas da Região Metropolitana do Recife sobre as helmintoses de animais de estimação, enfatizando as de caráter zoonótico. Sobre a importância de <i>Toxocara sp.</i> para a saúde pública não foi acrescentada nenhuma nova informação permanecendo sua relevância como causa da Larva migrans visceral em humanos, os danos provocados à saúde humana e animal, e a contaminação do solo como potencial fonte de infecção humana. Sobre o processo ensino-aprendizagem das disciplinas de Parasitologia e Doenças Parasitárias dos Animais Domésticos os professores apresentavam um conjunto de ideias comuns colocadas em prática ao longo do desenvolvimento das atividades profissionais, sendo o peso da educação e da tradição os fatores sociais de influência. Em relação à percepção dos alunos, evidenciou-se um conjunto de confusões conceituais ou ausência de um conhecimento mais aprofundado sobre as helmintoses. Dos que responderam sim sobre a pergunta: "sabe o que é?", os percentuais de respostas corretas foram 0,1%, 12,4%, 0,1%, 0,9% respectivamente para os termos zoonose, verminose, larva migrans visceral e larva migrans cutânea, respectivamente, não havendo respostas corretas sobre toxocaríase e dipilidiose. À análise epistemológica sobre o aspecto zoonótico de <i>Toxocara sp.</i> no Brasil demonstra que foram agregadas poucas novas informações, não inseridas na realidade social do ponto de vista de saúde pública. No processo ensino-aprendizagem das disciplinas Parasitologia e Doenças Parasitárias dos Animais Domésticos conceitos e embasamentos teóricos tradicionalmente aceitos são preservados aos quais se acrescentam informações advindas do incremento do conhecimento e do desenvolvimento tecnológico. Os alunos investigados apresentam superficialidade do conhecimento sobre os conceitos que envolvem as helmintoses, notadamente as zoonóticas.

2017	SP	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	ALAN DANTAS DOS SANTOS FELISBERTO	CLAUDE BERNARD E O ENSINO DE CIÊNCIAS: POSSÍVEIS ABORDAGENS ENVOLVENDO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5226921	DISSERTAÇÃO	História da Ciência; Ensino de Ciências; Claude Bernard	Nas últimas três décadas diversos estudos vêm apontando a História das Ciências (HC) como um caminho que pode trazer grandes contribuições para o Ensino de Ciências (EC). Do mesmo modo, os documentos oficiais de orientação, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), quando tratam da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, ressaltam a necessidade de contextualização histórica, filosófica, social e cultural da ciência. Nota-se que a natureza do conhecimento científico pode ser vista de modo mais claro e crítico dentro de sala de aula quando contém esse tipo de abordagem. Também, a experimentação contextualizada permite melhor compreensão de como a ciência opera e promove o conhecimento das suas diferentes metodologias, explorando, assim, o que se convencionou denominar Natureza da Ciência (NdC). No campo das ciências biológicas, os nomes de Gregor Mendel, Charles Darwin, dentre outros, são bem conhecidos do público geral. Já o nome do médico e fisiologista francês do século XIX, Claude Bernard, é pouco conhecido, mesmo nos meios científicos com os quais ele contribuiu significativamente. O presente trabalho tem como objetivo verificar possíveis aportes que a obra de Claude Bernard pode trazer para a utilização da História das Ciências no Ensino de Ciências. Como objeto de estudo e dentro da metodologia, foram consultadas fontes primárias, secundárias e a literatura sobre o Ensino de Ciências. A compilação de um esboço biográfico da personagem permitiu encontrar indícios de fatores epistêmicos e não-epistêmicos que influenciaram diretamente a sua prática laboratorial. A análise de seu livro “Introdução ao estudo da Medicina experimental” revelou o grau de sistematização da metodologia experimental com seres vivos que deu destaque a Bernard no contexto científico do século XIX. A análise preliminar de duas outras de suas publicações revelou um maior grau de interação com pelo menos um coletivo de pensamento (Fleck, [1935]1986) do período. Conclui-se que a obra de Claude Bernard é um material rico que, quando analisado mais criteriosamente, permite desenvolver atividades experimentais contextualizadas que auxiliam na promoção de um ensino de Biologia mais próximo aquilo preconizado nos documentos oficiais nacionais e pela literatura da área de pesquisa.
2017	MG	HISTÓRIA	RICARDO MOREIRA FIGUEIREDO FILHO	HISTÓRIA DA DINÂMICA CLIMÁTICA GLOBAL: UMA CONTRIBUIÇÃO A PARTIR DE ANÁLISES DOS PERIÓDICOS NATURE E THE ECONOMIST (1992-2012)	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5029307	Tese	História científica da dinâmica climática global; The Economist e Nature. Encontros climáticos internacionais. Controvérsias	Esta tese versa sobre a história da dinâmica climática em escala terrena, entre 1992 a 2012, tendo como fontes primárias os artigos, as charges e imagens publicadas pelos periódicos Nature e The Economist. O recorte cronológico abrange a cobertura de conferências internacionais sobre clima que tiveram relevante apelo midiático: Rio-92, COP-3, Rio+10, COP-13, COP-15 e Rio+20. Com isso, visamos: analisar o processo de transformação do tema mudança climática de proposição científica em assunto internacional de considerável apelo popular, tendo em conta os panoramas políticos e econômicos do período estudado; evidenciar que a crise climático-ecológica se apresenta como representação de sinais latentes de vicissitudes civilizatórias e/ou da sociedade industrial vigente. Tenciona-se, assim, cerzir as várias frações dos puzzles políticos, econômicos e científicos a partir do suporte teórico da História das Ciências, principalmente os trabalhos de Ludwig Fleck. No que concerne à escolha do corpus trabalhado, buscou-se contrastar três grupos e/ou estilos de pensamentos considerados representativos das controvérsias científicas sobre a mudança climática antrópica global vigentes no contexto supracitado. As premissas apresentadas por tais grupos seriam: 1º) aqueles que acreditam que há um câmbio climático já em curso; 2º) os que se mostram céticos quanto às mudanças e 3º) os cientistas que, perante as interações de uma grande quantidade de elementos climáticos e de suas variações, as quais constituem o clima do planeta, preferem assumir uma postura de dúvidas.

							sias científica s. Crise civilizacio nal.	Como hipóteses norteadoras, consideramos que houve uma tendência de hegemonização dos argumentos apresentados pelo grupo que defende a mudança climática a partir das mídias trabalhadas; mesmo que tais publicações tenham assumido a existência de um quadro de transformação climática planetária e veiculem propostas mitigadoras e resilientes em relação ao clima (como o uso e desenvolvimento de novas fontes de energia), mas não questionam, contundentemente, as bases estruturais do sistema capitalista contemporâneo. Além disso, também apontamos que a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) foi constituída para legitimar a hipótese do aquecimento global por causa antrópica. Nesse sentido, o presente trabalho aborda a história, o funcionamento, a importância e as limitações dos modelos climáticos de circulação (MCC), principais instrumentos de averiguação e previsão de exterioridades do clima global na atualidade.
2018	PR	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	BRUNO TADASHI TAKAHASHI	A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO: COMPREENDENDO A IDENTIDADE DOCENTE A PARTIR DA TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS E DA EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6310489	Tese	Ensino de Ciências, Formação Inicial, Representações Socioprofissionais, Dualidade.	Na formação inicial de professores de Ciências, podemos destacar as investigações que vêm enfocando o fator social. Nesse sentido, a identidade docente é um campo de pesquisa em crescimento, por investigar a construção da significação da profissão a partir da vivência pessoal e da sua socialização. Assim, a disciplina de Estágio Supervisionado para a Docência em Ciências, dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas, se configura como um relevante espaço de investigação da identidade docente. Entretanto, ainda são muitos os questionamentos a respeito do processo pelo qual ocorre a significação social da profissão nesse contexto. Portanto, a presente tese procurou responder à seguinte questão de pesquisa: Qual a influência da disciplina de Estágio Supervisionado para a Docência em Ciências de um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas para a constituição e a resignificação da identidade docente dos licenciandos? A partir dessa problemática, buscamos, na fundamentação teórica da Teoria das Representações Sociais de Serge Moscovici e na epistemologia de Ludwik Fleck, subsídios para identificarmos as representações da docência partilhadas por licenciandos e compreendermos como os conceitos de estilo e de coletivo de pensamento elucidam o processo da gênese e da transformação da identidade docente. Assim, para atingirmos esses objetivos, realizamos a constituição dos dados com 12 alunos na disciplina de Estágio Supervisionado para a Docência em Ciências em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma Universidade Pública do Estado do Paraná. Utilizamos a evocação livre de palavras e entrevistas semiestruturadas para a constituição dos dados, que foram analisados com o quadro de Vergès e a metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC). Com essas análises, verificamos a transformação das representações sociais em socioprofissionais, resultante da mudança de posição social dos sujeitos no decorrer da pesquisa. Também constatamos, a partir do DSC, a presença de dois estilos de pensamentos: um embasado nas representações sociais e outro no campo de pesquisas da formação de professores e do ensino de Ciências. Tais resultados possibilitaram a compreensão da complexidade do fenômeno identitário e apontaram para a relevância da proposta de analisarmos a identidade docente a partir da perspectiva dualista com os referenciais teóricos das representações sociais e da epistemologia fleckiana paralelamente, pois os elementos consensuais e reificados da docência são interdependentes no fenômeno identitário.

2018	MG	Educação	MARCIA MARIA MARTINS PARREIRAS	Contribuições da epistemologia de Ludwik Fleck para a formação de professores em Educação do Campo: um estudo dos estilos de pensamento sobre o conceito de natureza	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6395462	Tese	Natureza. Estilo de pensamento. Educação do campo. Formação intercultural.	Este estudo analisou os estilos de pensamento (EP) de educandos do curso de Licenciatura em Educação do Campo, área Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal de Minas Gerais (LECampo-CVN/FaE/UFMG) em relação ao termo "natureza", utilizando como referenciais teóricos a Epistemologia Comparada de L. Fleck e a Ecologia Política de K. Whiteside. No que se refere à metodologia, os dados foram construídos a partir de observação participante, visita a campo, uso de questionários e realização de grupos focais. O universo amostral foi composto por dez estudantes do referido curso, divididos em dois grupos distintos, de acordo com os coletivos de pensamento (CP) pelos quais transitam e/ou transitaram. Sendo assim, do primeiro grupo fizeram parte os/as estudantes egressos de escolas que valorizam a cultura camponesa; que exerciam e/ou exercem militância em Movimentos Sociais Camponeses e, ainda, que são filhos de pais e/ou mães lavradoras. O segundo, por sua vez, foi constituído por estudantes que não tiveram inserção em nenhum desses coletivos, de maneira que a única semelhança entre ambos consistiu no trânsito pela LECampo. A análise das informações partilhadas pelos/as estudantes foi realizada mediante processos de Análise Semiótica e Análise de Conteúdo. Dentre os resultados obtidos, verificou-se a prevalência, no primeiro grupo, de EP sobre natureza de caráter centrado antropocêntrico esclarecido, ao mesmo tempo em que se identificou a emergência do que aqui compreendemos configurar-se em um novo EP não centrado, ao qual denominamos natureza coletivo. No que se refere ao segundo grupo, verificou-se a presença tanto do EP centrado antropocêntrico quanto do EP não centrado, sendo este último orientado às categorias humanista e sistêmica. Tais delineações parecem estar relacionadas com os trâfegos realizados por esses estudantes em CP distintos. Desse modo, aqueles participantes do primeiro grupo, que circularam por CP que valorizavam os modos de vida dos camponeses e vivenciaram experiências práticas e teóricas nesse sentido, expressaram posicionamentos mais críticos em relação à ideia utilitarista de natureza elaborada pela Modernidade. Os estudantes do segundo grupo, por sua vez, por terem circulado durante apenas três anos em um CP que advogava por concepções de natureza não centradas (no caso, a LECampo) e, ao mesmo tempo, pelas experiências marcadamente antropocêntricas vivenciadas ao longo de pelo menos oito anos na Educação Básica, expressaram entendimentos menos singulares sobre o termo. Argumentamos que o conhecimento de tais estilos de pensamento e sobre a importância da LECampo e dos demais CP em pauta para a conformação dos mesmos traz elementos que contribuem para a formação intercultural de professores. Isso porque permitem uma maior compreensão das ontologias que direcionam os modos de vida e as lutas dos camponeses, ao mesmo tempo em que jogam luz sobre os perspicazes mecanismos de dominação a que são submetidos. Além disso, alimentam as discussões da Academia sobre a problemática socioambiental e caminhos para minimizá-la.
------	----	----------	--------------------------------	--	---	------	--	---

2018	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	IVANI CRISTINA VOOS	O ensino de Ciências da Natureza para estudantes cegos e baixa visão no desenvolvimento profissional de docentes da Educação Especial: por que não?	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6714413	Tese	Desenvolvimento Profissional de Professores; Educação Especial; Estudantes cegos e baixa visão; Ensino de Ciências da Natureza	Este trabalho objetivou analisar como podem se caracterizar potencialidades e limites de um processo de formação para docentes da Educação Especial que tem como pressuposto a importância da apropriação por parte destes profissionais de conhecimentos relativos ao ensino de Ciências da Natureza para estudantes cegos e baixa visão. Foi desenvolvido um processo formativo junto a educadores especiais sobre a temática, o qual envolveu dezessete participantes, entre eles dois cegos. Foram oito encontros presenciais e atividades na modalidade a distância que envolveram a escrita em um Diário Virtual Coletivo que ocorreu por meio da plataforma Moodle. Nesse processo formativo os sujeitos foram convidados a participar de diferentes atividades que versaram sobre a atuação de docentes da Educação Especial em processos educativos de Ciências da Natureza para estudantes cegos e baixa visão. O trabalho foi realizado em interlocução com ideias de Ludwik Fleck que contribuiu para interpretarmos possíveis lacunas ainda existentes no desenvolvimento profissional de educadores especiais, particularmente, no que tange conhecimentos acerca de outras áreas de ensino, por exemplo, as Ciências da Natureza. Foram analisadas produções textuais decorrentes de atividades dos educadores especiais no citado processo formativo e foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 06 educadores especiais. As análises realizadas por meio dos procedimentos da análise textual discursiva nos possibilitam indicar que há um caráter incipiente em discussões a respeito do ensino de Ciências da Natureza a cegos e baixa visão na formação dos educadores especiais e que um trabalho realizado em conjunto com professores das Ciências da Natureza pode contribuir para o enfrentamento da problemática. Já que tal temática parece não ser considerada para estes profissionais, isso pode cooperar para a ausência de reflexões na atuação que vem sendo realizada. Ou seja, pode colaborar indiretamente para a aproximação de práticas pedagógicas ainda baseadas em vertentes teóricas como a médico-pedagógica, na qual o educador especial atua/atuava de forma paralela ao ensino comum e era considerado o único responsável pela educação de estudantes com cegueira e baixa visão. Reconhecemos o percurso histórico já vivenciado por esta área de ensino, porém parece que muito ainda precisa ser feito para o enfrentamento de problemáticas vivenciadas no desenvolvimento profissional de educadores especiais em processos educativos de Ciências da Natureza para estudantes cegos e baixa visão.
2018	RJ	CIÊNCIA TECNOLÓGICA E EDUCAÇÃO	JOSE CARLOS CORREA DE ANDRADES	O SERTANEJO FILÓSOFO E O FILÓSOFO DOS SERTÕES: PRESSUPOSTOS DO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS MODERNAS NO PENSAMENTO DO BISPO AZEREDO	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6320884	Tese	História da física; Azeredo Coutinho; Seminário de Olinda; História da aviação	O presente estudo tem como objeto o ensino das ciências naturais modernas investigado a partir do pensamento do bispo José Joaquim da Cunha de Azeredo Coutinho. Situando-se em uma área de interseção entre a história social da ciência no Brasil e a história da educação, a pesquisa objetiva buscar os fundamentos da ciência moderna, bem como sua proposta de ensino, presentes no pensamento do bispo Azeredo Coutinho – permeado pela conjuntura do Iluminismo luso-brasileiro. Situamos Azeredo Coutinho como um ilustrado, imerso em sua época e em seu meio, em contraposição às usuais análises reducionistas e individualizadas, que costumam caracterizá-lo como uma figura controversa por defender o absolutismo e a escravidão. O exercício de apreensão da realidade setecentista foi mediado a partir da sociabilidade, tomada como chave de leitura, uma vez que para a época estudada o tripé Trono – Altar – Saber, respectivamente representado pelo poder régio, pelo poder eclesiástico e pela ciência, foi estruturante do pensamento e das ações das elites luso-brasileiras. Destacaremos o Seminário de Olinda como síntese dos ideais reformistas pombalinos no Brasil, e representante da secularização do ensino e da efetivação do ensino de Física Experimental. Discutiremos os elementos influenciadores das reformas educacionais pombalinas, estabelecendo um

				COUTINHO (1772–1836)				background para as ações pedagógicas e o pensamento técnico-científico de Azeredo Coutinho. Na busca pela compreensão da dinâmica de emergência do ensino de física experimental no mundo luso-brasileiro este trabalho utilizará como referência teórica as categorias oriundas da epistemologia proposta por Ludwik Fleck; e para a interpretação das experiências, produções e verificação das redes de relacionamento de Azeredo Coutinho, serão adotadas as reflexões teórico-metodológicas de Jean-François Sirinelli a respeito dos intelectuais e suas redes. As fontes primárias que sustentam as análises apresentadas nessa tese são: os Estatutos do Seminário de Olinda; os Estatutos da Universidade de Coimbra (1772); as produções literárias e as correspondências de Azeredo Coutinho; o livro A recreação filosófica, usado como referência na transição para o ensino das ciências modernas em Portugal e Brasil; além de decretos e cartas régias. Damos destaque ao manuscrito em que Azeredo Coutinho descreve os princípios físicos necessários para direcionar o voo de um balão. A análise inédita desse manuscrito será crucial para a identificação do alinhamento do pensamento do bispo às ciências físicas, no contexto das ciências modernas. Este estudo revela que em Portugal e no Brasil o ensino das ciências naturais modernas foi um processo complexo, não linear, no qual novas ideias surgiram a partir de homens como Galileu, Newton, Boyle e Hooke, em detrimento de outras que foram derrubadas – como alguns conceitos da física aristotélica, aplicados tradicionalmente pelo ensino jesuítico. O utilitarismo da ciência era importante característica do coletivo de pensamento daquele período, nos moldes enciclopedistas, incorrendo em novas interpretações do mundo físico, com a valorização da experimentação por meio da procura de soluções pelo método analítico, bem como o ensino e o convencimento pelo método sintético.
--	--	--	--	-------------------------	--	--	--	--

Sub-planilha 2: Síntese

Ano	Local	Área de Conhecimento	Tipo de Publicação
2011	RJ	História das Ciências e da Saúde	Tese
2011	RS	Educação nas Ciências	Dissertação de Mestrado
2012	MG	Filosofia	Dissertação de Mestrado
2012	SP	Filosofia	Dissertação de Mestrado
2012	PR	Educação	Tese
2012	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Dissertação de Mestrado
2012	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2012	PA	CIENCIAS EXATAS E DA TERRA	Tese
2012	SP	Ensino de Ciências e Matemática	Tese
2013	SP	ENSINO DE CIÊNCIAS	Tese
2013	RN	Educação	Dissertação de Mestrado
2013	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2013	RJ	ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE	Dissertação de Mestrado
2013	SC	SAÚDE DA FAMÍLIA	Dissertação de Mestrado
2013	SP	EDUCAÇÃO E SAÚDE	Dissertação de Mestrado
2014	MG	Psicologia	Dissertação de Mestrado
2014	RJ	Sáude Coletiva	Tese
2014	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2014	PA	Educação em Ciências e Matemáticas	Dissertação de Mestrado
2014	RS	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE	Tese
2014	RJ	HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS	Dissertação de Mestrado
2014	SP	Educação	Dissertação de Mestrado
2014	PA	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	Dissertação de Mestrado
2014	RJ	Sáude Coletiva	Dissertação de Mestrado
2015	PR	Ciência, Tecnologia e Ensino	Dissertação de Mestrado
2015	PR	Filosofia	Dissertação de Mestrado
2015	SC	Educação	Dissertação de Mestrado
2015	RJ	POLÍTICA, PLANEJAMENTO E ADMINISTRAÇÃO EM SAÚDE	Dissertação de Mestrado
2015	SC	SAÚDE COLETIVA	Tese
2015	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2015	SC	Educação	Dissertação de Mestrado
2015	SC	EDUCAÇÃO CIENTIFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2015	RJ	SAÚDE DA CRIANÇA E DA MULHER	Tese
2016	BR	Educação	Tese
2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2016	RN	EDUCAÇÃO	Tese
2016	RS	EDUCAÇÃO	TESE

2016	RS	INSTITUIÇÕES, CULTURA E GLOBALIZAÇÃO	Dissertação de Mestrado
2016	SC	Educação	Dissertação de Mestrado
2016	MG	HISTÓRIA	Dissertação de Mestrado
2016	RN	Educação	Tese
2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Dissertação de Mestrado
2016	BA	ENSINO DE CIÊNCIAS	Dissertação de Mestrado
2016	PR	Educação em Ciências e em Matemática	Dissertação de Mestrado
2016	RS	Educação nas Ciências	Dissertação de Mestrado
2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Dissertação de Mestrado
2016	RJ	SAÚDE PÚBLICA	Dissertação de Mestrado
2016	SP	SEMIOTICA E LINGUISTICA GERAL	Dissertação de Mestrado
2016	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2016	PR	EDUCAÇÃO	Tese
2016	SC	EDUCAÇÃO	Dissertação de Mestrado
2017	MG	História	Tese
2017	RS	ENSINO DE FÍSICA	Dissertação de Mestrado
2017	RS	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	Dissertação de Mestrado
2017	RS	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	Tese
2017	RS	Educação nas Ciências	Dissertação de Mestrado
2017	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2017	GO	Química	Tese
2017	SP	Filosofia	Tese
2017	RS	EDUCACAO NAS CIENCIAS	Tese
2017	RS	ANTROPOLOGIA SOCIAL	Dissertação de Mestrado
2017	PE	EPIDEMIOLOGIA, PATOLOGIA, DIAGNÓSTICO E CONTROLE DAS DOENÇAS NOS TRÓPICOS	Tese
2017	SP	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	Dissertação de Mestrado
2017	MG	HISTÓRIA	Tese
2018	PR	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	Tese
2018	MG	Educação	Tese
2018	SC	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	Tese
2018	RJ	CIÊNCIA TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO	Tese

Apêndice II

Sub-planilha 1: O papel da Matemática no EF

Ano	Título	Autor	Assuntos	Publicado em	Descrição	link	Descrição em inglês ou outra língua
2009	Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico	Sotomaior Karam, Ricardo Avelar ; Pietrocola, Mauricio	Resolução De Problemas ; Matemática Na Física ; Trigonometria ; Modelagem Matemática	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 2009, Vol.2(2), pp.181-205	A importância da resolução de problemas para a ciência tem inspirado pesquisadores em educação a pensar estratégias didáticas centradas nesse processo. Porém, problemas científicos são diferentes dos cotidianos, uma vez que a resolução daqueles envolve processos de raciocínio extremamente elaborados e estruturados em uma linguagem matemática. Considerando que a Matemática estrutura o pensamento físico, apresentamos uma crítica à ingênua função ferramental comumente atribuída à matematização e a uma artificial tentativa de distinção entre problemas matemáticos e científicos. Partindo da hipótese de que a Matemática da Física é semanticamente diferente da ensinada nas aulas de Matemática, propomos uma classificação que permite distinguir habilidades técnicas – relacionadas ao domínio instrumental de algoritmos, regras, fórmulas – das habilidades estruturantes – associadas à capacidade de se fazer um uso organizacional da Matemática em domínios externos a ela – e exemplificamos a aquisição destas com uma discussão que envolve o uso da trigonometria na resolução de problemas de Física.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_dialnetART0001265073&indx=1&reclds=TN_dialnetART0001265073&recldxs=0&elementId=0&renderMode=popapedOut&displayMode=full&frbrVersion=&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vlfreeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	

2009	Distorção do papel da matemática na resolução de problemas de física	Karam Avelar Sotomaior, R.		Enseñanza de las ciencias ; Núm. Extra (2009), p. 1750-1754	A importância da resolução de problemas para a ciência tem inspirado pesquisadores em educação a pensar estratégias didáticas centradas nesse processo. Porém, problemas científicos são diferentes dos cotidianos, uma vez que a resolução daqueles envolve processos de raciocínio extremamente elaborados e estruturados em uma linguagem matemática. Considerando que a Matemática estrutura o pensamento físico, apresentamos uma crítica à ingênua função ferramental comumente atribuída à matematização e a uma artificial tentativa de distinção entre problemas matemáticos e científicos presentes em trabalhos sobre o tema Resolução de Problemas. Em contrapartida, defendemos que as estratégias didáticas devem visar o desenvolvimento de habilidades que permitam ao estudante apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_uab130291&indx=2&reclids=TN_uab130291&recldxs=1&elementId=1&renderMode=popperOut&displayMode=full&frbrVersion=&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	
------	--	----------------------------	--	---	--	---	--

	<p>Estudo exploratório sobre as relações entre conhecimento conceitual, domínio de técnicas matemáticas e resolução de problemas em estudantes de licenciatura em Física</p>	<p>Atáide, Ana Raquel Pereira De ; Greca, Ileana María</p>	<p>Compreensão Conceitual ; Formalização Matemática ; Visões Epistemológicas ; Estudantes De Licenciatura Em Física ; Conceptual Understanding ; Mathematical Formalization ; Epistemic Views ; Undergraduate Physic Students</p>	<p>REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 2013, Vol.12(1), pp.209-233</p>	<p>Nos últimos anos têm se destacado a importância da compreensão conceitual e sua ligação com a formalização matemática de conceitos, dado que a Matemática constitui-se no esqueleto que sustenta o corpo da Física, porém são escassas as pesquisas que discutam como estudantes avançados de cursos de Física entendem as equações matemáticas e qual o seu papel na aprendizagem de conceitos físicos. Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla, que tem como objetivo investigar o papel da Matemática na compreensão de conceitos físicos e mais especificamente dos conceitos envolvidos na primeira lei da Termodinâmica. Os dados obtidos neste estudo descritivo, realizado com 22 estudantes do último ano do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba (Brasil), parecem mostrar a importância da compreensão não apenas dos conceitos ou das técnicas matemáticas isoladamente, mas sim da formalização matemática ligada à construção dos conceitos para que a aprendizagem ocorra de maneira efetiva. Isto se manifesta de forma mais evidente na resolução de problemas. Outro ponto que emerge deste estudo é que parece existir uma relação entre a aprendizagem de conceitos físicos e a resolução de problemas com a visão epistemológica que os estudantes têm do papel da Matemática na Física.</p>	<p>http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_dialnetART0001028795&indx=3&reclids=TN_dialnetART0001028795&reclids=2&elementId=2&renderMode=popOut&displayMode=full&frbrVersion=&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22pa pel%20da%20Matem% C3%A1tica%22%20na %20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859</p>	<p>In the last years, physics teaching researchers have stressed the relation between the conceptual comprehension and the mathematical formalism in the learning of physics, because Mathematics occupies the place of the internal structure in the body of the Physical science. Nevertheless, few studies argue how undergraduate advanced students of Physics understand mathematical equations and what is their role in the learning of physical concepts. This work is part of a broad research which investigates the role of mathematics in the comprehension of physical concepts related to the First Law of Thermodynamics. The data of this descriptive study deal with 22 students of the last year of a degree course Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 12, Nº 1, 209-233 (2013) 210 in Physics of State University of Paraíba (Brasil). The data was gathered by non-participate observation, a questionnaire with straight questions, regularly discipline's evaluation and individual interviews. The analysis shows that an effective learning requires a link between the mathematical formalism and the construction of concepts, and not only the isolated comprehension of concepts and/or the knowledge of mathematical techniques. This link seems to be more evident in problem solving. Also, it appears to be a relation between the learning of physical concepts and problem solving and how students understand the role of Mathematics in Physics theories.</p>
--	--	--	---	--	---	--	--

2016	A Formação Matemática nos Cursos de Licenciatura em Educação do Campo */The Mathematical Education Bachelor's Degree in Rural Education courses	Sachs, Línlya ; Elias, Henrique	Education ; Teaching ; Training ; Graduates ; Mathematical Analysis ; Mathematics and Computation (Mt) ; Mathematics of Computing (General) (Ci) ; Mathematics and Computation (CE) ; Rural Education. Teacher Education. Training of Mathematics Teachers. Mathematical Education	Bolema, Aug 2016, Vol.30(55), pp.439-454	Este artigo procura interpretar qual é o lugar da matemática em oito cursos de Bacharelado em Educação Rural com especialização em Matemática, a partir de seus projetos político-pedagógicos. Voltamos nossa atenção para três itens específicos desses projetos: os objetivos do curso, o perfil esperado dos graduados e os componentes curriculares das aulas. Tomando Moreira e David (2010) e Fiorentini e Oliveira (2013) como referencial teórico para o desenvolvimento do ensino de matemática e tomando a Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi (2011) como método de análise, percebemos que, no geral, O tipo de matemática que tem sido priorizado nesses cursos é o Acadêmico, também concluímos que o lugar da matemática é central e que, na maioria dos casos, os conteúdos das disciplinas matemáticas estão dissociados do contexto social, de outras disciplinas didáticas pedagógicas. e da prática do professor.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_proquest1792744976&indx=4&reclids=TN_proquest1792744976&reclids=3&elementId=3&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=3&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	This article tries to interpret what is the place of mathematics in eight Rural Education Bachelor's Degree courses with specialization in Mathematics, from their political-pedagogical projects. We turn our attention to three specific items in these projects: the course objectives, the expected profile of graduates, and the class curriculum components. Taking Moreira and David (2010) and Fiorentini and Oliveira (2013) as theoretical framework for the development of the mathematics teaching training and taking the Discursive Textual Analysis from Moraes and Galiazzi (2011) as the method of analysis, we realized that, overall, the type of math that has been prioritized in these courses is the Academic one, we also concluded that the place of mathematics is central and that, in most cases, the contents of mathematical disciplines are dissociated from the social context, from other didactic pedagogical disciplines, and from the teacher's practice.
------	--	---------------------------------	--	--	---	---	---

2014	Educação Matemática na Educação Profissional de Nível Médio: análise sobre possibilidades de abordagens interdisciplinares/Mathematical Education in Mid-level Professional Education: analysis of opportunities for interdisciplinary approaches	Gonçalves, Harryson ; Pires, Célia	Education & Educational Research ; Educação Profissional ; Currículos de Matemática ; Interdisciplinaridade ; Modelagem Matemática ; Professional Education ; Math Curriculum ; Interdisciplinarity ; Mathematical Modeling ; Mathematics	Bolema, Apr 2014, Vol.28(48), pp.230-254	Neste artigo objetivamos ampliar a discussão sobre a educação matemática de estudantes de Educação Profissional de Nível Médio no Brasil (EPTNM), enfocando a questão da interdisciplinaridade, enfatizada em documentos oficiais como um dos eixos organizadores do currículo para este tipo de ensino. Estudos nesse campo são justificados pelo crescimento dessa modalidade no sistema educacional brasileiro, bem como a falta de investigações específicas no campo da Educação Matemática sobre o assunto. Nossa pesquisa é guiada pelas questões: A adoção de uma abordagem interdisciplinar para organizar o currículo pode contribuir para a construção de vínculos entre a educação profissional técnica e a característica mais acadêmica da educação de nível médio? Quais são as suas potencialidades para promover uma aprendizagem mais significativa do conteúdo matemático neste tipo de educação? Concluímos que a superficialidade com que o tema da interdisciplinaridade tem sido tratado, e a falta de contextualização em outras pesquisas relacionadas a ele na educação matemática, são algumas das razões para não implementar a ideia com sucesso. Neste artigo, discutimos a contribuição de diferentes autores que pesquisam o tema e incluem propostas para explorar a Etnomatemática e a Modelagem como possibilidades de enriquecimento curricular da EPTNM, ligando diferentes áreas do conhecimento e contextualizando a matemática na realidade do mundo do trabalho.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_proquest1535279740&indx=5&reclids=TN_proquest1535279740&reclids=4&elementId=4&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=3&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	In this article we aim to broaden the discussion about mathematical education of students of Middle Level Professional Education in Brazil (EPTNM), focusing on the issue of interdisciplinarity, emphasized in official documents as one of the organizing axes of the curriculum for this type of education. Studies in this field are justified by the growth of this modality in the Brazilian educational system, as well as the lack of specific investigations in the field of Mathematics Education about it. Our research is guided by the questions: Can the adoption of an interdisciplinary approach to organizing the curriculum contribute to building links between technical professional education and the more academic education characteristic of Middle Level education? What are its potentialities for promoting more meaningful learning of mathematical content in this type of education? We conclude that the superficiality with which the theme of interdisciplinarity has been handled, and the lack of contextualization in other research related to it in mathematics education, are some of the reasons for not implementing the idea successfully. In this article, we discuss the contribution of different authors who research the theme and include proposals to explore Ethnomathematics and Modeling as possibilities for curriculum enrichment of the EPTNM, linking different areas of knowledge and contextualizing math in the reality of the world of work.
------	---	------------------------------------	---	--	---	---	---

2015	Trilho da Ciência: um percurso de Educação Científica na ilha do Príncipe/Science Trail: a pathway of Scientific Education in Príncipe Island	Latas, Joana ; Rodrigues, Ana	Ambientes ; Contextos Formais E Não - Formais ; Educação Científica ; Interdisciplinaridade ; Cultura E Matemática ; Formal And Non - Formal Contexts ; Scientific Education ; Interdisciplinary ; Culture And Mathematics	Revista Latinoamericana de Etnomatemática, Jun-Sep 2015, Vol.8(2), pp.53-75	Enquadrado numa visão integrada de contextos educativos formais e não formais, o percurso da educação científica na Ilha do Príncipe - Caminho da Ciência, foi conceptualizado, implementado e avaliado. A Trilha da Ciência proporciona contato com a natureza e pressupõe a exploração de conteúdos científicos, integrados em um contexto histórico e cultural dos Principados. Além disso, os contextos culturais têm potencialidades multidisciplinares que, quando reconhecidas e legitimadas, aumentam uma visão holística da ciência. Em particular, alguns desses contextos culturais e históricos provaram ser facilitadores no processo de construir pontes com conceitos matemáticos, melhorando as conexões entre cultura e matemática. A elaboração desta trilha foi de responsabilidade de uma equipe multidisciplinar de professores do Ensino Médio do Príncipe e sua implementação visou principalmente alunos do ensino médio. A avaliação do Percurso da Ciência, nomeadamente o seu impacto nos participantes, com base em dados recolhidos através de questionários e compilação de documentos, aponta para a continuidade desta iniciativa e para o reconhecimento das suas potencialidades educativas.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_proquest1780004149&indx=6&reclids=TN_proquest1780004149&reclids=5&elementId=5&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=4&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	Framed in an integrated vision of formal and non-formal educational contexts, the pathway of scientific education in Principe Island - Science Trail, was conceptualized, implemented and assessed. Science Trail provides contact with nature and assumes the exploration of scientific contents, integrated in a historical and cultural Principean context. Moreover, cultural contexts have multidisciplinary potentialities which, when recognized and legitimated, enhance a holistic view of science. In particular, some of those cultural and historical contexts proved to be facilitators in the process of building bridges with mathematical concepts, enhancing connections between culture and mathematics. The drawing up of this trail was the responsibility of a multidisciplinary team of Principe's High school teachers and its implementation targeted mainly high school students. The evaluation of the Science Trail, namely its impact on participants, based on data gathered through questionnaires and document compilation, points to the continuity of this initiative and to the recognition of its educational potentialities.
------	---	-------------------------------	--	---	--	---	--

2014	Currículo como Currere, como Complexidade, como Cosmologia, como Conversa e como Comunidade: contribuições teóricas pós-modernas para a reflexão sobre currículos de matemática no ensino médio/The Curriculum as Currere, as Complexity, as Cosmology, as Conversation, and as a Community: Postmodern Theoretical Contributions to the Reflection on Mathematics Curricula in High School	Da Silva, Marcio		Bolema, Aug 2014, Vol.28(49), pp.516-535	A transição do paradigma moderno para o pós-moderno representa uma revolução no pensamento com implicações em várias áreas. A passagem da certeza e objetividade para a subjetividade e a incerteza é, hoje, um desafio para os pesquisadores. Este artigo apresenta contribuições teóricas para as reflexões pós-modernas sobre os currículos de matemática no Ensino Médio, inspiradas nos cinco C's - Currere, Complexidade, Cosmologia, Conversação e Comunidade - William E. Doll Jr. Com essas considerações, esperamos convencer o leitor sobre o precisam prestar mais atenção à seleção e organização do currículo dos tópicos de matemática nas escolas secundárias brasileiras.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_proquest1557523983&indx=7&reclids=TN_proquest1557523983&reclids=6&elementId=6&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=4&frbg=&pcAvailabiltyMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	The transition from the modern to the postmodern paradigm represents a revolution in thought with implications in several areas. The passage of certainty and objectivity to subjectivity and uncertainty is, today, a challenge for researchers. This article presents theoretical contributions to postmodern reflections on mathematics curricula in High School, inspired by the five C's - Currere, Complexity, Cosmology, Conversation, and Community - William E. Doll Jr. With these considerations, we hope to convince the reader about the need to pay more attention to the selection and organization of the curriculum of mathematical topics in Brazilian High Schools.
------	---	------------------	--	--	--	---	--

2017	Competências matemáticas: perspectivas da SEFI e da MCC - Mathematical competences: perspectives of SEFI and the MCC	Bianchini, Barbara ; Loureiro de Lima, Gabriel ; Gomes, Eloiza ; Nomura, Joelma	Mathematics ; Working Groups ; Engineers ; Engineers ; Mathematical Models ; Mathematical Analysis ; Competências ; Engenharia ; Matemática Contextualizada	Educação Matemática Pesquisa, 2017, Vol.19(1)	No presente artigo, de cunho teórico-bibliográfico, apresentam-se considerações a respeito da ideia de educação baseada em competências, para, então, discutir aspectos relacionados ao desenvolvimento de competências matemáticas pelo futuro engenheiro a partir de duas perspectivas: a do Mathematics Working Group da Société Européenne pour La Formation des Ingénieurs e a da teoria A Matemática no Contexto das Ciências, que por meio de uma noção mais ampla de competência, volta sua atenção não apenas àquelas relacionadas a conhecimentos matemáticos, mas também às profissionais e laborais, que, segundo preconiza essa teoria, podem ser desenvolvidas nas aulas de Matemática dos cursos de Engenharia se estes forem conduzidos segundo o Modelo Didático da Matemática em Contexto.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_proquest1895672192&indx=8&reclids=TN_proquest1895672192&reclids=7&elementId=7&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=4&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	In this theoretic-bibliographic paper we want to show considerations about education ideas based on competences, therefore we will debate associated aspects to the Mathematics Competences development by the future engineer based on two perspectives: the Mathematics Working Group from the Société Européenne pour La Formation des Ingénieurs and the theory of Mathematic in the Sciences Context, using a amplified competence focused not only in those related to the mathematics knowledge but also the professional and labor ones, it can be developed in mathematic classes presentes in engineers graduation if they were taught by the Didatic Model of Mathematics in Context.
------	--	---	---	---	--	---	--

2014	Gestão do Currículo de Matemática sob Diferentes Profissionalidades*/Curriculum Management of Mathematics under Different Professionalities	Crecci, Vanessa ; Fiorentini, Dario	Resilience ; Supplying ; Management ; Proposals ; Teachers ; Classrooms ; Autonomy ; Mathematical Analysis ; Mathematics and Computation (Mt) ; Mathematics of Computing (General) (Ci) ; Mathematics and Computation (CE) ; Prescribed/Proposed Curriculum. Curriculum Management. Mathematics Teachers. Teacher Professionality	Bolema, Aug 2014, Vol.28(49), pp.601-620	Este artigo apresenta uma análise de como os professores de matemática utilizaram e aplicaram materiais enviados pela Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP) de 2008 a 2009, no contexto do programa "São Paulo Faz Escola". Também examina a relação entre as formas de gestão do currículo e as diferentes profissões do professor, evidenciadas pela pesquisa. Os dados da pesquisa foram obtidos por meio do fornecimento de questionários aos professores de matemática da cidade de Campinas. Entrevistas semi-estruturadas subsequentes foram realizadas com cinco professores selecionados, seguidos por observações no local de duas das práticas diárias de sala de aula desses professores. Os resultados indicam que os professores que participaram desta pesquisa, apesar de pressionados a implementar a proposta da SEE-SP, demonstraram, cada um de acordo com sua profissão, autonomia na gestão curricular e resiliência diante das pressões externas.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_proquest1557524144&indx=9&reclids=TN_proquest1557524144&reclids=8&elementId=8&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=2&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	This article presents an analysis of how mathematics teachers used and applied materials sent by the Secretaria Estadual de Educacao do Estado de Sao Paulo (SEE-SP) from 2008 to 2009, in the context of the program "Sao Paulo Faz Escola". It also examines the relation between curriculum management ways and different teacher's professionalities, evidenced by research. The research data was obtained by supplying questionnaires to mathematics teachers in the city of Campinas region. Subsequent semi-structured interviews were conducted with five selected teachers, followed by on-site observations of two of those teachers' daily classroom practices. The results indicate that teachers, who participated in this research, although pressured to implement the proposal of SEE-SP, demonstrated, each one according to their profession, autonomy in curriculum management and resilience in the face of outside pressures.
------	---	-------------------------------------	---	--	--	---	---

2013	Tendência Profissionalizante da Universidade: o caso da licenciatura em matemática da UFSCar/The Professionalizing Trend in the University: the case of mathematics teacher degree program at UFSCar	Vilela, Denise	Education & Educational Research ; História Da Educação Matemática ; Formação de Professores ; Curso de Licenciatura Em Matemática Da Ufscar ; Campo Científico ; Profissionalização ; History of Mathematics Education ; Teacher Education ; Ufscar'S Mathematics Teacher Degree Program ; Scientific Field ; Professionalization ; Mathematics	Bolema, Dec 2013, Vol.27(47), pp.955-980	Este artigo apresenta parte de uma pesquisa que estudou o programa de Licenciatura em Matemática da UFSCar desde a sua criação em 1975. Com base na análise de documentos e currículo do programa em termos de horas de crédito alocadas a estágios, bem como os cursos em específicos e No campo pedagógico, o que mais chama a atenção é o aumento das horas de crédito dedicadas aos estágios e, conseqüentemente, ao ensino. O objetivo do artigo é entender esse aumento, utilizando a teoria de campo de Bourdieu como referência. O foco no primeiro programa da UFSCar ajuda os professores a discutirem uma tendência profissionalizante na universidade.	http://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=TN_proquest1503533415&indx=10&reclds=TN_proquest1503533415&recldxs=9&elementId=9&renderMode=popperdOut&displayMode=full&frbrVersion=3&frbg=&pcAvailabilityMode=true&dscnt=0&scp.scps=primo_central_multiple_fe&vid=CAPES_V1&mode=Basic&tab=default_tab&dum=true&vl(freeText0)=O%20%22papel%20da%20Matem%C3%A1tica%22%20na%20%22F%C3%ADsica%22&dstmp=1550586142859	This article presents part of a research that studied the Mathematics Teacher Degree program at UFSCar since its creation in 1975. Based on analysis of documents and the curriculum of the program in terms of credit hours allocated to internships, as well as the courses in specific and pedagogic fields, what is most salient is an increase in credit hours dedicated to internships and, consequently to teaching. The article's aim is to understand this increase, using Bourdieu's theory of field as a reference. The focus on the first program at UFSCar helps teachers to discuss a professionalizing trend in the university.
------	--	----------------	--	--	--	---	--

Sub-planilha 2: A matematização no EF

Ano	Título	Autor	Publicado em	Descrição	Descrição em inglês ou outra língua
2016	Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes	Mendes, Gabriela Helena Geraldo Issa ; Batista, Irinéa de Lourdes	Ciência & Educação (Bauru), 01 September 2016, Vol.22(3), pp.757-771 [Periódico revisado por pares]	Este artigo é resultado de uma pesquisa que teve por objetivo investigar o papel da matematização na Física e no seu ensino, segundo professores de Física. Tendo em vista os estudos que evidenciam os benefícios da História e Filosofia da Ciência no ensino e na formação de professores, procuramos estabelecer alguns elementos que demonstram a presença de noções de História e Filosofia da Ciência na estruturação do conceito de matematização. Para tanto, elaboramos um questionário aberto que foi respondido por dez professores que lecionam disciplinas de Física. Para análise dos dados, adotamos a Análise de Conteúdo; a análise desses questionários resultou na estruturação de unidades temáticas que evidenciam as noções dos professores a respeito da matematização.	

2012	Examinando exames: análise dos vestibulares que nortearam o livro "Fundamentos da Física"	Marcos Jose Chiquetto ; Sonia Krapas	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 01 April 2012, Vol.29(1), pp.33-51	<p>Frequentemente, alunos do Ensino Médio apresentam atitudes desfavoráveis frente à Física, encontrando-se desmotivados para o seu aprendizado. Um dos fatores que, talvez, venha contribuindo para isso é a sua excessiva matematização, predominante em livros didáticos baseados em apostilas de cursos pré-vestibulares. Dentre estes livros, tem especial importância a obra "Fundamentos da Física", lançada em 1975, cuja primeira edição, segundo um de seus autores, era voltada para o programa dos vestibulares de engenharia de São Paulo. Vários trabalhos já publicados sugerem uma influência muito grande deste livro no Ensino Médio. Na busca por entender a concepção desta obra, analisam-se exames vestibulares de escolas de engenharia de São Paulo nos anos anteriores a 1975. Os resultados mostram que, até 1968, os exames continham uma significativa quantidade de questões qualitativas, abordavam uma faixa maior de assuntos e, também, apresentavam questões mal formuladas. A partir de 1968, quando o vestibular se tornou classificatório e unificado, os vestibulares de engenharia se concentraram em um núcleo bem definido da disciplina, tornaram-se exclusivamente quantitativos, ficaram mais difíceis e deixaram de apresentar erros de formulação. O livro estudado foi concebido como um manual de preparação para esta prova. Neste sentido, discute-se o problema gerado, ao se transplantar para o Ensino Médio, um manual de treinamento para um exame classificatório quantitativo. A análise também sugere que formular questões qualitativas em exames em larga escala pode ser arriscado, pois estas têm maior tendência a apresentar erros de formulação. Hoje, este é um assunto importante, já que essa parece ser uma proposta do ENEM.</p>	
------	---	--------------------------------------	--	--	--

2013	SIGNIFICADOS DE "MATEMATIZAÇÃO" DE PROFESSORES E ESTUDANTES DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO	Arévalo, Fábian; Terrazzan, Eduardo	Gondola : Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias, 2013, Vol.8(1), pp.54-65 [Periódico revisado por pares]	<p>Apresenta-se um estudo sobre a forma como é entendida e trabalhada a Matemática no âmbito do Ensino e a Aprendizagem da Física, no curso de Licenciatura em Física de uma Universidade pública do interior de São Paulo, Brasil. Para tal, fizemos um levantamento sobre as propostas de pesquisadores nesta linha, que mostrou-nos como vêm-se inserindo neste campo o termo de "Matematização" para representar processos por meio dos quais o aprendizado da Física ganha significação, ao considerar a formação de habilidades, tais como; observação, descrição, idealização, análise lógico local, axiomatização e aplicação. Acompanhamos durante um ano, diversas disciplinas de Física de diferentes semestres buscando que fossem do começo, metade e final do curso. Utilizamos o diário de campo como técnica de registro da informação, coletando; dados básicos, conteúdos, e desenvolvimento da aula. Com base na análise do diário de campo foi elaborado um roteiro de observação contendo indicadores que permitissem detectar a presença e a forma como se desenvolvem processos de Matemática, servindo-nos deste roteiro, observamos durante um semestre um outro grupo de disciplinas de Física, fazendo uma análise de conteúdo sobre o material produzido. Constatamos que o fato de observar disciplinas de diferentes níveis do curso, não ofereceu diferenças de atuação dos professores nem dos estudantes. Com relação à presença de processos de Matemática, não se pode falar que não existam, uma vez que tanto estudantes quanto professores vão em busca da compreensão dos conteúdos da Física. Porém, não se evidencia desenvolvimento profundo das características da Matemática oferecidas pelos pesquisadores neste tópico.</p>	
------	--	-------------------------------------	--	---	--

2015	Diferencias trascendentales entre matematización de la física y matematización para la enseñanza de la física	Vizcaino Arévalo, Diego Fabián ; Terrazzan, Eduardo Adolfo	Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, 2015, Issue 38, pp.95-111 [Periódico revisado por pares]	Compreender e formalizar as leis da física tem sido possível pela combinação de diferentes tipos de contribuições, dentro do qual a matematização da física tem desempenhado um papel importante, Permitindo que o presente progresso físico significativo em termos de novas descobertas e formalização teorias altamente preditivos. Isso levou à sugestão de que usar formas matemáticas tomadas pela física como parte de sua estrutura de explicação justifica o ensino da física baseado na matematização. Por esta razão, é necessário entender claramente o significado da matematização, não apenas na física, mas também no ensino da física, reconhecendo seu escopo e restrições. Apresentamos um estudo sobre a relação entre explicação e linguagem em matematização da física, verificação da sua existência em três momentos históricos da física e comparados com os obtidos na literatura sobre o significado atribuído a matematização da física no ensino. Descobrimos que eles são diferentes concepções de matematização para a física e a matematização para o ensino da física e mencionaram algumas de suas implicações na educação.	Understanding and formalizing the laws of physics has been made possible by the combination of different types of contributions, within which the mathematization of physics has played an important role, allowing the physical present significant progress in terms of new discoveries and formalizing highly predictive theories. This has led to the suggestion that use mathematical forms taken by physics as part of its structure of explanation, justify the teaching of physics based on mathematisation. For this reason, it is necessary to clearly understand the meaning of the mathematization not only in physics but also in the teaching of physics, recognizing its scope and restrictions. We present a study about the relationship of explanation and language in mathematization of physics, verifying their existence in three historical moments of physical and compared with those obtained in the literature about the meaning attributed to mathematisation of physics in teaching. We found that they are different conceptions of mathematization for physical and mathematisation for teaching physics and mentioned some of its implications in education.
------	---	--	---	---	--

2011	Algumas origens da rejeição pela carreira profissional no magistério em Física	Cátia Brock ; João Bernardes Da Rocha Filho	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 01 January 2011, Vol.28(2), pp.356-372	<p>A pesquisa apresentada neste artigo originou-se a partir de nossa preocupação quanto à carência de professores de física para o Ensino Médio, e teve como objetivo identificar os fatores conscientes que obstaculizam a escolha profissional por essa carreira de nível superior, a partir da interrogação de estudantes do final do ensino básico, com apoio do CNPq e da FAPERGS. Neste artigo, são apresentados, principalmente, a metodologia e os resultados da pesquisa, cuja investigação de campo utilizou um questionário aplicado a aproximadamente duas centenas de estudantes do último ano do Ensino Médio de escolas públicas e privadas das dezesseis regiões orçamentárias do município de Porto Alegre. As respostas foram analisadas textualmente, e os resultados sugerem que, do ponto de vista endógeno à escola, certas características da atuação profissional de um número expressivo de professores de física, como a falta de cuidado com o relacionamento com os alunos, a opção pela matematização em detrimento da conceitualização e contextualização, assim como a ausência de experimentos que acompanhem o estudo dos fenômenos e teorias físicas são os principais fatores que contribuem para que os alunos do Ensino Médio se distanciem da física e, conseqüentemente, da possibilidade de serem futuros professores dessa ciência. Como fatores externos à escola, os elementos mais referenciados nas respostas dos alunos são os associados à opinião pública sobre a baixa perspectiva de valorização profissional que caracteriza certos segmentos do magistério, neste momento histórico. Directory of Open Access Journals (DOAJ)</p>	
------	--	---	--	---	--

2009	Medida e poesia na constituição de uma educação científica	Araújo, Valmir Henrique De	Metáfora Educacional, 2009, Issue 6, pp.2-15	<p>Este trabalho de caráter teórico reflete acerca da relação entre as noções de poesia e de medida, e da implicação do sujeito na construção do conhecimento para a elaboração de uma nova educação científica. Toma como base a etimologia da palavra grega poesia/poíesis/poien (BOHM, 2001; HEIDEGGER, 2001) e a importância que estas noções têm para a criação e a produção na ciência (HENRY, 1998; KUHN, 1990; PRIGOGINE, 2002; ROSA, 2005, 2006). O conceito de medida está atrelado à comparação das dimensões de algo com um padrão externo. Na história da física a medição ganha um destaque particular, segundo Zanetic (1998), com os procedimentos de Galileu para determinar uma equação para a queda de corpos. Para Henry (1998) essa matematização da medida atinge o ponto culminante com os Princípios matemáticos da filosofia natural de Newton, o que pode ter levado à crença da matemática como representação da realidade. Esse empreendimento ganhou legitimidade com o poder de previsão do método científico, no qual a objetividade exclui o sujeito do conhecimento como participante no ato de medir. Por outro lado, o novo espírito científico (BACHELARD, 1985) assinala a impossibilidade dessa exclusão por princípio. A medição pura e simplesmente não autoriza um valor numérico do que foi medido objetivamente. O número que emerge de uma medida na experimentação não é objetivo em si mesmo, mas é apreendido segundo uma teoria que o antecede. A objetividade também implica na discursividade enquanto um caráter social da prova ou busca de compatibilidade entre teoria e experimentação. Assim, o princípio da objetividade científica ao postular a medida como uma operacionalidade instrumental isenta de qualquer traço de subjetividade ζ e com isso opera a exclusão do observador da experiência ζ, alia-se aqui à concepção de Heidegger (2001) do homem habitar poeticamente o labor de suas horas. Nessa perspectiva há criação para além da operacionalidade, posto que poesia é deixar-habitar, porque o homem habita o que faz mediante um construir, inclusive na produção e escritura científicas.</p>	<p>This theoretical work reflects on the relation between the notions of poetry and measure, and subjective involvement in knowledge construction, toward the elaboration of a new scientific education. It is based on the etymology of the Greek word poesia/poíesis/poien (BOHM, 2001; HEIDEGGER, 2001) and the significance of these notions regarding scientific creation and production (HENRY, 1998; KUHN, 1990; PRIGOGINE, 2002; ROSA, 2005, 2006). The concept of measure is bound to the comparison of dimensions with an external pattern. In the history of Physics, measurement reaches particular attention, according to Zanetic (1998), with Galileo.s procedures in order to determine an equation for gravity. For Henry (1998), such measurement mathematics reach a peak with Newton.s Mathematical principles of natural philosophy, which may have led to the belief in mathematics as a representation of reality. Such vision achieved legitimacy with the forecasting power of the scientific method, where objectivity excludes the subject of knowledge as a participant in measurement. On the other hand, the new scientific attitude (BACHELARD, 1985) points out the impossibility of such exclusion by rule. Measurement does not authorize pure and simply a numerical value of something objectively measured. The number emerging from experimental measurement is not objective itself, but is seized through a theory preceding it. Objectivity also intervenes in discourse as a social testing trait or search of compatibility between theory and experimentation. Thus, the principle of scientific objectivity in fostering measure as an instrumental operation exempt from any subjectivity trait .therefore excluding the experience observer., joins Heidegger.s conception (2001) of men poetically inhabiting their daily labor. In such a view, there is creation ahead of operation, since poetry is a let-live, because men inhabit their built criations, including scientific production and writing.</p>
------	--	----------------------------	--	---	--

Sub-planilha 3: A matemática no EF:

Ano	Título	Autor	Publicado em	Descrição	Descrição em inglês ou outra língua
2003	Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades	Araújo, Mauro Sérgio Teixeira de ; Abib, Maria Lúcia Vital Dos Santos	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 June 2003, Vol.25(2), pp.176-194 [Periódico revisado por pares]	Nesse trabalho foi analisada a produção recente na área de investigações sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física, com o objetivo de possibilitar uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências dessas atividades tendo em vista subsidiar o trabalho de professores e pesquisadores do ensino no nível médio. A análise dos dados teve como referência os trabalhos publicados entre 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF), em seu encarte Física na Escola e também no Caderno Catarinense de Ensino de Física (UFSC). Foram investigadas a área temática das publicações e diversos aspectos metodológicos relacionados com as propostas de atividades experimentais, como a ênfase matemática empregada, o grau de direcionamento das atividades, o uso de novas tecnologias e a relação com o cotidiano. Os resultados obtidos revelaram que a experimentação continua sendo tema de grande interesse dos pesquisadores, apresentando essa estratégia ampla gama de enfoques e finalidades para o ensino de Física. SciELO	

2000	A sobrevivência do alternativo: uma pequena digressão sobre mudanças conceituais que não ocorrem no ensino de Física	Neves, Marcos Cesar Danhoni ; Savi, Arlindo Antônio	Ciência & Educação (Bauru), January 2000, Vol.6(1), pp.11-20 [Periódico revisado por pares]	O presente trabalho apresenta uma pequena digressão sobre conceituação alternativa realizada com alunos de cursos de graduação em Engenharias e Matemática e de pós-graduação (mestrado) em Física da Universidade Estadual de Maringá. São analisadas, a partir dos resultados de um questionário, as prováveis causas para mudanças conceituais (numa aproximação galileana-newtoniana) que dificilmente ocorrem no longo período de formação superior. Como investigação adicional, são apresentados os resultados de um outro questionário respondido por alunos do quarto ano do curso de Física acerca de conhecimentos sobre a história da física. SciELO	
2014	Poderia Arquimedes ter calculado π com areia e um bastão?	Dellajustina, Fernanda J ; Martins, Luciano C	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 September 2014, Vol.36(3) [Periódico revisado por pares]	Neste artigo propomos três métodos para determinar numericamente o valor de uma das constantes mais famosas e importantes da matemática, a constante π . Apresentamos um método numérico inspirado no método original de Arquimedes, um método mecânico experimental que utiliza areia e um bastão, e finalmente, a partir de um modelo baseado na ideia de probabilidade, o método de Monte Carlo que é usado para a determinação de π . O aparato experimental usado é bastante simples e de baixo custo, facilitando a utilização do método experimental e sua aplicação no ensino de física e matemática em escolas de Ensino Médio. SciELO	

2002	Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador	Bleicher, Lucas ; Silva, Moésio Medeiros Da ; Ribeiro, Júlio Wilson ; Mesquita, Márcio Gurjão	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 June 2002, Vol.24(2), pp.129-133 [Periódico revisado por pares]	Como ferramenta auxiliar no ensino de Física, é apresentada a utilização do software de computação simbólica Mathematica, através dos seus recursos de programação analítica e multimídia. É possível verificar as relações de freqüências numa escala musical e o efeito do batimento, através de análise matemática e reprodução sonora via computador. Para fins ilustrativos e pedagógicos, são simulados no computador efeitos sonoros comumente utilizados por músicos, como Tremolo, Phaser e Auto-Wah. Estes são modelados matematicamente de forma simplificada, tomando-se como base uma onda sonora padrão, cujos parâmetros associados foram obtidos experimentalmente. Ressalta-se a possibilidade do aprendizado autônomo. SciELO	
2009	Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática	Borges, P.A. Pereira ; Toniazzo, N.A ; Silva, J.C. Da	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 June 2009, Vol.31(2), pp.2309.1-2309.6 [Periódico revisado por pares]	A elaboração e realização de experimentos, associadas à interpretação dos resultados, construção e aplicação de conceitos e uso de recursos da informática, constituem uma opção metodológica desafiadora no ensino de física dos dias atuais, considerando as necessidades de conhecimento, habilidades e criatividade que as novas gerações devem ter para enfrentar os problemas científicos e tecnológicos. Este trabalho tem como objetivos apresentar o problema de cálculo das forças atuantes em cabos e hastes que sustentam massas no espaço, desenvolver um modelo matemático geral, como um estudo de modelagem fortemente integrador dos conteúdos das disciplinas de Mecânica Geral, Álgebra Linear e Cálculo Numérico de cursos de engenharia, física ou matemática. O modelo foi testado com verificação experimental para várias situações, sendo três delas descritas no artigo: casos simétrico e assimétrico com forças de tração e um caso assimétrico com força de compressão. Foi realizada a análise de incerteza das medidas de comprimento dos cabos e posicionamento dos apoios. O trabalho evidenciou a riqueza de situações de aprendizagem e aplicação de conceitos, técnicas de tratamento de dados de medida e desafios matemáticos, ao associar ações teóricas e experimentais para a validação do modelo, além de apresentar outras investigações relacionadas com o tema abordado. SciELO	

2018	Construção do conhecimento pedagógico de conteúdo na formação de licenciandos em Física	Clebsch, Angelisa ; Filho, José	Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, Sep 2018, Issue 28, pp.86-101 [Periódico revisado por pares]	Com o propósito de compreender a relação teoria-prática na construção do conhecimento docente, foi realizado um estudo que envolveu os cursos de graduação em Física oferecidos por instituições públicas de Santa Catarina (Brasil). Focalizando a dimensão pedagógica, este artigo apresenta como os instrumentos (questionários e entrevistas) foram elaborados e como a coleta, organização e processamento dos dados foram realizados. Com o cruzamento de dados e suporte do software webQDA foi possível identificar os assuntos que são tratados nas disciplinas de Física Pedagógica e sua relação com a construção do Conhecimento de Conteúdo Pedagógico dos alunos de graduação. Revisitando a Conceptualização do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK): PCK como Ferramenta Conceitual para Entender Professores como Profissionais.	With the purpose of understanding the theory-practice relationship in the construction of the teaching knowledge, a study was carried out that involved the undergraduate courses in Physics offered by public institutions in Santa Catarina (Brazil). Focusing on the pedagogical dimension, this article presents how the instruments (questionnaires and interviews) were elaborated and how data collection, organization and processing were performed. With the data crossing and support of the webQDA software it was possible to identify the subjects that are treated in the Pedagogical disciplines of Physics and its relation with the construction of the Pedagogical Content Knowledge of the graduation students. Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals.
------	---	---------------------------------	---	--	--

2015	<p>PROPOSTA EDUCATIVA UTILIZANDO O JOGO RPG MAKER: ESTRATÉGIA DE CONSCIENTIZAÇÃO E DE APRENDIZAGEM DA QUÍMICA</p> <p>AMBIENTAL/EDUCACIONAL PROPOSAL USING GAME RPG MAKER: STRATEGY OF AWARENESS AND LEARNING OF ENVIRONMENTAL CHEMISTRY</p>	<p>Paula, T ; Souza, E ; Silva, T ; Silva, D ; Ribeiro, M</p>	<p>HOLOS, 2015, Vol.31(8), pp.98-112 [Periódico revisado por pares]</p>	<p>Este trabalho refere-se à utilização do RPG Maker (software educativo) como objeto de aprendizagem (OA) para conscientização e contextualização do ensino de Química, no âmbito do Ensino Médio. A relação entre a Educação Ambiental e o ensino de Química possibilita aos educandos observar as transformações que ocorrem no ambiente melhorando, por conseguinte, sua compreensão dos conteúdos. Visto que é o professor que tem a função de escolher a metodologia que viabilize a reflexão e uma compreensão crítica sobre a realidade em que o aluno está inserido, propõe-se que uma das formas viáveis de trabalhar a Educação Ambiental no ensino de Química é contextualizar os assuntos utilizando um OA, como o software educativo baseado no RPG Maker. Conforme foi visualizado neste trabalho, o uso do OA tornou a aula mais interessante, contextualizada e facilitou a aprendizagem do assunto relacionado à Química Ambiental.</p>	
------	---	---	---	---	--

2017	Textos de Divulgação Científica como uma Perspectiva para o Ensino de Matemática - Science Popularization Articles as a Perspective for the Teaching of Mathematics	Gessy Ribeiro Dias	Educação Matemática Pesquisa, 2017, Vol.19(2) [Periódico revisado por pares]	Neste trabalho, os artigos foram selecionados e caracterizados pela revista Ciência Hoje, nas seções O Leitor Pergunta e Mundo de Ciência, visando a sua utilização como recurso didático para o ensino de matemática. Em seguida, aplicou-se uma estratégia didática, baseada no uso do SPA para auxiliar os professores nas estatísticas de conteúdo de ensino. Foi possível verificar as impressões dos alunos em relação aos questionários aplicados na escala Likert. 86% dos estudantes afirmaram que o SPA proporcionou uma maior participação na aula e 93% conseguiram relacionar conceitos matemáticos com o cotidiano. O uso do TDC pode contribuir favoravelmente com o ensino da Matemática, pois abordam diferentes temáticas, num contexto mais amplo, motivando e aprofundando conteúdos matemáticos.	In this work, articles were selected and characterized by Ciência Hoje magazine, O Leitor Pergunta and Mundo de Ciência sections, aiming at its use as didactic resource for the teaching of Mathematics. Then, a didactic strategy was applied, based on the use of SPA to assist teachers in the teaching content statistics. It was possible to verify the impressions of the students regarding, from questionnaires applied in Likert scale. 86% of the students stated that the SPA provided a greater participation in the class and 93% were able to relate Mathematical concepts with daily life. The use of TDC can contribute favorably with the teaching of Mathematics, because they deal with different themes, in a broader context, motivating and deepening mathematical contents.
------	---	--------------------	--	---	---

2016	Memórias de Ex-alunos do Colégio de Aplicação da Bahia: contribuições para a História da Educação Matemática/Memories of the Former Students of Colégio de Aplicação da Bahia: contributions to History of Mathematics Education	Rios, Diogo	Bolema, Dec 2016, Vol.30(56), pp.1223-1243	Este trabalho enquadra-se em perspectivas historiográficas que buscam incluir, em suas produções, a história, a memória e a identidade de grupos menos valorizados, atribuindo-lhes um status igual às fontes, perspectivas e caracteres tradicionalmente tratados como centrais. A constituição de fontes orais permite emergir oportunidades identificadas por alunos formados, oferecendo contribuições àqueles que tradicionalmente serviram de fonte para pesquisas em História da Educação Matemática. É uma contribuição que agrega interpretações adicionais ao que já foi estudado e enriquece a análise histórica sobre o processo de modernização do ensino de matemática no Colégio de Aplicação da Universidade da Bahia. Dois elementos poderiam ser considerados a partir do depoimento de ex-alunos: considerando que a modernização não foi um fenômeno habituado apenas à matemática, mas às diversas disciplinas e práticas do Colégio e a identificação da professora Maria Augusta de Araújo Moreno como referência destacada da matemática modernização no Colégio.	This work falls under historiographical perspectives that seek to include, in their productions, history, memory, and identity of groups that have been less valued, by assigning them a status equal to sources, perspectives and characters that have traditionally been treated as centrals. The constitution of oral sources provides to emerge opportunities identified by formed students, offering contributions to those who traditionally served as a source for researches in History of Mathematics Education. It is a contribution which adds additional interpretations to what has already been studied and enriches historical analysis about the process of modernization in mathematics teaching at Colégio de Aplicação da Universidade da Bahia. Two elements could be considered from the testimony of former students: considering that modernization was not a phenomenon accustomed only to mathematics, but to the various disciplines and practices of the Colégio and the identification of teacher Maria Augusta de Araújo Moreno as a highlighted reference of mathematics modernization at the Colégio.
------	--	-------------	--	---	--

Apêndice III

Sub-planilha 1: "The role of Mathematics in Physics"

Ano	Título	Autor	Abstract	Keywords*	Journal	Descritores da Eric	Link da Eric	Tradução nossa	Instituição
2015	Reality-Theoretical Models-Mathematics: A Ternary Perspective on Physics Lessons in Upper-Secondary School	Hansson, Lena; Hansson, Örjan; Juter, Kristina; Redfors, Andreas	This article discusses the role of mathematics during physics lessons in upper-secondary school. Mathematics is an inherent part of theoretical models in physics and makes powerful predictions of natural phenomena possible. Ability to use both theoretical models and mathematics is central in physics. This paper takes as a starting point that the relations made during physics lessons between the three entities "Reality", "Theoretical models" and "Mathematics" are of the utmost importance. A framework has been developed to sustain analyses of the communication during physics lessons. The study described in this article has explored the role of mathematics for physics teaching and learning in upper-secondary school during different kinds of physics lessons (lectures, problem solving and labwork). Observations are from three physics classes (in total 7 lessons) led by one teacher. The developed analytical framework is described together with results from the analysis of the 7 lessons. The results show that there are some relations made by students and teacher between theoretical models and reality, but the bulk of the discussion in the classroom is concerning the relation between theoretical models and mathematics. The results reported on here indicate that this also holds true for all the investigated organizational forms lectures, problem solving in groups and labwork.	Theoretical Model Physics Teaching Path Difference Classroom Communication Instructional Situation	Science & Education, v24 n5-6 p61-644 Jul 2015	Physics, Secondary School Students, Science Instruction, Observation, Problem Solving, Teaching Methods, Role, Mathematics, Models, Guidelines, Lecture Method, Correlation, Groups, Laboratories, Classroom Communication	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1063334	Este artigo discute o papel da matemática durante as aulas de física no ensino médio. A matemática é uma parte inerente dos modelos teóricos da física e possibilita previsões poderosas dos fenômenos naturais. A capacidade de usar modelos teóricos e matemáticos é central na física. Este trabalho toma como ponto de partida que as relações feitas durante as aulas de física entre as três entidades "Realidade", "Modelos teóricos" e "Matemática" são de extrema importância. Uma estrutura foi desenvolvida para sustentar análises da comunicação durante as aulas de física. O estudo descrito neste artigo explorou o papel da matemática para o ensino e a aprendizagem da física no ensino médio durante diferentes tipos de aulas de física (palestras, resolução de problemas e trabalho de laboratório). As observações são de três classes de física (no total de 7 aulas) lideradas por um professor. O quadro analítico desenvolvido é descrito em conjunto com os resultados da análise das 7 lições. Os resultados mostram que existem relações entre alunos e professores entre modelos teóricos e realidade, mas a maior parte da discussão em sala de aula é sobre a relação entre modelos teóricos e matemática. Os resultados relatados aqui indicam que isso também se aplica a todas as palestras de formas organizacionais investigadas, resolução de problemas em grupos e trabalho de laboratório. Os resultados mostram que existem relações entre alunos e professores entre modelos teóricos e realidade, mas a maior parte da discussão em sala de aula é sobre a relação entre modelos teóricos e matemática. Os resultados relatados aqui indicam que isso também se aplica a todas as palestras de formas organizacionais	Kristianstad University Kristianstad Sweden

								<p>investigadas, resolução de problemas em grupos e trabalho de laboratório. Os resultados mostram que existem relações entre alunos e professores entre modelos teóricos e realidade, mas a maior parte da discussão em sala de aula é sobre a relação entre modelos teóricos e matemática. Os resultados relatados aqui indicam que isso também se aplica a todas as palestras de formas organizacionais investigadas, resolução de problemas em grupos e trabalho de laboratório.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2012	Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education	Uhdén, Olaf; Karam, Ricardo; Pietrocola, Maurizio; Pospiech, Gesche	<p>Many findings from research as well as reports from teachers describe students' problem solving strategies as manipulation of formulas by rote. The resulting dissatisfaction with quantitative physical textbook problems seems to influence the attitude towards the role of mathematics in physics education in general. Mathematics is often seen as a tool for calculation which hinders a conceptual understanding of physical principles. However, the role of mathematics cannot be reduced to this technical aspect. Hence, instead of putting mathematics away we delve into the nature of physical science to reveal the strong conceptual relationship between mathematics and physics. Moreover, we suggest that, for both prospective teaching and further research, a focus on deeply exploring such interdependency can significantly improve the understanding of physics. To provide a suitable basis, we develop a new model which can be used for analysing different levels of mathematical reasoning within physics. It is also a guideline for shifting the attention from technical to structural mathematical skills while teaching physics. We demonstrate its applicability for analysing physical-mathematical reasoning processes with an example.</p>	Technical Skill Physical Theory Modelling Cycle Mathematical Reasoning Mathematics Education Research	Science & Education, v21 n4 p48-506 Apr 2012	Physics, Mathematics Skills, Mathematical Logic, Mathematical Models, Teaching Methods, Problem Solving, Computation, Science Instruction, Interdisciplinary Approach, Guides	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ959105	<p>Muitas descobertas de pesquisas, bem como relatórios de professores, descrevem as estratégias de resolução de problemas dos alunos como manipulação de fórmulas por rotina. A insatisfação resultante com problemas quantitativos de livros didáticos físicos parece influenciar a atitude em relação ao papel da matemática na educação física em geral. A matemática é frequentemente vista como uma ferramenta de cálculo que impede uma compreensão conceitual dos princípios físicos. No entanto, o papel da matemática não pode ser reduzido a esse aspecto técnico. Assim, em vez de afastar a matemática, nos aprofundamos na natureza da ciência física para revelar a forte relação conceitual entre matemática e física. Além disso, sugerimos que, tanto para o ensino prospectivo quanto para futuras pesquisas, um foco em explorar profundamente essa interdependência pode melhorar significativamente a compreensão da física. Para fornecer uma base adequada, desenvolvemos um novo modelo que pode ser usado para analisar diferentes níveis de raciocínio matemático dentro da física. É também uma diretriz para desviar a atenção das habilidades técnicas para as habilidades matemáticas estruturais enquanto leciona física. Demonstramos sua aplicabilidade para analisar processos de raciocínio físico-matemático com um exemplo.</p>	<p>1.Chair of Didactics of Physics Technische Universität Dresden Germany 2.School of Education University of São Paulo São Paulo Brazil</p>
------	---	---	--	---	--	---	---	---	--

2014	Framing the Structural Role of Mathematics in Physics Lectures: A Case Study on Electromagnetism	Karam, Ricardo	<p>Physics education research has shown that students tend to struggle when trying to use mathematics in a meaningful way in physics (e.g., mathematizing a physical situation or making sense of equations). Concerning the possible reasons for these difficulties, little attention has been paid to the way mathematics is treated in physics instruction. Starting from an overall distinction between a technical approach, which involves an instrumental (tool-like) use of mathematics, and a structural one, focused on reasoning about the physical world mathematically, the goal of this study is to characterize the development of the latter in didactic contexts. For this purpose, a case study was conducted on the electromagnetism course given by a distinguished physics professor. The analysis of selected teaching episodes with the software Videograph led to the identification of a set of categories that describe different strategies used by the professor to emphasize the structural role of mathematics in his lectures. As a consequence of this research, an analytic tool to enable future comparative studies between didactic approaches regarding the way mathematics is treated in physics teaching is provided.</p>		<p><i>Physical Review Special Topics - Physics Education Research</i>, v10n1p010119-23 Jan-Jun 2014</p> <p>Mathematics Instruction, Physics, Role, Case Studies, Science Instruction, Teaching Methods, Computer Software, College Faculty, Teacher Attitudes, Comparative Analysis, Lecture Method, Metacognition, Philosophy, Logical Thinking, Visual Aids, Figurative Language, Classification</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1036988</p>	<p>A pesquisa em educação física mostrou que os estudantes tendem a se esforçar ao tentar usar a matemática de maneira significativa na física (por exemplo, matematizando uma situação física ou fazendo sentido de equações). Quanto às possíveis razões para essas dificuldades, pouca atenção tem sido dada à forma como a matemática é tratada no ensino de física. Partindo de uma distinção geral entre uma abordagem técnica, que envolve um uso instrumental (tipo de ferramenta) da matemática, e um estrutural, focado no raciocínio sobre o mundo físico matematicamente, o objetivo deste estudo é caracterizar o desenvolvimento deste último. em contextos didáticos. Para tanto, realizou-se um estudo de caso sobre o curso de eletromagnetismo ministrado por um distinto professor de física. A análise de episódios de ensino selecionados com o software Videograph levou à identificação de um conjunto de categorias que descrevem diferentes estratégias utilizadas pelo professor para enfatizar o papel estrutural da matemática em suas palestras. Como consequência desta pesquisa, fornece-se uma ferramenta analítica para possibilitar futuros estudos comparativos entre abordagens didáticas sobre o modo como a matemática é tratada no ensino de física.</p>	<p>Faculty of Education, University of Hamburg, 20146 Hamburg, Germany</p>
------	--	----------------	--	--	--	--	---	--

2011	On the Role of Mathematics in Physics	Quale, Andrea S	<p>I examine the association between the observable physical world and the mathematical models of theoretical physics. These models will exhibit many entities that have no counterpart in the physical world, but which are still necessary for the mathematical description of physical systems. Moreover, when the model is applied to the analysis of a physical system, it will sometimes produce solutions that are "unphysical"--i.e. describe a physical system that simply cannot exist in the real world. It is argued that this poses a problem for the epistemic position of "realism" in physics: a mathematical theory that professes to give a correct description of physical reality should not contain such unrealistic objects. Some concrete examples are examined, and their implications for physics are discussed from a "relativist" epistemic perspective. I argue that the appearance of the unphysical entities and solutions also has significance for the teaching of physics. It is recommended that the students be exposed from the start to a "relativist ontology," as advocated by the theory of radical constructivism; here the unphysical objects do not pose an epistemic problem.</p>	Rational Number Physical World Irrational Number Epistemic Position Local Clock	<i>Science & Education</i> , v20 n3-4 p359-372 Mar 2011	Constructivism (Learning), Mathematical Models, Physics, Mathematics, Science Instruction, Theories, Teaching Methods	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ915456	<p>Eu examino a associação entre o mundo físico observável e os modelos matemáticos da física teórica. Esses modelos exibirão muitas entidades que não possuem contrapartida no mundo físico, mas que ainda são necessárias para a descrição matemática de sistemas físicos. Além disso, quando o modelo é aplicado à análise de um sistema físico, algumas vezes ele produz soluções "não-físicas" - isto é, descreve um sistema físico que simplesmente não pode existir no mundo real. Argumenta-se que isso coloca um problema para a posição epistêmica do "realismo" na física: uma teoria matemática que professa dar uma descrição correta da realidade física não deve conter tais objetos irreais. Alguns exemplos concretos são examinados e suas implicações para a física são discutidas a partir de um "relativista" perspectiva epistêmica. Argumento que a aparência das entidades e soluções não-físicas também tem significado para o ensino da física. Recomenda-se que os alunos sejam expostos desde o início a uma "ontologia relativista", como defendido pela teoria do construtivismo radical; aqui os objetos não físicos não representam um problema epistêmico.</p>	Department of Teacher Education University of Oslo Oslo Norway
------	---------------------------------------	-----------------	---	---	---	---	---	---	--

2008	Views about Physics Held by Physics Teachers with Differing Approaches to Teaching Physics	Mulhall, Pamela ; Gunstone, Richard	Physics teachers' approaches to teaching physics are generally considered to be linked to their views about physics. In this qualitative study, the views about physics held by a group of physics teachers whose teaching practice was traditional were explored and compared with the views held by physics teachers who used conceptual change approaches. A particular focus of the study was teachers' views about the role of mathematics in physics. The findings suggest the traditional teachers saw physics as discovered, close approximations of reality while the conceptual change teachers' views about physics ranged from a social constructivist perspective to more realist views. However, most teachers did not appear to have given much thought to the nature of physics or physics knowledge, nor to the role of mathematics in physics.	Physics teachers Views about physics Views about teaching physics Mathematics in physics	<i>Research in Science Education</i> , v38 n4 p43-462 Aug 2008	Physics, Teaching Methods, Teacher Attitudes, Science Instruction, Science Teachers, Mathematics, Scientific Principles, Scientific Attitudes	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ801182	As abordagens dos professores de física ao ensino da física são geralmente consideradas ligadas às suas visões sobre a física. Neste estudo qualitativo, os pontos de vista sobre a física mantidos por um grupo de professores de física cuja prática docente era tradicional foram explorados e comparados com as opiniões dos professores de física que usaram abordagens conceituais de mudança. Um foco particular do estudo foi a visão dos professores sobre o papel da matemática na física. As descobertas sugerem que os professores tradicionais viam a física como descoberta, aproximações aproximadas da realidade, enquanto a mudança conceitual das opiniões dos professores sobre a física variava de uma perspectiva social construtivista a visões mais realistas. No entanto, a maioria dos professores não parece ter pensado muito sobre a natureza do conhecimento de física ou física, nem sobre o papel da matemática na física.	Faculty of Education Monash University Clayton Australia
------	--	-------------------------------------	--	--	--	---	---	---	--

2011	On the Role of Mathematics in Physics: A Constructivist Epistemic Perspective	Quale, Andrea S	<p>The association between the observable physical world and the mathematical models used in theoretical physics to describe this world is examined. Such models will frequently exhibit solutions that are "unexpected," in the sense that they describe physical situations which are different from that which the physicist may initially have had in mind when the model is employed. It will then often be the case that such an unexpected solution actually represents a physically realisable situation. However, this solution may also, in some cases, describe a system that is "unphysical"--i.e. a system that, according to our physical intuition, simply cannot exist. It is argued that this latter fact poses a problem for the epistemic position of "realism" in physics: a mathematical theory that professes to give a correct description of physical reality should not give rise to such unrealistic solutions. Some concrete examples are examined, and their implications are discussed from the "relativist" epistemic perspective that is implicit in the theory of radical constructivism. It is suggested that the occurrence of these unphysical solutions also has significance for the teaching of physics. In conclusion, it is advocated that the students be exposed, from the start of their physics education (mainly in secondary school), to the "relativist ontology" that is advocated by radical constructivism; here the appearance of unphysical solutions does not pose an epistemic problem.</p>	Physical Theory Local Clock Relativist Ontology Radical Constructivism Copenhagen Interpretation	Science & Education, v20 n7-8 p60-624 Jul 2011	Constructivism (Learning), Mathematical Models, Physics, Epistemology, Scientific Principles, Scientific Concepts, Scientific Research, Science Instruction, Science Education, Secondary School Science, College Science, Teaching Methods, Theories	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ930014	<p>A associação entre o mundo físico observável e os modelos matemáticos usados na física teórica para descrever este mundo é examinada. Tais modelos freqüentemente apresentam soluções que são "inesperadas", no sentido de que descrevem situações físicas diferentes daquelas que o físico pode inicialmente ter em mente quando o modelo é empregado. Será então frequentemente o caso de uma solução tão inesperada representar, na realidade, uma situação fisicamente realizável. No entanto, esta solução também pode, em alguns casos, descrever um sistema que é "não-físico" - isto é, um sistema que, de acordo com a nossa intuição física, simplesmente não pode existir. Argumenta-se que este último fato coloca um problema para a posição epistêmica do "realismo" na física: Uma teoria matemática que professa dar uma descrição correta da realidade física não deveria dar origem a soluções tão irrealistas. Alguns exemplos concretos são examinados, e suas implicações são discutidas a partir da perspectiva epistêmica "relativista" que está implícita na teoria do construtivismo radical. Sugere-se que a ocorrência dessas soluções não físicas também tenha significância para o ensino de física. Em conclusão, preconiza-se que os alunos sejam expostos, desde o início de sua formação em física (principalmente no ensino médio), até a "ontologia relativista" defendida pelo construtivismo radical; aqui o aparecimento de soluções não físicas não representa um problema epistêmico.</p>	Department of Teacher Education University of OsloOsloNorway
------	---	-----------------	---	---	--	---	---	--	--

b-planilha 2: "The Mathematics in theaching Physics"

Ano	Título	Autor	Abstract	Keywords*	Journal	Descritores da Eric	Link da Eric	Tradução nossa	Instituição
2014	Shifting College Students' Epistemological Framing Using Hypothetical Debate Problems	Hu, Dehui; Rebello, N. Sanjay	Developing expertise in physics problem solving requires the ability to use mathematics effectively in physical scenarios. Novices and experts often perceive the use of mathematics in physics differently. Students' perceptions and how they frame the use of mathematics in physics play an important role in their physics problem solving. In this study, we examined students' epistemological framing about using mathematics in physics in two types of problems: a conventional problem and a hypothetical debate problem. We found that when solving a conventional physics problem, students tended to frame problem solving in physics as rote equation chasing, i.e., plugging quantities into a memorized physics equation. In hypothetical debate problems, students were more likely to be involved in quantitative or qualitative sense making. We conclude that hypothetical debate problems might be used as an instructional tool for engaging students in sense making while using mathematics in physics. Thus, it might be potentially useful for developing more expertlike problem solving expertise.		<i>Physical Review Special Topics - Physics Education Research</i> , v10n1p010117-11 Jan-Jun 2014	College Students, Epistemology, Mathematics, Physics, Science Instruction, Problem Solving, Debate, Teaching Methods, Interviews, Engineering Education, Hypothesis Testing, Equations (Mathematics), Statistical Analysis	https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1036972	Desenvolver expertise em resolução de problemas de física requer a capacidade de usar a matemática de forma eficaz em cenários físicos. Novatos e especialistas geralmente percebem o uso da matemática na física de maneira diferente. As percepções dos alunos e como eles estruturam o uso da matemática na física desempenham um papel importante na resolução de problemas de física. Neste estudo, examinamos o enquadramento epistemológico dos alunos sobre o uso da matemática na física em dois tipos de problemas: um problema convencional e um problema de debate hipotético. Descobrimos que, ao resolver um problema de física convencional, os alunos tendiam a estruturar a solução de problemas na física como a busca de equações mecânicas, isto é, ligar quantidades a uma equação de física memorizada. Em problemas hipotéticos de debate, os alunos eram mais propensos a envolver-se em fazer sentido quantitativo ou qualitativo. Concluímos que os problemas de debate hipotético podem ser usados como uma ferramenta instrucional para envolver os alunos na criação de sentido enquanto usam a matemática na física. Assim, pode ser potencialmente útil para o desenvolvimento de especialistas mais especializados em resolução de problemas.	

2015	Reality-Theoretical Models-Mathematics: A Ternary Perspective on Physics Lessons in Upper-Secondary School	Hansson, Lena; Hansson, Örjan; Juter, Kristina; Redfors, Andreas	<p>This article discusses the role of mathematics during physics lessons in upper-secondary school. Mathematics is an inherent part of theoretical models in physics and makes powerful predictions of natural phenomena possible. Ability to use both theoretical models and mathematics is central in physics. This paper takes as a starting point that the relations made during physics lessons between the three entities "Reality", "Theoretical models" and "Mathematics" are of the utmost importance. A framework has been developed to sustain analyses of the communication during physics lessons. The study described in this article has explored the role of mathematics for physics teaching and learning in upper-secondary school during different kinds of physics lessons (lectures, problem solving and labwork). Observations are from three physics classes (in total 7 lessons) led by one teacher. The developed analytical framework is described together with results from the analysis of the 7 lessons. The results show that there are some relations made by students and teacher between theoretical models and reality, but the bulk of the discussion in the classroom is concerning the relation between theoretical models and mathematics. The results reported on here indicate that this also holds true for all the investigated organizational forms lectures, problem solving in groups and labwork.</p>	Theoretical Model Physics Teaching Path Difference Classroom Communication Instructional Situation	Science & Education, v24 n5-6 p615-644 Jul 2015	Physics, Secondary School Students, Science Instruction, Observation, Problem Solving, Teaching Methods, Role, Mathematics, Models, Guidelines, Lecture Method, Correlation, Groups, Laboratories, Classroom Communication	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1063334	<p>Este artigo discute o papel da matemática durante as aulas de física no ensino médio. A matemática é uma parte inerente dos modelos teóricos da física e possibilita previsões poderosas dos fenômenos naturais. A capacidade de usar modelos teóricos e matemáticos é central na física. Este trabalho toma como ponto de partida que as relações feitas durante as aulas de física entre as três entidades "Realidade", "Modelos teóricos" e "Matemática" são de extrema importância. Uma estrutura foi desenvolvida para sustentar análises da comunicação durante as aulas de física. O estudo descrito neste artigo explorou o papel da matemática para o ensino e a aprendizagem da física no ensino médio durante diferentes tipos de aulas de física (palestras, resolução de problemas e trabalho de laboratório). As observações são de três classes de física (no total de 7 aulas) lideradas por um professor. O quadro analítico desenvolvido é descrito em conjunto com os resultados da análise das 7 lições. Os resultados mostram que existem relações entre alunos e professores entre modelos teóricos e realidade, mas a maior parte da discussão em sala de aula é sobre a relação entre modelos teóricos e matemática. Os resultados relatados aqui indicam que isso também se aplica a todas as palestras de formas organizacionais investigadas, resolução de problemas em grupos e trabalho de laboratório. Os resultados mostram que existem relações entre alunos e professores entre modelos teóricos e realidade, mas a maior parte da discussão em sala de aula é sobre a relação entre modelos teóricos e matemática. Os resultados relatados aqui indicam que isso também se aplica a todas as palestras de formas organizacionais investigadas, resolução de problemas em grupos e trabalho de laboratório. Os resultados mostram que existem</p>	Kristianstad University Kristianstad Sweden
------	--	--	--	--	---	--	---	---	---

								<p>relações entre alunos e professores entre modelos teóricos e realidade, mas a maior parte da discussão em sala de aula é sobre a relação entre modelos teóricos e matemática. Os resultados relatados aqui indicam que isso também se aplica a todas as palestras de formas organizacionais investigadas, resolução de problemas em grupos e trabalho de laboratório.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2017	Initial Characterization of Colombian High School Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Electric Fields	Melo-Niño, Lina Viviana; Cañada, Florentina; Mellado, Vicente	<p>We explore the initial characterization of the pedagogical content knowledge of four, in-service, Colombian pre-university secondary education physics teachers on the concept of electric field. Two of them teach the content in English as a second language. The aim of the study was to obtain an image of the participants' teaching of electric field and the inherent complexities that go with that. The results revealed that factors which involved their personal educational models, such as, how they interpret their school's curriculum, the relationship they see between physics and mathematics, the most effective strategies for teaching physics, and the time they have available to develop the topic played a significant role. The teachers considered it essential to establish new strategies that would motivate the pupils by helping them visualize the electric field.</p>	Pedagogical content knowledge Physics teaching and learning Science teachers' professional knowledge	<i>Research in Science Education</i> , v47 n1 p25-48 Feb 2017	Foreign Countries, Secondary School Teachers, Secondary School Science, High Schools, Science Teachers, Pedagogical Content Knowledge, Physics, Energy, Scientific Concepts, Language of Instruction, English (Second Language), Curriculum, Mathematics, Teaching Methods, Planning, Visualization	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1127156	<p>Nós exploramos a caracterização inicial do conhecimento de conteúdo pedagógico de quatro professores de física de ensino médio pré-universitários colombianos em serviço sobre o conceito de campo elétrico. Dois deles ensinam o conteúdo em inglês como segunda língua. O objetivo do estudo foi obter uma imagem do ensino dos participantes do campo elétrico e as complexidades inerentes que acompanham isso. Os resultados revelaram os fatores que envolviam seus modelos educacionais pessoais, como interpretar o currículo de sua escola, a relação entre física e matemática, as estratégias mais eficazes para ensinar física e o tempo disponível para desenvolver o tópico desempenharam um papel significativo. Os professores consideraram essencial estabelecer novas estratégias que motivassem os alunos, ajudando-os a visualizar o campo elétrico.</p>	Department of Science and Mathematics Education, Faculty of Education University of Extremadura Badajoz Spain
------	--	---	---	--	---	---	---	---	---

2017	Complex Variables throughout the Curriculum	D'Angelo, John P.	<p>We offer many specific detailed examples, several of which are new, that instructors can use (in lecture or as student projects) to revitalize the role of complex variables throughout the curriculum. We conclude with three primary recommendations: revise the syllabus of Calculus II to allow early introductions of complex numbers and linear algebra, include complex variables and some infinite-dimensional linear maps in linear algebra courses, and spice up complex variable courses by better connecting them with the mathematics used in engineering in physics.</p>	Complex analysis, linear algebra, undergraduate mathematics curriculum	<i>PRI MUS</i> , v27 n8-9 p778-791 2017	Mathematics Instruction, College Mathematics, Undergraduate Study, Calculus, Algebra, Physics, Engineering Education, Equations (Mathematics), Teaching Methods	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1163205	<p>Oferecemos muitos exemplos detalhados específicos, muitos dos quais são novos, que os instrutores podem usar (em palestras ou como projetos de estudantes) para revitalizar o papel de variáveis complexas em todo o currículo. Concluímos com três recomendações principais: revisar o plano de estudos do Cálculo II para permitir introduções precoces de números complexos e álgebra linear, incluir variáveis complexas e alguns mapas lineares infinitos em cursos de álgebra linear, e incrementar cursos de variáveis complexas conectando-os melhor com a matemática usada em engenharia em física.</p>	
------	--	-------------------	---	--	---	---	---	---	--

2016	Promoting the Understanding of Mathematics in Physics at Secondary Level	Thompson, Alaric	<p>This article explores some of the common mathematical difficulties that 11- to 16-year-old students experience with respect to their learning of physics. The definition of "understanding" expressed in the article is in the sense of transferability of mathematical skills from topic to topic within physics as well as between the separate sciences and mathematics. It is argued that students who are taught the reasoning behind the processes are less likely to compartmentalise their learning. Some strategies, particularly concerning the language of mathematics, are discussed.</p>		<p><i>School Science Review</i>, v97 n360 p43-48 Mar 2016</p>	<p>Mathematics Instruction, Mathematical Concepts, Mathematics Skills, Transfer of Training, Physics, Abstract Reasoning, Difficulty Level, Science Instruction, Teaching Methods, Vocabulary Development, Secondary School Students, Foreign Countries</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+i+n+theaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1120273</p>	<p>Este artigo explora algumas das dificuldades matemáticas comuns que estudantes de 11 a 16 anos experimentam em relação ao aprendizado de física. A definição de "compreensão" expressa no artigo é no sentido de transferibilidade de habilidades matemáticas de tópico para tópico dentro da física, bem como entre as ciências separadas e a matemática. Argumenta-se que os alunos que aprendem o raciocínio por trás dos processos têm menor probabilidade de compartimentar sua aprendizagem. Algumas estratégias, particularmente sobre a linguagem da matemática, são discutidas.</p>	
------	---	------------------	--	--	---	---	--	---	--

2014	<p>Framing the Structural Role of Mathematics in Physics Lectures: A Case Study on Electromagnetism</p>	Karam, Ricardo	<p>Physics education research has shown that students tend to struggle when trying to use mathematics in a meaningful way in physics (e.g., mathematizing a physical situation or making sense of equations). Concerning the possible reasons for these difficulties, little attention has been paid to the way mathematics is treated in physics instruction. Starting from an overall distinction between a technical approach, which involves an instrumental (tool-like) use of mathematics, and a structural one, focused on reasoning about the physical world mathematically, the goal of this study is to characterize the development of the latter in didactic contexts. For this purpose, a case study was conducted on the electromagnetism course given by a distinguished physics professor. The analysis of selected teaching episodes with the software Videograph led to the identification of a set of categories that describe different strategies used by the professor to emphasize the structural role of mathematics in his lectures. As a consequence of this research, an analytic tool to enable future comparative studies between didactic approaches regarding the way mathematics is treated in physics teaching is provided.</p>		<p><i>Physical Review Special Topics - Physics Education Research</i>, v10n1p010119-1-010119-23 Jan-Jun 2014</p>	<p>Mathematics Instruction, Physics, Role, Case Studies, Science Instruction, Teaching Methods, Computer Software, College Faculty, Teacher Attitudes, Comparative Analysis, Lecture Method, Metacognition, Philosophy, Logical Thinking, Visual Aids, Figurative Language, Classification</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1036988</p>	<p>A pesquisa em educação física mostrou que os estudantes tendem a se esforçar ao tentar usar a matemática de maneira significativa na física (por exemplo, matematizando uma situação física ou fazendo sentido de equações). Quanto às possíveis razões para essas dificuldades, pouca atenção tem sido dada à forma como a matemática é tratada no ensino de física. Partindo de uma distinção geral entre uma abordagem técnica, que envolve um uso instrumental (tipo de ferramenta) da matemática, e um estrutural, focado no raciocínio sobre o mundo físico matematicamente, o objetivo deste estudo é caracterizar o desenvolvimento deste último. em contextos didáticos. Para tanto, realizou-se um estudo de caso sobre o curso de eletromagnetismo ministrado por um distinto professor de física. A análise de episódios de ensino selecionados com o software Videograph levou à identificação de um conjunto de categorias que descrevem diferentes estratégias utilizadas pelo professor para enfatizar o papel estrutural da matemática em suas palestras. Como consequência desta pesquisa, fornece-se uma ferramenta analítica para possibilitar futuros estudos comparativos entre abordagens didáticas sobre o modo como a matemática é tratada no ensino de física.</p>	<p>Faculty of Education, University of Hamburg, 20146 Hamburg, Germany</p>
------	--	----------------	--	--	--	--	--	---	--

2010	A Virtual Circuits Lab	Vick, Matthew E.	<p>The University of Colorado's Physics Education Technology (PhET) website offers free, high-quality simulations of many physics experiments that can be used in the classroom. The Circuit Construction Kit, for example, allows students to safely and constructively play with circuit components while learning the mathematics behind many circuit problems. This article describes the author's experience using the Circuit Construction Kit with his 11th-through 12th-grade physics students. (Contains 1 online resource)</p>		<p>Science Teacher, v77 n5 p28-31 Jul 2010</p>	<p>Physics, Educational Technology, Electronics, Simulation, Science Instruction, Web Sites, Science Experiments, Secondary School Science, High Schools, Teaching Methods</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ888142</p>	<p>O site da Universidade de Tecnologia de Educação Física (Phet) da Universidade do Colorado oferece simulações gratuitas e de alta qualidade de muitos experimentos de física que podem ser usados em sala de aula. O kit de construção de circuitos, por exemplo, permite que os alunos brinquem de forma segura e construtiva com os componentes do circuito enquanto aprendem a matemática por trás de muitos problemas no circuito. Este artigo descreve a experiência do autor usando o Kit de Construção de Circuito com seus alunos de física do 11º ao 12º anos. (Contém 1 recurso online)</p>	
------	-------------------------------	------------------	--	--	--	--	--	--	--

2014	Boomwhackers and End-Pipe Corrections	Ruiz, Michael J.	End-pipe corrections seldom come to mind as a suitable topic for an introductory physics lab. Yet, the end-pipe correction formula can be verified in an engaging and inexpensive lab that requires only two supplies: plastic-tube toys called boomwhackers and a meter-stick. This article describes a lab activity in which students model data from plastic tubes to arrive at the end-correction formula for an open pipe. Students also learn the basic mathematics behind the musical scale, and come to appreciate the importance of end-pipe physics in the engineering design of toy musical tubes.		Physics Teacher, v52 n2 p73-75 Feb 2014	Introductory Courses, Physics, Laboratory Experiments, Science Activities, Scientific Concepts, Measurement Techniques, Science Equipment, Mathematical Formulas, Teaching Methods	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1032821	As correções finais raramente vêm à mente como um tópico adequado para um laboratório de física introdutório. No entanto, a fórmula de correção do tubo final pode ser verificada em um laboratório atraente e barato que requer apenas dois suprimentos: brinquedos de tubo plástico chamados boomwhackers e um medidor de vara. Este artigo descreve uma atividade de laboratório na qual os alunos modelam dados de tubos de plástico para chegar à fórmula de correção final de um tubo aberto. Os alunos também aprendem a matemática básica por trás da escala musical e passam a apreciar a importância da física de tubos terminais no projeto de engenharia de tubos de brinquedo musical.	
------	--	------------------	---	--	---	--	---	---	--

2008	Views about Physics Held by Physics Teachers with Differing Approaches to Teaching Physics	Mulhall, Pamela; Gunstone, Richard	<p>Physics teachers' approaches to teaching physics are generally considered to be linked to their views about physics. In this qualitative study, the views about physics held by a group of physics teachers whose teaching practice was traditional were explored and compared with the views held by physics teachers who used conceptual change approaches. A particular focus of the study was teachers' views about the role of mathematics in physics. The findings suggest the traditional teachers saw physics as discovered, close approximations of reality while the conceptual change teachers' views about physics ranged from a social constructivist perspective to more realist views. However, most teachers did not appear to have given much thought to the nature of physics or physics knowledge, nor to the role of mathematics in physics.</p>	Physics teachers Views about physics Views about teaching physics Mathematics in physics	<p><i>Research in Science Education</i>, v38 n4 p435-462 Aug 2008</p>	Physics, Teaching Methods, Teacher Attitudes, Science Instruction, Science Teachers, Mathematics, Scientific Principles, Scientific Attitudes	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ801182</p>	<p>As abordagens dos professores de física ao ensino da física são geralmente consideradas ligadas às suas visões sobre a física. Neste estudo qualitativo, os pontos de vista sobre a física mantidos por um grupo de professores de física cuja prática docente era tradicional foram explorados e comparados com as opiniões dos professores de física que usaram abordagens conceituais de mudança. Um foco particular do estudo foi a visão dos professores sobre o papel da matemática na física. As descobertas sugerem que os professores tradicionais viam a física como descoberta, aproximações aproximadas da realidade, enquanto a mudança conceitual das opiniões dos professores sobre a física variava de uma perspectiva social construtivista a visões mais realistas. No entanto, a maioria dos professores não parece ter pensado muito sobre a natureza do conhecimento de física ou física, nem sobre o papel da matemática na física.</p>	Faculty of Education Monash University Clayton Australia
------	--	------------------------------------	---	--	---	---	--	--	--

2018	Physics of Non-Newtonian Fluids and Interdisciplinary Relations (Biology and Criminology)	<u>Holubova, R.</u>	<p>The aim of the paper is the presentation of an interdisciplinary topic that allows applying content knowledge in physics, mathematics and biology in real life environment. Students use to play games and view crime scenes but in common they have little knowledge about the science used during crime scene investigation. In this paper the science background of blood spatter analysis is presented--the physics of non-Newtonian fluids, the biology of blood and mathematics--the measurement and calculation of the angle of impact, the relationship between height and spatter diameter. This topic was chosen according to the analysis of interviews with secondary and high school learners realized at four schools in Moravia, Czech Republic. The topic can be taught at secondary schools so as at a higher level at high schools. Hands-on activities are included. The teaching strategy supports group work. The appropriateness and reasonableness of the topic was checked in the real teaching process and the activities have had a positive feedback.</p>		<p><i>Physics Education</i>, v53 n2 Article 0250 02 Mar 2018</p>	<p>Science Instruction, Physics, Interdisciplinary Approach, Mathematics, Biology, Crime, Interviews, High School Students, Secondary School Students, Secondary School Science, Hands on Science, Teaching Methods, Program Effectiveness, Foreign Countries</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ1165768</p>	<p>O objetivo do artigo é a apresentação de um tema interdisciplinar que permite aplicar conhecimentos de conteúdo em física, matemática e biologia no ambiente da vida real. Os estudantes usam para jogar e ver cenas de crime, mas em comum têm pouco conhecimento sobre a ciência usada durante a investigação da cena do crime. Neste trabalho, é apresentado o histórico científico da análise de respingos de sangue - a física dos fluidos não-newtonianos, a biologia do sangue e da matemática - a medição e o cálculo do ângulo de impacto, a relação entre a altura e o diâmetro dos respingos. Este tópico foi escolhido de acordo com a análise de entrevistas com alunos do ensino médio e do ensino médio realizados em quatro escolas na Morávia, República Tcheca. O tópico pode ser ensinado nas escolas secundárias, assim como em um nível superior nas escolas secundárias. Atividades práticas estão incluídas. A estratégia de ensino apoia o trabalho em grupo. A adequação e razoabilidade do tópico foi verificada no processo de ensino real e as atividades tiveram um feedback positivo.</p>	
------	--	---------------------	---	--	--	---	--	--	--

2016	Usability Evaluation of an Augmented Reality System for Teaching Euclidean Vectors	Martin-Gonzalez, Anabel; Chi-Poot, Angel; Uc-Cetina, Victor	<p>Augmented reality (AR) is one of the emerging technologies that has demonstrated to be an efficient technological tool to enhance learning techniques. In this paper, we describe the development and evaluation of an AR system for teaching Euclidean vectors in physics and mathematics. The goal of this pedagogical tool is to facilitate user's understanding of physical concepts, such as magnitude, direction and orientation, together with basic vector-related operations like addition, subtraction and cross product. The result of the system usability scale showed our system's usability and learnability. The system merges a real-world scenario with virtual elements controlled with a practical body-interactive interface.</p>		<i>Innovations in Education and Teaching International</i> , v53 n6 p627-636 2016	Teaching Methods, Mathematics Instruction, Physics, Science Instruction, Mathematical Concepts, Scientific Concepts, Usability, Simulated Environment, Technology Uses in Education, Educational Technology, Undergraduate Students, College Faculty, Motion, Human Body, Foreign Countries	https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ114106	<p>A realidade aumentada (AR) é uma das tecnologias emergentes que demonstrou ser uma ferramenta tecnológica eficiente para melhorar as técnicas de aprendizagem. Neste artigo, descrevemos o desenvolvimento e avaliação de um sistema de RA para o ensino de vetores euclidianos em física e matemática. O objetivo desta ferramenta pedagógica é facilitar a compreensão do usuário de conceitos físicos, como magnitude, direção e orientação, juntamente com operações básicas relacionadas a vetores, como adição, subtração e produto cruzado. O resultado da escala de usabilidade do sistema mostrou a usabilidade e a capacidade de aprendizado do nosso sistema. O sistema mescla um cenário real com elementos virtuais controlados por uma interface prática interativa.</p>	
------	---	---	---	--	---	---	---	---	--

2012	<p>Disciplinary Authenticity: Enriching the Reforms of Introductory Physics Courses for Life-Science Students</p>	<p>Watkins, Jessica; Coffey, Janet E.; Redish, Edward F.; Cooke, Todd J.</p>	<p>Educators and policy makers have advocated for reform of undergraduate biology education, calling for greater integration of mathematics and physics in the biology curriculum. While these calls reflect the increasingly interdisciplinary nature of biology research, crossing disciplinary boundaries in the classroom carries epistemological challenges for both instructors and students. In this paper we expand on the construct of authenticity to better describe and understand disciplinary practices, in particular, to examine those used in undergraduate physics and biology courses. We then apply these ideas to examine an introductory biology course that incorporates physics and mathematics. We characterize how instructors asked students to use interdisciplinary tools in this biology course and contrast them with the typical uses of these tools in physics courses. Finally, we examine student responses to the use of mathematics and physics in this course, to better understand the challenges and consequences of using interdisciplinary tools in introductory courses. We link these results to the reform initiatives of introductory physics courses for life-science students. (Contains 2 figures, 1 table, and 6 footnotes)</p>		<p><i>Physical Review Special Topics - Physics Education Research</i>, v8 n1 p010112-1-010112-17 Jan-Jun 2012</p>	<p>Introductory Courses, Physics, Biology, Undergraduate Students, College Science, Science Instruction, Discipline, Mathematics, Interdisciplinary Approach, Teaching Methods, Curriculum</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ975372</p>	<p>Educadores e formuladores de políticas têm defendido a reforma do ensino de graduação em biologia, exigindo maior integração de matemática e física no currículo de biologia. Enquanto essas chamadas refletem a natureza cada vez mais interdisciplinar da pesquisa em biologia, cruzar fronteiras disciplinares na sala de aula traz desafios epistemológicos para instrutores e alunos. Neste artigo expandimos o construto de autenticidade para melhor descrever e compreender práticas disciplinares, em particular, para examinar aquelas utilizadas em cursos de graduação em física e biologia. Em seguida, aplicamos essas ideias para examinar um curso introdutório de biologia que incorpora física e matemática. Nós caracterizamos como os instrutores pediram aos alunos que usassem ferramentas interdisciplinares neste curso de biologia e os contrastassem com os usos típicos dessas ferramentas nos cursos de física. Finalmente, examinamos as respostas dos alunos ao uso de matemática e física neste curso, para entender melhor os desafios e as consequências do uso de ferramentas interdisciplinares em cursos introdutórios. Relacionamos esses resultados com as iniciativas de reforma de cursos introdutórios de física para estudantes de ciências da vida. (Contém 2 figuras, 1 tabela e 6 notas de rodapé)</p>	
------	--	--	---	--	---	--	--	--	--

2012	Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education	Uhdén, Olaf; Karam, Ricardo; Pietrocola, Mauricio; Pospiech, Gesche	<p>Many findings from research as well as reports from teachers describe students' problem solving strategies as manipulation of formulas by rote. The resulting dissatisfaction with quantitative physical textbook problems seems to influence the attitude towards the role of mathematics in physics education in general. Mathematics is often seen as a tool for calculation which hinders a conceptual understanding of physical principles. However, the role of mathematics cannot be reduced to this technical aspect. Hence, instead of putting mathematics away we delve into the nature of physical science to reveal the strong conceptual relationship between mathematics and physics. Moreover, we suggest that, for both prospective teaching and further research, a focus on deeply exploring such interdependency can significantly improve the understanding of physics. To provide a suitable basis, we develop a new model which can be used for analysing different levels of mathematical reasoning within physics. It is also a guideline for shifting the attention from technical to structural mathematical skills while teaching physics. We demonstrate its applicability for analysing physical-mathematical reasoning processes with an example.</p>	Technical Skill Physical Theory Modelling Cycle Mathematical Reasoning Mathematics Education Research	Science & Education, v21 n4 p485-506 Apr 2012	Physics, Mathematics Skills, Mathematical Logic, Mathematical Models, Teaching Methods, Problem Solving, Computational, Science Instruction, Interdisciplinary Approach, Guides	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ959105	<p>Muitas descobertas de pesquisas, bem como relatórios de professores, descrevem as estratégias de resolução de problemas dos alunos como manipulação de fórmulas por rotina. A insatisfação resultante com problemas quantitativos de livros didáticos físicos parece influenciar a atitude em relação ao papel da matemática na educação física em geral. A matemática é frequentemente vista como uma ferramenta de cálculo que impede uma compreensão conceitual dos princípios físicos. No entanto, o papel da matemática não pode ser reduzido a esse aspecto técnico. Assim, em vez de afastar a matemática, nos aprofundamos na natureza da ciência física para revelar a forte relação conceitual entre matemática e física. Além disso, sugerimos que, tanto para o ensino prospectivo quanto para futuras pesquisas, Um foco em explorar profundamente essa interdependência pode melhorar significativamente a compreensão da física. Para fornecer uma base adequada, desenvolvemos um novo modelo que pode ser usado para analisar diferentes níveis de raciocínio matemático dentro da física. É também uma diretriz para desviar a atenção das habilidades técnicas para as habilidades matemáticas estruturais enquanto leciona física. Demonstramos sua aplicabilidade para analisar processos de raciocínio físico-matemático com um exemplo.</p>	<p>1.Chair of Didactics of Physics Technische Universität Dresden Germany 2.School of Education University of São Paulo São Paulo Brazil</p>
------	---	---	--	---	---	---	---	---	--

2010	The Role of Sign in Students' Modeling of Scalar Equations	Hayes, Kate; Wittman, Michael C.	Helping students set up equations is one of the major goals of teaching a course in physics that contains elements of problem solving. Students must take the stories we present, interpret them, and turn them into physics; from there, they must turn that physical, idealized story into mathematics. How they do so and what problems lie along the way are a major source of difficulty for us as instructors. In this paper, we consider just one such difficulty, getting the plus and minus signs correct when setting a net force equal to mass times acceleration. Even in such simple equations, we find that students make common errors in how they connect the mathematics and the physics. Specifically, we have seen college physics students use physical and mathematical reasoning inconsistently when determining signs of terms in equations. The problem seems to lie in how a vector equation gets interpreted into a scalar equation (whose form depends on one's choice of coordinate system).		<i>Physics Teacher</i> , v48 n4 p246-249 Apr 2010	Physics, Equations (Mathematics), Models, Problem Solving, Educational Objectives, Scientific Concepts, Science Instruction, Science Education, College Science, College Students, Teaching Methods, Mathematical Concepts, Mathematics Skills	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+i+n+theaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ887939	Ajudar os alunos a estabelecer equações é um dos principais objetivos do ensino de um curso de física que contém elementos de solução de problemas. Os alunos devem levar as histórias que apresentamos, interpretá-las e transformá-las em física; a partir daí, eles devem transformar essa história física idealizada em matemática. Como eles fazem isso e quais problemas estão ao longo do caminho são uma grande fonte de dificuldade para nós, como instrutores. Neste artigo, consideramos apenas uma dessas dificuldades, obtendo os sinais de mais e menos correto ao definir uma força igual à massa vezes a aceleração. Mesmo em equações tão simples, descobrimos que os alunos cometem erros comuns em como eles conectam a matemática e a física. Especificamente, vimos estudantes de física da faculdade usarem o raciocínio físico e matemático inconsistentemente ao determinar sinais de termos em equações. O problema parece estar em como uma equação vetorial é interpretada em uma equação escalar (cuja forma depende da escolha do sistema de coordenadas).	
------	---	----------------------------------	--	--	---	--	---	---	--

2009	Interdisciplinary Mathematics-Physics Approaches to Teaching the Concept of Angle in Elementary School	Munier, Valerie; Merle, Helene	<p>The present study takes an interdisciplinary mathematics-physics approach to the acquisition of the concept of angle by children in Grades 3-5. This paper first presents the theoretical framework we developed, then we analyse the concept of angle and the difficulties pupils have with it. Finally, we report three experimental physics-based teaching sequences tested in three classrooms. We showed that at the end of each teaching sequence the pupils had a good grasp of the concept of angle, they had truly appropriated the physics knowledge at play, and many pupils are able to successfully grasp new physics situations in which the angle plays a highly meaningful role. Using a physics framework to introduce angles in problem situations is then pertinent: by interrelating different spaces, pupils were able to acquire skills in the domains of mathematics, physics, and modelling. In conclusion, we discuss the respective merits of each problem situation proposed. (Contains 22 figures and 6 tables)</p>		<i>International Journal of Science Education</i> , v31 n14 p185-1895 Sep 2009	Physics, Grade 3, Teaching Methods, Interdisciplinary Approach, Mathematical Concepts, Mathematics Instruction, Elementary School Mathematics, Grade 4, Grade 5, Concept Formation, Foreign Countries, Learning Theories	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ866506	<p>O presente estudo adota uma abordagem interdisciplinar matemática-física para a aquisição do conceito de ângulo por crianças nas séries 3-5. Este artigo apresenta primeiramente o arcabouço teórico que desenvolvemos, depois analisamos o conceito de ângulo e as dificuldades que os alunos têm com ele. Finalmente, relatamos três sequências de ensino baseadas em física experimentais testadas em três salas de aula. Nós mostramos que no final de cada sequência de ensino os alunos tinham uma boa compreensão do conceito de ângulo, eles realmente se apropriaram do conhecimento de física em jogo, e muitos alunos são capazes de compreender com sucesso novas situações físicas nas quais o ângulo é altamente papel significativo. Usar uma estrutura física para introduzir ângulos em situações problemáticas é pertinente: inter-relacionando diferentes espaços, os alunos foram capazes de adquirir habilidades nos domínios da matemática, física e modelagem. Em conclusão, discutimos os respectivos méritos de cada situação problemática proposta. (Contém 22 figuras e 6 tabelas)</p>	
------	---	--------------------------------	--	--	--	--	---	--	--

2014	The Trouble with Trig	Galle, Gillian; Meredith, Dawn	<p>A few years ago we began to revamp our introductory physics course for life science students. We knew that this cohort would be less prepared and less adventurous mathematically than engineering, physical science, or mathematics majors. Moreover, from our own experience and the mathematics education literature, we knew that trigonometry would be particularly challenging. Based on these circumstances, we decided to systematically probe the following questions: What is the range of students' initial knowledge with respect to trigonometry? Is reviewing trigonometric concepts valuable and/or necessary? Can students see the trigonometric equations describing oscillations as conveying an idea, in addition to being a tool to get "the answer"?</p>		<p><i>Physics Teacher</i>, v52 n2 p112-114 Feb 2014</p>	<p>Introductory Courses, Physics, Trigonometry, Scientific Concepts, Prior Learning, Equations (Mathematics), Teaching Methods</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+theaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ1032840</p>	<p>Há alguns anos, começamos a reformular nosso curso introdutório de física para estudantes de ciências da vida. Sabíamos que essa coorte seria menos preparada e menos aventureira matematicamente do que engenheiros, ciências físicas ou matemáticas. Além disso, a partir de nossa própria experiência e da literatura de educação matemática, sabíamos que a trigonometria seria particularmente desafiadora. Com base nessas circunstâncias, decidimos sistematicamente investigar as seguintes questões: Qual é o alcance do conhecimento inicial dos alunos em relação à trigonometria? A revisão de conceitos trigonométricos é valiosa e / ou necessária? Os alunos podem ver as equações trigonométricas descrevendo oscilações como transmitindo uma ideia, além de serem uma ferramenta para obter "a resposta"?</p>	
------	------------------------------	--------------------------------	--	--	---	--	--	--	--

2015	Using "Flatland 2: Sphereland" to Help Teach Motion and Multiple Dimensions	Caplan, Seth; Johnson, Dano; Vondracek, Mark	<p>The 1884 book "Flatland: A Romance of Many Dimensions," written by Edwin Abbott, has captured the interest of numerous generations, and has also been used in schools to help students learn and think about the concept of dimension in a creative, fun way. In 2007, a film was released called "Flatland: The Movie," and over one million students have watched it worldwide, primarily in mathematics classes. Since then, a sequel to the "Flatland" movie was released in 2012, entitled "Flatland 2: Sphereland." A primary goal of this sequel is to expand the use of the movie beyond mathematics classes and into physics classes because a central premise to "Sphereland" is the notion of warped space. This latest movie provides an engaging and interesting visual way for students to think about both dimension and motion through warped space. In addition, basic motion concepts such as speed and acceleration can be studied by students in introductory physics classes, for instance, by using frame-by-frame analysis of various scenes in the movie.</p>		<i>Physics Teacher</i> , v53 n1 p17-19 Jan 2015	Motion, Science Instruction, Physics, Teaching Methods, Instructional Films, Critical Viewing, Scientific Concepts, Concept Teaching, Spatial Ability	https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ1049057	<p>O livro de 1884 "Flatland: Um Romance de Muitas Dimensões", escrito por Edwin Abbott, conquistou o interesse de várias gerações e também tem sido usado nas escolas para ajudar os alunos a aprender e pensar sobre o conceito de dimensão de maneira criativa e divertida. . Em 2007, foi lançado um filme chamado "Flatland: The Movie", e mais de um milhão de estudantes o assistiram em todo o mundo, principalmente em aulas de matemática. Desde então, uma sequência do filme "Flatland" foi lançada em 2012, intitulada "Flatland 2: Sphereland". Um objetivo primário desta seqüência é expandir o uso do filme para além das aulas de matemática e em aulas de física, porque uma premissa central para "Sphereland" é a noção de espaço distorcido. Este último filme fornece uma maneira visual atraente e interessante para os alunos pensarem sobre dimensão e movimento através do espaço distorcido. Além disso, conceitos básicos de movimento, como velocidade e aceleração, podem ser estudados pelos alunos em aulas de física introdutória, por exemplo, usando a análise quadro a quadro de várias cenas do filme.</p>	
------	--	--	--	--	---	---	---	--	--

2011	On the Role of Mathematics in Physics	Quale, Andreas	I examine the association between the observable physical world and the mathematical models of theoretical physics. These models will exhibit many entities that have no counterpart in the physical world, but which are still necessary for the mathematical description of physical systems. Moreover, when the model is applied to the analysis of a physical system, it will sometimes produce solutions that are "unphysical"--i.e. describe a physical system that simply cannot exist in the real world. It is argued that this poses a problem for the epistemic position of "realism" in physics: a mathematical theory that professes to give a correct description of physical reality should not contain such unrealistic objects. Some concrete examples are examined, and their implications for physics are discussed from a "relativist" epistemic perspective. I argue that the appearance of the unphysical entities and solutions also has significance for the teaching of physics. It is recommended that the students be exposed from the start to a "relativist ontology," as advocated by the theory of radical constructivism; here the unphysical objects do not pose an epistemic problem.	Rational Number Physical World Irrational Number Epistemic Position Local Clock	Science & Education, v20 n3-4 p359-372 Mar 2011	Constructivism (Learning), Mathematical Models, Physics, Mathematics, Science Instruction, Theories, Teaching Methods	https://eric.ed.gov/?q=%22the+mathematics%22+in+%22teaching+physics%22&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&id=EJ915456	Eu examino a associação entre o mundo físico observável e os modelos matemáticos da física teórica. Esses modelos exibirão muitas entidades que não possuem contrapartida no mundo físico, mas que ainda são necessárias para a descrição matemática de sistemas físicos. Além disso, quando o modelo é aplicado à análise de um sistema físico, algumas vezes ele produz soluções "não-físicas" - isto é, descreve um sistema físico que simplesmente não pode existir no mundo real. Argumenta-se que isso coloca um problema para a posição epistêmica do "realismo" na física: uma teoria matemática que professa dar uma descrição correta da realidade física não deve conter tais objetos irreais. Alguns exemplos concretos são examinados e suas implicações para a física são discutidas a partir de um "relativista" perspectiva epistêmica. Argumento que a aparência das entidades e soluções não-físicas também tem significado para o ensino da física. Recomenda-se que os alunos sejam expostos desde o início a uma "ontologia relativista", como defendido pela teoria do construtivismo radical; aqui os objetos não físicos não representam um problema epistêmico.	Department of Teacher Education University of Oslo Oslo Norway
------	---------------------------------------	----------------	--	---	---	---	---	--	--

2011	Corner Reflector Mathematics	Popelka, Susan R.	<p>Tiny prisms in reflective road signs and safety vests have interesting geometrical properties that can be discussed at any level of high school mathematics. At the beginning of the school year, the author teaches a unit on these reflective materials in her precalculus class so that students can review and strengthen their geometry and trigonometry skills using a practical application. The unit is challenging and allows students to collaborate on problem solving and to investigate the mathematics used by optical engineers. This article summarizes five lessons, taught one day at a time, and demonstrates the progression of students' knowledge about the mathematics and the physics that underlie the design of reflective materials. (Contains 14 figures)</p>		<p><i>Mathematics Teacher</i>, v105 n2 p112-119 Sep 2011</p>	<p>Safety, Geometry, Calculus, Mathematics Instruction, Geometric Concepts, Trigonometry, Mathematics Skills, Problem Solving, Cooperative Learning, Teaching Methods, Physics, Secondary School Mathematics, High Schools</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&i d=EJ943366</p>	<p>Pequenos prismas em sinais de trânsito e coletes de segurança têm interessantes propriedades geométricas que podem ser discutidas em qualquer nível da matemática do ensino médio. No início do ano letivo, a autora ensina uma unidade sobre esses materiais reflexivos em sua classe de pré-cálculo para que os alunos possam revisar e fortalecer suas habilidades de geometria e trigonometria usando uma aplicação prática. A unidade é desafiadora e permite que os alunos colaborem na solução de problemas e investiguem a matemática usada pelos engenheiros ópticos. Este artigo resume cinco lições, ensinadas um dia de cada vez, e demonstra a progressão do conhecimento dos alunos sobre a matemática e a física subjacentes ao design de materiais refletivos. (Contém 14 figuras)</p>	
------	------------------------------	-------------------	--	--	--	--	--	---	--

2007	The Particle/Wave-in-a-Box Model in Dutch Secondary Schools	Hoekzema, Dick; van den Berg, Ed; Schooten, Gert; van Dijk, Leo	The combination of mathematical and conceptual difficulties makes teaching quantum physics at secondary schools a precarious undertaking. With many of the conceptual difficulties being unavoidable, simplifying the mathematics becomes top priority. The particle/wave-in-a-box provides a teaching model which includes many aspects of serious quantum physics, while avoiding most of the mathematics. In a Dutch quantum physics project for secondary schools, this model was adopted to play a key role. Much to our surprise, we ran into many more applications than we originally expected. In many instances the model yields order of magnitude estimates, for instance of atomic and nuclear size, or qualitative insights, for instance about energy levels, molecular bonding and electron pressure. Moreover, either directly or with minor modifications, the particle-in-a-box model provides reasonable approximations of a range of phenomena, including the absorption spectra of organic pigments, the mass of the proton and the spectra of quantum dots.		<i>Physics Education</i> , v42 n4 p391-398 Jul 2007	Foreign Countries, Teaching Models, Physics, Secondary Education, Quantum Mechanics, Science Instruction, Mathematics, Teaching Methods, Scientific Concepts	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&iid=EJ771615	A combinação de dificuldades matemáticas e conceituais faz com que o ensino da física quântica nas escolas secundárias seja um empreendimento precário. Como muitas das dificuldades conceituais são inevitáveis, simplificar a matemática torna-se prioridade máxima. A partícula / wave-in-a-box fornece um modelo de ensino que inclui muitos aspectos da física quântica, evitando a maior parte da matemática. Em um projeto holandês de física quântica para escolas secundárias, esse modelo foi adotado para desempenhar um papel fundamental. Para nossa surpresa, encontramos muitas mais aplicações do que esperávamos originalmente. Em muitos casos, o modelo produz estimativas de ordem de magnitude, por exemplo, de tamanho atômico e nuclear, ou insights qualitativos, por exemplo, sobre níveis de energia, ligação molecular e pressão de elétrons. Além disso, seja diretamente ou com pequenas modificações, o modelo de partícula em caixa fornece aproximações razoáveis de uma série de fenômenos, incluindo o espectro de absorção de pigmentos orgânicos, a massa do próton e o espectro de pontos quânticos.	
------	--	---	--	--	---	--	---	---	--

2008	<p>Comparison of Curricular Breadth, Depth, and Recurrence and Physics Achievement of TIMSS Population 3 Countries</p>	Murdock, John	<p>This study is a secondary analysis of data from the 1995 administration of the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). The purpose is to compare the breadth, depth, and recurrence of the typical physics curriculum in the United States with the typical curricula in different countries and to determine whether there are associations between these three curricular constructs and physics achievement. The first data analysis consisted of descriptive statistics (means, standard deviations, and standardized scores) for each of the three curricular variables. This analysis was used to compare the curricular profile in physics of the United States with the profiles of the other countries in the sample. The second data analysis consisted of correlations relating the three curricular variables with achievement. The results show that the U.S. curriculum has low breadth, low depth, and high recurrence. The U.S. curricular profile was also unique when compared with the profiles of the other countries in the sample. The only statistically significant correlation is between achievement and depth. Depth of curriculum is the only curricular variable that is closely related to physics achievement, so the U.S. physics curriculum should add depth. It is also possible that the entire U.S. profile needs to be changed. Further study is needed in this area including more research that is empirical, studies that cover the entire curriculum rather than just single courses or disciplines,</p>		<p><i>International Journal of Science Education</i>, v30 n9 p113-115 Jul 2008</p>	<p>Student Attitudes, Physics, Teaching Methods, Data Analysis, Comparative Analysis, Curriculum Research, Academic Achievement, Grade 4, Grade 8, Grade 12, Science Instruction, Mathematics Instruction</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr= on&ff1=dtySince_2000&ff 2=subPhysics&ff3=pubJo urnal+Articles&ff4=subTe aching+Methods&pg=2&i d=EJ799500</p>	<p>Este estudo é uma análise secundária de dados da administração de 1995 do Terceiro Estudo Internacional de Matemática e Ciências (TIMSS). O objetivo é comparar a abrangência, a profundidade e a recorrência do currículo típico de física nos Estados Unidos com os currículos típicos em diferentes países e determinar se existem associações entre esses três construtos curriculares e o aproveitamento da física. A primeira análise dos dados consistiu em estatísticas descritivas (médias, desvios-padrão e escores padronizados) para cada uma das três variáveis curriculares. Esta análise foi usada para comparar o perfil curricular em física dos Estados Unidos com os perfis dos outros países da amostra. A segunda análise dos dados consistiu em correlações relacionando as três variáveis curriculares com a realização. Os resultados mostram que a U. O currículo S. tem baixa amplitude, baixa profundidade e alta recorrência. O perfil curricular dos EUA também foi único quando comparado com os perfis dos outros países da amostra. A única correlação estatisticamente significativa é entre realização e profundidade. A profundidade do currículo é a única variável curricular que está intimamente relacionada com o aproveitamento da física, portanto, o currículo de física dos EUA deve adicionar profundidade. Também é possível que todo o perfil dos EUA precise ser alterado. Mais estudos são necessários nesta área, incluindo mais pesquisas que são empíricas, estudos que cobrem todo o currículo, em vez de apenas cursos ou disciplinas, e estudos comparando currículos dentro dos Estados Unidos. (Contém 3 tabelas)</p>	
------	---	---------------	---	--	--	---	--	---	--

			and studies comparing curricula within the United States. (Contains 3 tables)							
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

2012	<p>Prospective Elementary Teachers' Perceptions of the Processes of Modeling: A Case Study</p>	<p>Fazio, Claudio; Di Paola, Benedetta; Guastella, Ivan</p>	<p>In this paper we discuss a study on the approaches to modeling of students of the 4-year elementary school teacher program at the University of Palermo, Italy. The answers to a specially designed questionnaire are analyzed on the basis of an "a priori" analysis made using a general scheme of reference on the epistemology of mathematics and physics. The study is performed by using quantitative data analysis methods, i.e. factorial analysis of the correspondences and implicative analysis. A qualitative analysis of key words and terms used by students during interviews is also used to examine some aspects that emerged from the quantitative analysis. The students have been classified on the basis of their different epistemological approaches to knowledge construction, and implications between different conceptual strategies used to answer the questionnaire have been highlighted. The study's conclusions are consistent with previous research, but the use of quantitative data analysis allowed us to classify the students into three "profiles" related to different epistemological approaches to knowledge construction, and to show the implications of the different conceptual strategies used to answer the questionnaire, giving an estimation of the classification or implication "strength." Some hints on how a course for elementary school physics and mathematics education can be planned to orient the future teachers to the construction of models of explanation</p>		<p><i>Physical Review Special Topics - Physics Education Research</i>, v8 n1 p010110-1-010110-18 Jan-Jun 2012</p>	<p>Mathematics Education, Teacher Education, Physics, Questionnaires, Foreign Countries, Data Analysis, Epistemology, Teaching Methods, Elementary School Teachers, Evaluation Methods, Constructivism (Learning), Models</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ975370</p>	<p>Neste artigo, discutimos um estudo sobre as abordagens de modelagem de estudantes do programa de 4 anos do ensino fundamental na Universidade de Palermo, na Itália. As respostas a um questionário especialmente projetado são analisadas com base em uma análise "a priori" feita usando um esquema geral de referência sobre a epistemologia da matemática e da física. O estudo é realizado utilizando métodos quantitativos de análise de dados, ou seja, análise fatorial das correspondências e análise implícita. Uma análise qualitativa das palavras-chave e termos usados pelos alunos durante as entrevistas também é usada para examinar alguns aspectos que emergiram da análise quantitativa. Os alunos foram classificados com base em suas diferentes abordagens epistemológicas para a construção do conhecimento, e as implicações entre as diferentes estratégias conceituais usadas para responder ao questionário foram destacadas. As conclusões do estudo são consistentes com pesquisas anteriores, mas o uso de análise quantitativa de dados permitiu classificar os alunos em três "perfis" relacionados a diferentes abordagens epistemológicas para a construção do conhecimento e mostrar as implicações das diferentes estratégias conceituais usadas para responder questionário, dando uma estimativa da classificação ou implicação "força". Algumas dicas sobre como um curso de educação física e matemática no ensino fundamental pode ser planejado para orientar os futuros professores para a construção de modelos de explicação são relatados. (Contém 2 figuras, 3 tabelas e 8 notas de rodapé.)</p>
------	---	---	---	--	---	---	--	---

			are reported. (Contains 2 figures, 3 tables, and 8 footnotes)							
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

2011	Whither Does the Sun Rove?	Gangui, Alejandro	<p>If one asked some friends where on the horizon they should expect to see the sunrise, half of the answers would be in the east. Of course, something analogous would happen with the sunset and the west. However, sunrise and sunset virtually never occur at these cardinal points. In fact, those answers correctly describe observations only during the equinoxes, when either autumn or spring begin. Once we recall this, the next natural question to ask ourselves is: how far from the east (or from the west) the rising (or setting) Sun is located for a given latitude of the observer and for a given day of the year. In this paper we supply some simple tools to easily visualize the angular (southward or northward) departure of the rising and setting Sun on the horizon from the east-west direction in a pictorial way, without the need of mathematics. These tools have proven a valuable resource in teaching introductory physics and astronomy courses.</p>		<i>Physics Teacher</i> , v49, n2, pp91-93, Feb 2011	Physics, Astronomy, Science Instruction, Scientific Principles, Introductory Courses, College Science, Scientific Concepts, Teaching Methods	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+i+n+theaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ913090	<p>Se alguém perguntasse a alguns amigos onde no horizonte eles deveriam esperar ver o nascer do sol, metade das respostas estaria no leste. Claro, algo análogo aconteceria com o pôr do sol e o oeste. No entanto, o nascer e o pôr do sol praticamente nunca ocorrem nesses pontos cardeais. Na verdade, essas respostas descrevem corretamente observações apenas durante os equinócios, quando o outono ou a primavera começam. Uma vez que nos lembramos disso, a próxima pergunta natural a ser feita é: a que distância do leste (ou do oeste) o Sol nascente (ou poente) está localizado para uma determinada latitude do observador e para um determinado dia do ano. Neste artigo fornecemos algumas ferramentas simples para visualizar facilmente a partida angular (sentido sul ou norte) do Sol nascente e poente no horizonte a partir da direção leste-oeste de uma maneira pictórica, sem a necessidade de matemática. Essas ferramentas provaram ser um recurso valioso no ensino de física introdutória e cursos de astronomia.</p>	
------	-----------------------------------	-------------------	--	--	---	--	---	---	--

2008	<p>Easy Implementation of Internet-Based Whiteboard Physics Tutorials</p>	Robinson, Andrew	<p>The requirement for a method of capturing problem solving on a whiteboard for later replay stems from my teaching load, which includes two classes of first-year university general physics, each with relatively large class sizes of approximately 80-100 students. Most university-level teachers value one-to-one interaction with the students and find working out problems on a board a useful teaching method. However, in most institutions of higher education, the staff-to-student ratio precludes giving every student this learning experience. The syllabus of the algebra-based physics course at the University of Saskatchewan (Physics 111) is relatively ambitious in terms of the content covered, given the physics and mathematics background knowledge of the average student. This means that the number of problems worked on in class is rather limited if a thorough discussion of the basic principles is required. Some form of tutorial that records the essence of working out a problem on a board, with both visual and audio elements and which can be replayed over the Internet, is desirable. Obviously, this loses the interactive question-and-answer element possible in a true tutorial where the student and teacher are both physically present, but it does have the significant advantage that the tutorial can be replayed as many times as the student deems it necessary, thus allowing the lesson to proceed at a pace dictated by the student. Moreover, these lessons only have to be prepared once, can be used many times over,</p>	<p><i>Physics Teacher</i>, v46 n8 p456-459 Nov 2008</p>	<p>Computer Software, Computers, Computer Assisted Instruction, Physics, Foreign Countries, Learning Experience, Internet, Teaching Methods, Problem Solving, College Science, Algebra</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ860290</p>	<p>A exigência de um método de captura de resolução de problemas em um quadro branco para posterior reprodução decorre da minha carga de ensino, que inclui duas classes de física geral universitária do primeiro ano, cada uma com turmas relativamente grandes de aproximadamente 80-100 alunos. A maioria dos professores de nível universitário valoriza a interação um-para-um com os alunos e descobre como resolver problemas em um quadro é um método de ensino útil. No entanto, na maioria das instituições de ensino superior, a proporção pessoal / aluno impede que se dê a cada aluno essa experiência de aprendizado. O programa do curso de física de álgebra da Universidade de Saskatchewan (Física 111) é relativamente ambicioso em termos de conteúdo, dado o conhecimento de física e matemática do aluno médio. Isso significa que o número de problemas trabalhados em sala de aula é bastante limitado se for necessária uma discussão completa dos princípios básicos. Alguma forma de tutorial que registre a essência de resolver um problema em uma placa, com elementos visuais e de áudio e que possa ser reproduzida pela Internet, é desejável. Obviamente, isso perde o elemento interativo de pergunta e resposta possível em um verdadeiro tutorial onde o aluno e o professor estão fisicamente presentes, mas tem a vantagem significativa de que o tutorial pode ser repetido quantas vezes o aluno julgar necessário, permitindo assim que a aula prossiga em um ritmo ditado pelo aluno. Além disso, essas lições só precisam ser preparadas uma vez, podem ser usadas muitas vezes e podem ser usadas em cursos de ensino à distância. Neste artigo, descrevo o hardware e o software necessários para fazer isso, o que é relativamente acessível e requer pouco conhecimento de TI especializado para configurar.</p>	
------	--	------------------	--	---	--	--	--	--

			and can be used in distance-learning courses. In this paper, I describe the necessary hardware and software required to do this, all of which is relatively affordable and requires little specialist IT knowledge to set up.							
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

2011	Teaching Harmonic Motion in Trigonometry: Inductive Inquiry Supported by Physics Simulations	Sokolowski, Andrzej; Rackley, Robin	<p>In this article, the authors present a lesson whose goal is to utilise a scientific environment to immerse a trigonometry student in the process of mathematical modelling. The scientific environment utilised during this activity is a physics simulation called "Wave on a String" created by the PhET Interactive Simulations Project at Colorado University at Boulder and available free on the Internet. The outline of the activity, situated in inductive inquiry, is written in a format that is adaptable to various classroom settings; students can work independently in front of a computer or in groups. If a computer lab is not available, the simulation can be projected on a screen in a regular math classroom. In all of these settings, the teacher takes the role of a facilitator. Although, the lesson was developed following trigonometry curriculum in the US, its cognitive learning objectives fit well into the scope of the proposed Australian mathematics curriculum that also emphasises the development of the skills of mathematical modelling, data collection, and analysis. The activity, presenting applications of periodic functions in a non-geometric setting, can be conducted in Australian Upper Secondary or Lower Tertiary Trigonometry courses. With some extensions, including dumped oscillation, its content will fit into Queensland Mathematics C syllabus, in particular the section of Advanced Periodic and Exponential Functions. (Contains 4 figures)</p>		<i>Australian Senior Mathematics Journal</i> , v25 n1 p45-53 2011	Mathematics Curriculum, Mathematical Models, Physics, Trigonometry, Motion, Teaching Methods, Inquiry, Mathematics Instruction, Simulation, Educational Technology, Computer Uses in Education, Foreign Countries, Secondary School Mathematics, College Mathematics	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ936614	<p>Neste artigo, os autores apresentam uma lição cujo objetivo é utilizar um ambiente científico para imergir um estudante de trigonometria no processo de modelagem matemática. O ambiente científico utilizado durante esta atividade é uma simulação de física chamada "Wave on a String" criada pelo PhET Interactive Simulations Project na Universidade de Colorado em Boulder e disponível gratuitamente na Internet. O esboço da atividade, situado na indução indutiva, é escrito em um formato que é adaptável a vários ambientes de sala de aula; os alunos podem trabalhar de forma independente na frente de um computador ou em grupos. Se um laboratório de informática não estiver disponível, a simulação pode ser projetada em uma tela em uma sala de aula regular de matemática. Em todos esses ambientes, o professor assume o papel de facilitador. Apesar, a lição foi desenvolvida seguindo o currículo de trigonometria nos EUA, seus objetivos de aprendizagem cognitiva se encaixam bem no escopo do currículo de matemática australiano proposto que também enfatiza o desenvolvimento das habilidades de modelagem matemática, coleta de dados e análise. A atividade, apresentando aplicações de funções periódicas em um ambiente não geométrico, pode ser conduzida em cursos de Trigonometria Superior Secundária ou Terciária Terciária da Austrália. Com algumas extensões, incluindo oscilações despejadas, seu conteúdo se encaixará no programa Queensland Mathematics C, em particular a seção de Funções Avançadas Periódicas e Exponenciais. (Contém 4 figuras)</p>	
------	---	-------------------------------------	--	--	---	--	---	--	--

2010	Exploring the Mathematics of Bouncing Balls	Vinogradova, Natalya; Blaine, Larry G.	<p>A common textbook problem asks students to calculate the total distance traveled by a bouncing ball, from its initial release until it comes to rest, under the assumption that the height of each bounce is some fixed proportion "r" of the height of the previous bounce. The solution is found by inserting information about "r" and the height from which the ball was dropped into a formula for an infinite geometric sum. In this article, the authors discuss some variations on this general idea, involving measurements of times--rather than heights--for various combinations of bounces. They present an activity that allows students to explore geometric sums and quadratic equations and analyze experimental data using simple equipment--stopwatches, tape measures, and golf balls. The activity can be carried out in any classroom and can be used to illuminate different mathematical topics, such as statistical analysis of data, geometric sequences in general, and the sum of decreasing geometric sequences in particular. Students see mathematics as a useful tool for creating and analyzing models that describe real processes. (Contains 3 tables)</p>		<i>Mathematics Teacher</i> , v104 n3 p192-198 Oct 2010	<p>Statistical Analysis, Geometric Concepts, Motion, Physics, Mathematical Concepts, Mathematics Instruction, Computational (Mathematics), Learning Activities, Measurement Techniques, Teaching Methods</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+i+n+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ902125</p>	<p>Um problema comum nos livros didáticos pede aos alunos que calculem a distância total percorrida por uma bola saltitante, desde a sua liberação inicial até o repouso, sob a suposição de que a altura de cada salto é uma proporção fixa "r" da altura do salto anterior. . A solução é encontrada inserindo informações sobre "r" e a altura da qual a bola foi lançada em uma fórmula para uma soma geométrica infinita. Neste artigo, os autores discutem algumas variações desta ideia geral, envolvendo medidas de tempos - em vez de alturas - para várias combinações de saltos. Eles apresentam uma atividade que permite aos estudantes explorar somas geométricas e equações quadráticas e analisar dados experimentais usando equipamentos simples - cronômetros, fitas métricas e bolas de golfe. A atividade pode ser realizada em qualquer sala de aula e pode ser usada para iluminar diferentes tópicos matemáticos, como a análise estatística de dados, sequências geométricas em geral e a soma de sequências geométricas decrescentes em particular. Os alunos vêem a matemática como uma ferramenta útil para criar e analisar modelos que descrevam processos reais. (Contém 3 tabelas)</p>	
------	--	--	--	--	--	--	--	---	--

2016	A Historical Study to Understand Students' Current Difficulties about RMS Values	Khantine-Langlois, Françoise; Munier, Valérie	<p>Several studies show that students experience more and more difficulties managing the measurements of electrical values in alternating current and that they have trouble making links between theory and practice. They find it difficult to give meaning to root mean square (RMS; or effective) values, which are not understood as average values and are confused with instantaneous values. This shows that students do not clearly differentiate variable and direct currents. In this paper we try, with a historical study and a study of teaching the concept of RMS values, to understand students' difficulties with this concept. In the first part we present an epistemological analysis of the concept of RMS values, showing that it is multifaceted and can be approached from different points of view. In the second part we analyse the evolution of French secondary school curricula and textbooks from the explicit introduction of variable currents to today, questioning the links between the evolution of the curricula and the evolution of the place of science and technology in our societies. We point out that the evolution of the curricula is linked to the social context and to the connections between science, technology and society, and also to the relationship with mathematics curricula. We show that alternating current is introduced earlier in the curriculum but has gradually lost all phenomenological description. This study allows us to better understand students' difficulties and to discuss some implications for teaching.</p>		Physics Education, v51 n4 Article 0450 Jul 2016	Measurement, Measurement Techniques, Scientific Concepts, Scientific Methodology, Scientific Literacy, Physics, Intellectual History, Teaching Methods, Science Education History, Student Experience, Science Activities, Difficulty Level, Foreign Countries, Secondary Schools	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ1103903	<p>Vários estudos mostram que os estudantes experimentam cada vez mais dificuldades em gerenciar as medidas de valores elétricos em corrente alternada e que têm dificuldade em estabelecer ligações entre teoria e prática. Eles acham difícil dar sentido aos valores de raiz quadrada (RMS; ou efetivos), que não são entendidos como valores médios e são confundidos com valores instantâneos. Isso mostra que os alunos não diferenciam claramente as correntes variáveis e diretas. Neste artigo, tentamos, com um estudo histórico e um estudo de ensinar o conceito de valores RMS, entender as dificuldades dos alunos com este conceito. Na primeira parte apresentamos uma análise epistemológica do conceito de valores RMS, mostrando que é multifacetado e pode ser abordado a partir de diferentes pontos de vista. Na segunda parte, analisamos a evolução dos currículos e livros didáticos da escola secundária francesa a partir da introdução explícita de correntes de variáveis até hoje, questionando as ligações entre a evolução dos currículos e a evolução do lugar da ciência e tecnologia em nossas sociedades. Ressaltamos que a evolução dos currículos está vinculada ao contexto social e às conexões entre ciência, tecnologia e sociedade, e também ao relacionamento com os currículos de matemática. Mostramos que a corrente alternada é introduzida mais cedo no currículo, mas gradualmente perdeu toda a descrição fenomenológica. Este estudo nos permite compreender melhor as dificuldades dos alunos e discutir algumas implicações para o ensino.</p>	
------	--	---	--	--	---	---	---	--	--

2004	Modelling Simply, Without Algebra: Beyond the Spreadsheet	Lawrence, Ian	Using computers to provide dynamic modelling of physical situations is a valuable teaching tool. This is the first of two articles which look in detail at the use of VnR whilst the second considers Modellus. This article provides useful approaches using VnR to teach physics. It also considers the modelling tools themselves, their advantages and the need for teachers to be both developing these tools and searching them out. It concludes with a discussion of the place of mathematics as a way of representing patterns rather than manipulating numbers.		<i>Physics Education</i> , v39 n3 p281-288 May 2004	Energy, Physics, Teaching Methods, Computer Assisted Instruction, Advanced Courses, Mathematics	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ723640	O uso de computadores para fornecer modelagem dinâmica de situações físicas é uma ferramenta de ensino valiosa. Este é o primeiro de dois artigos que analisam detalhadamente o uso de duas ferramentas: este artigo considera o uso de VnR enquanto o segundo considera Modellus. Este artigo fornece abordagens úteis usando VnR para ensinar física. Ele também considera as próprias ferramentas de modelagem, suas vantagens e a necessidade de os professores estarem desenvolvendo essas ferramentas e pesquisando-as. Conclui com uma discussão sobre o lugar da matemática como uma forma de representar padrões em vez de manipular números.	
------	--	---------------	---	--	---	---	---	--	--

2009	Designing for Enhanced Conceptual Understanding in an Online Physics Course	Dunlap, Joanna C.; Furtak, Thomas E.; Tucker, Susan A.	<p>The calculus-based, introductory physics course is the port of entry for any student interested in pursuing a college degree in the sciences, mathematics, or engineering. There is increasing demand for online delivery options that make the course more widely available, especially those that use best practices in student engagement. However, effective teaching strategies for active engagement and social dialogue are difficult to represent in an online course. In joint collaboration between the physics department at the Colorado School of Mines and the instructional technology program at the University of Colorado, Denver, and supported by a federally-funded USDE FIPSE grant, the authors' project adapted beneficial classroom practices to "Physics 100 Online," an online version of their calculus-based introductory course for students in science and engineering degree programs. In this article, the authors describe their design of an online version of the calculus-based introductory physics course, demonstrate critical course components that exploit social context strategies in both self-paced and group-paced learning activities, and share the results of one study conducted to examine how the growth of online students' conceptual understanding of physics compares to the growth of on-campus students' conceptual understanding of physics. (Contains 4 figures)</p>		Tech Trends: Linking Research and Practice to Improve Learning, v53 n1 p67-73 Jan 2009	On Campus Students, Introductory Courses, Teacher Effectiveness, Online Courses, Physics, Engineering, Educational Technology, Social Environment, Calculus, Teaching Methods, Higher Education, Mathematics Education, Science Education	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=2&id=EJ838558	<p>O curso introdutório de física baseado em cálculo é a porta de entrada para qualquer estudante interessado em obter um diploma universitário em ciências, matemática ou engenharia. Há uma demanda crescente por opções de entrega on-line que tornam o curso mais amplamente disponível, especialmente aquelas que usam práticas recomendadas no envolvimento do aluno. No entanto, estratégias de ensino eficazes para engajamento ativo e diálogo social são difíceis de representar em um curso on-line. Em colaboração conjunta entre o departamento de física da Escola de Minas do Colorado e o programa de tecnologia instrucional da Universidade do Colorado, Denver, e apoiado por uma subvenção USDE FIPSE financiada pelo governo federal, o projeto dos autores adaptou práticas benéficas em sala de aula para "Physics 100 Online". " uma versão on-line de seu curso introdutório baseado em cálculo para estudantes em programas de graduação em ciências e engenharia. Neste artigo, os autores descrevem o projeto de uma versão on-line do curso introdutório de física com base em cálculo, demonstram os componentes críticos do curso que exploram estratégias de contexto social em atividades de aprendizado individualizadas e em grupo e compartilham os resultados de um estudo conduzido para examinar como o crescimento da compreensão conceitual de física dos estudantes on-line se compara ao crescimento da compreensão conceitual de física dos alunos no campus. (Contém 4 figuras)</p>	
------	---	--	---	--	--	---	---	--	--

2011	Linking Physical and Numerical Modelling in Hydrogeology Using Sand Tank Experiments and Comsol Multiphysics	Singha, Kamini; Loheide, Steven P., II	<p>Visualising subsurface processes in hydrogeology and building intuition for how these processes are controlled by changes in forcing is hard for many undergraduate students. While numerical modelling is one way to help undergraduate students explore outcomes of multiple scenarios, many codes are not user-friendly with respect to defining domains, boundary conditions, and coupling processes, and numerical modelling exercises are also often disconnected from systems that the students understand, limiting their ability to extrapolate what they have learned for other situations. Here, we test the hypothesis that hydrogeology students will better estimate rates of groundwater flow and contaminant transport and the magnitudes of the parameters that control flow and transport by linking physical and numerical models. We present an exercise that links physical and numerical modelling of fluid flow and solute transport using 2-D "ant farm" sand tanks with parallel models in COMSOL Multiphysics. The sand tank exercises provide students with a way to visualise subsurface flow and transport processes, while COMSOL allows them to explicitly pull apart the mathematics associated with these systems and build intuition for their solutions. Given coupled experimentation and numerical exercises, we find that students will connect processes that they see in the laboratory with the outcomes of numerical models, and the post-exercise tests indicate that they have an</p>		International Journal of Science Education, v33 n4 p547-571 Mar 2011	Undergraduate Students, Intuition, Science Education, Physics, Earth Science, Mathematical Concepts, Experiments, Equations (Mathematics), Models, Teaching Methods, Science Instruction, Feedback (Response)	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=3&i d=EJ917721</p> <p>A visualização de processos de subsuperfície em hidrogeologia e a intuição de como esses processos são controlados por mudanças na força são difíceis para muitos estudantes de graduação. Enquanto a modelagem numérica é uma maneira de ajudar estudantes de graduação a explorar resultados de múltiplos cenários, muitos códigos não são fáceis de usar em relação à definição de domínios, condições de contorno e processos de acoplamento, e exercícios de modelagem numérica também são desconectados de sistemas que os alunos entendem, limitando sua capacidade de extrapolar o que aprenderam para outras situações. Aqui, testamos a hipótese de que os estudantes de hidrogeologia estimarão melhor as taxas de fluxo de água subterrânea e transporte de contaminantes e as magnitudes dos parâmetros que controlam o fluxo e o transporte, ligando modelos físicos e numéricos. Apresentamos um exercício que liga a modelagem física e numérica do fluxo de fluidos e transporte de solutos usando tanques de areia 2-D "farm farm" com modelos paralelos no COMSOL Multiphysics. Os exercícios de tanque de areia oferecem aos alunos uma maneira de visualizar os processos de fluxo e transporte da subsuperfície, enquanto o COMSOL permite que eles separem explicitamente a matemática associada a esses sistemas e criem intuição para suas soluções. Dada experimentação acoplada e exercícios numéricos, descobrimos que os alunos conectarão os processos que eles vêem no laboratório com os resultados dos modelos numéricos, e os testes pós-exercício indicam que eles têm uma compreensão melhorada de: (1) a magnitude e importância de propriedades e parâmetros que controlam o fluxo e transporte e (2) as simplificações feitas em modelos</p>	
------	--	--	--	--	--	---	---	--

			improved understanding of: (1) the magnitude and importance of properties and parameters that control flow and transport and (2) the simplifications made in numerical models of physical systems. (Contains 1 table and 6 figures)					numéricos de sistemas físicos.(Contém 1 mesa e 6 figuras)	
--	--	--	---	--	--	--	--	---	--

2017	Integration of Mathematical and Natural-Science Knowledge in School Students' Project-Based Activity	Luneeva, Olga L.; Zakirova, Venera G.	<p>New educational standards implementation prioritizes the projective beginning of training in school education. Therefore, consideration of educational activity only as the process of obtaining ready knowledge should be abandoned. Thus the relevance of the studied problem is substantiated by the need to develop methodical works connected with the introduction of inter-subject projects into mathematics teachers' pedagogical activity as mathematics has a wide application in various sciences, though, at lessons, it is left behind due to time limits and insufficient mathematical apparatus school students possess. All that said specifies the goal of the paper: to define opportunities of project-based activity application in integration of mathematical and natural-science disciplines and development of methodical recommendations on its broad application in the course of training in the subject. The key research method of this problem is modeling the system of possible project-based activity directions aimed to work purposefully to increase results in subject studied as well as to develop meta-subject abilities. The paper proves the necessity to apply project-based technology in the form of inter-subject projects on mathematics; the basic models of school disciplines integration in the context of project-based learning opportunities realization are revealed; project themes of integrated disciplines that differ in time periods, volume and quantity are elaborated; features of their use in the</p>		<p>EUR ASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, v13 n7 p282-284 Jul 2017</p> <p>Student Projects, Teaching Methods, Mathematics Instruction, Science Instruction, Mathematics Teachers, Communication Skills, Self Management, Goal Orientation, Interdisciplinary Approach, Secondary School Students, Secondary School Teachers, Educational Research, Foreign Countries, Physics, Chemistry, Biology, Geography</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTe aching+Methods&pg=3&i d=EJ1144648</p>	<p>A implementação de novos padrões educacionais prioriza o início projetivo do treinamento na educação escolar. Portanto, a consideração da atividade educacional somente quando o processo de obter conhecimento pronto deve ser abandonado. Assim, a relevância do problema estudado é substantiada pela necessidade de desenvolver trabalhos metódicos relacionados com a introdução de projetos intersubjetivos na atividade pedagógica dos professores de matemática, já que a matemática tem uma ampla aplicação em várias ciências, embora, em lições, seja deixada para trás devido a prazos e insuficiente aparelho matemático que os alunos da escola possuem. Tudo o que disse especifica o objetivo do papel: definir oportunidades de aplicação de atividades baseadas em projetos na integração de disciplinas matemáticas e ciências naturais e desenvolvimento de recomendações metódicas sobre sua ampla aplicação no curso de treinamento no assunto. O principal método de pesquisa deste problema é modelar o sistema de possíveis direções de atividades baseadas em projetos, com o objetivo de trabalhar intencionalmente para aumentar os resultados no assunto estudado, bem como desenvolver habilidades de meta-sujeitos. O artigo comprova a necessidade de aplicar tecnologia baseada em projetos na forma de projetos intersubjetivos sobre matemática; os modelos básicos de integração de disciplinas escolares no contexto da realização de oportunidades de aprendizagem baseadas em projetos são revelados; temas de projeto de disciplinas integradas que diferem em períodos de tempo, volume e quantidade são elaborados; características de seu uso no curso de estudar matemática são identificadas. A aplicação prática deste sistema compensa a falta de ferramentas das tecnologias meta-disciplinares na atividade pedagógica, pois exige</p>	
------	--	---------------------------------------	--	--	--	--	--	--

			<p>course of studying mathematics are identified. Practical application of this system compensates the lack of tools of meta-subject technologies in pedagogical activity as it demands the ability to work in team, communicative skills, tolerance, self-organization, abilities to set goals independently, to achieve them and to analyze obtained results.</p>					<p>a capacidade de trabalhar em equipe, habilidades comunicativas, tolerância, auto-organização, habilidades para estabelecer objetivos independentemente, alcançá-los e analisar resultados.</p>	
--	--	--	---	--	--	--	--	---	--

2015	Principled Improvement in Science: Forces and Proportional Relations in Early Secondary-School Teaching	Howe, Christine; Ilie, Sonia; Guardia, Paula; Hofmann, Riikka; Mercer, Neil; Riga, Fran	<p>In response to continuing concerns about student attainment and participation in science and mathematics, the "epiSTEMe" project took a novel approach to pedagogy in these two disciplines. Using principles identified as effective in the research literature (and combining these in a fashion not previously attempted), the project developed topic modules for early secondary-school teaching in the UK, arranged for their implementation in classrooms, and evaluated the results. This paper reports the development, implementation, and evaluation of one of the "epiSTEMe" science modules. Entitled "Forces and Proportional Relations", the module covers standard curricular material in the domain of forces, while paying particular attention to the proportional nature of many key constructs. It was developed in collaboration with a small group of teachers; implemented subsequently in 16 classrooms, in all cases involving students from the first year of secondary school; and evaluated through comparison with first-year students in 13 control classrooms who were studying the topic using established methods. Evaluation addressed topic mastery and opinions about the topic and the manner in which it was taught. While further research is required before definite conclusions are warranted, results relating to topic mastery provide grounds for optimism about the "epiSTEMe" approach. Furthermore, student opinions about the module were positive.</p>		International Journal of Science Education, v37 n1 p162-184 2015	<p>Science Instruction, Secondary School Science, STEM Education, Scientific Concepts, Physics, Learning Modules, Science Curriculum, Comparative Analysis, Control Groups, Experimental Groups, Teaching Methods, Instructional Effectiveness, Epistemology, Mathematical Concepts, Mathematics, Workshops, Inservice Teacher Education, Questionnaires, Observation, Knowledge Level, Likert Scales, Student Attitudes, Foreign Countries, Grade 7, Statistical Analysis</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=3&id=EJ1046287</p>	<p>Em resposta às contínuas preocupações sobre a realização e participação dos estudantes em ciências e matemática, o projeto "epiSTEMe" adotou uma nova abordagem da pedagogia nessas duas disciplinas. Usando princípios identificados como eficazes na literatura de pesquisa (e combinando-os de uma maneira não tentada anteriormente), o projeto desenvolveu módulos de tópicos para o ensino médio no Reino Unido, organizou sua implementação nas salas de aula e avaliou os resultados. Este artigo relata o desenvolvimento, implementação e avaliação de um dos módulos científicos "epiSTEMe". Intitulado "Forces and Proportional Relations", o módulo abrange material curricular padrão no domínio de forças, prestando especial atenção à natureza proporcional de muitos construtos-chave. Foi desenvolvido em colaboração com um pequeno grupo de professores; implementado posteriormente em 16 salas de aula, em todos os casos envolvendo alunos do primeiro ano do ensino médio; e avaliados através da comparação com estudantes do primeiro ano em 13 salas de aula de controle que estavam estudando o tópico usando métodos estabelecidos. A avaliação abordou o domínio dos tópicos e as opiniões sobre o tópico e a maneira como foi ensinado. Embora mais pesquisas sejam necessárias antes que conclusões definitivas sejam garantidas, os resultados relacionados ao domínio dos tópicos fornecem motivos para otimismo em relação à abordagem "epiSTEMe". Além disso, as opiniões dos alunos sobre o módulo foram positivas.</p>	
------	---	---	--	--	--	--	--	--	--

2004	Computational Differential Equations: A Pilot Project	Roubide s, Pascal	<p>The following article presents a proposal for the redesign of a traditional course in Differential Equations at Middle Georgia College. The redesign of the course involves a new approach to teaching traditional concepts: one where the understanding of the physical aspects of each problem takes precedence over the actual mechanics of solving the problem, hence, integrating the physics and mathematics of the subject matter. Furthermore, a computational component of the course is developed and implemented. Thus, the use of technology becomes an integral part of the course, with the aim to enhance the student's comprehension of the concepts presented, as well as introduce them to a more "real-world" or "industry" approach to solving problems. Preliminary results indicate a positive reaction by the students to using technology in this course, as well as higher performance over the same course taught in a traditional manner. (Contains 1 table and 9 figures)</p>		AAC E Journal, v12 n2 p218 -235 Apr 2004	Curriculum Design, Equations (Mathematics), Pilot Projects, Educational Innovation, Teaching Methods, Experimental Teaching, Technology Uses in Education, Interdisciplinary Approach, Physics, Mathematics, Student Attitudes, Unified Studies Curriculum	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+i+n+theaching+physics&pr=on&ff1=dySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=3&iid=EJ847910	<p>O artigo a seguir apresenta uma proposta para o redesenho de um curso tradicional em Equações Diferenciais no Middle Georgia College. O redesenho do curso envolve uma nova abordagem para o ensino de conceitos tradicionais: um em que a compreensão dos aspectos físicos de cada problema tem precedência sobre a mecânica real de resolver o problema, portanto, integrando a física e a matemática do assunto. Além disso, um componente computacional do curso é desenvolvido e implementado. Assim, o uso da tecnologia torna-se parte integrante do curso, com o objetivo de aprimorar a compreensão do aluno sobre os conceitos apresentados, bem como apresentá-los a uma abordagem mais "real" ou "industrial" para a solução de problemas. Os resultados preliminares indicam uma reação positiva dos alunos ao uso de tecnologia neste curso, bem como um desempenho superior ao longo do mesmo curso ensinado de maneira tradicional. (Contém 1 mesa e 9 figuras)</p>	
------	---	-------------------------	--	--	--	--	---	--	--

2010	Linked-Class Problem-Based Learning in Engineering: Method and Evaluation	Hunt, Emily M.; Lockwood-Cooke, Pamela; Kelley, Judy	<p>Problem-Based Learning (PBL) is a problem-centered teaching method with exciting potential in engineering education for motivating and enhancing student learning. Implementation of PBL in engineering education has the potential to bridge the gap between theory and practice. Two common problems are encountered when attempting to integrate PBL into the undergraduate engineering classroom: 1) the large time requirement to complete a significant, useful problem and 2) the ability to determine its impact on students. Engineering, mathematics, and science professors at West Texas A&M University (WTAMU) have overcome the large time commitment associated with implementation of PBL in a single course by integrating small components of the larger project into each of their classes and then linking these components with a culminating experience for all the classes. Most of the engineering students were concurrently enrolled in the engineering, mathematics, and science classes and were therefore participating in all activities related to the project. This linked-class PBL experience addressed course concepts, reinforced connections among the courses, and provided real-world applications for the students. Students viewed the experience as beneficial, increasing their understanding of content and applications in each discipline. This paper provides details about implementation and evaluation of one PBL project and how difficulties in</p>	American Journal of Engineering Education, v1 n1 p79-88 2010	<p>Problem Based Learning, Engineering Education, Mathematics Instruction, Science Instruction, Course Content, Program Evaluation, Teaching Methods, Undergraduate Students, Theory Practice Relationship, Physics, Calculus, Student Attitudes, Measurement, Instructional Effectiveness, Surveys, Learning Processes</p>	<p>https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=3&id=EJ1058167</p>	<p>A Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL) é um método de ensino centrado no problema, com um potencial empolgante na educação em engenharia para motivar e melhorar a aprendizagem dos alunos. A implementação do PBL no ensino de engenharia tem o potencial de preencher a lacuna entre teoria e prática. Dois problemas comuns são encontrados ao tentar integrar o PBL na sala de aula de engenharia de graduação: 1) a grande necessidade de tempo para completar um problema significativo e útil e 2) a capacidade de determinar seu impacto nos alunos. Professores de engenharia, matemática e ciências da West Texas A & A M University (WTAMU) superou o grande compromisso de tempo associado à implementação do PBL em um único curso, integrando pequenos componentes do projeto maior em cada uma de suas classes e, em seguida, vinculando esses componentes a uma experiência culminante para todas as classes. A maioria dos estudantes de engenharia estava simultaneamente matriculada nas aulas de engenharia, matemática e ciências e, portanto, participava de todas as atividades relacionadas ao projeto. Essa experiência PBL de classe vinculada abordou os conceitos do curso, reforçou as conexões entre os cursos e forneceu aplicativos reais para os alunos. Os alunos consideraram a experiência como benéfica, aumentando sua compreensão de conteúdo e aplicativos em cada disciplina. Este artigo fornece detalhes sobre a implementação e avaliação de um projeto de PBL e como as dificuldades na avaliação das experiências de PBL de classe vinculada estão sendo abordadas.</p>	
------	---	--	--	--	---	--	--	--

			evaluation of the linked-class PBL experiences are being addressed.							
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

2011	Science Modelling in Pre-Calculus: How to Make Mathematics Problems Contextually Meaningful	Sokolowski, Andrzej; Yalvac, Bugrahan; Loving, Cathleen	Use of mathematical representations to model and interpret physical phenomena and solve problems is one of the major teaching objectives in high school math curriculum [National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), "Principles and Standards for School Mathematics", NCTM, Reston, VA, 2000]. Commonly used pre-calculus textbooks provide a wide range of application problems. However, these problems focus students' attention on evaluating or solving pre-arranged formulas for given values. The role of scientific content is reduced to provide a background for these problems instead of being sources of data gathering for inducing mathematical tools. Students are neither required to construct mathematical models based on the contexts nor are they asked to validate or discuss the limitations of applied formulas. Using these contexts, the instructor may think that he/she is teaching problem solving, where in reality he/she is teaching algorithms of the mathematical operations [G. Kulm (ed.), "New directions for mathematics assessment," in "Assessing Higher Order Thinking in Mathematics," Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1994, pp. 221-240]. Without a thorough representation of the physical phenomena and the mathematical modelling processes undertaken, problem solving unintentionally appears as simple algorithmic operations. In this article, we deconstruct the representations of mathematics problems from selected pre-calculus textbooks and explicate		International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, v42 n3 p283-297 Apr 2011	Descriptors: Textbooks, Mathematical Models, Physics, Problem Solving, Mathematics Teachers, Calculus, Mathematics Instruction, Teaching Methods, Scientific Concepts, Secondary School Mathematics, High Schools, Simulation	https://eric.ed.gov/?q=%2The+mathematics%22+i n+theaching+physics&pr=on&ff1=dtySince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=3&i d=EJ918378	Uso de representações matemáticas para modelar e interpretar fenômenos físicos e resolver problemas é um dos principais objetivos de ensino no currículo de ensino médio de matemática [Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM), Princípios e Padrões para a Matemática Escolar, NCTM, Reston, VA, 2000]. Os livros didáticos de pré-cálculo comumente usados fornecem uma ampla gama de problemas de aplicativos. No entanto, esses problemas concentram a atenção dos alunos na avaliação ou solução de fórmulas pré-organizadas para determinados valores. O papel do conteúdo científico é reduzido para fornecer um pano de fundo para esses problemas, em vez de serem fontes de coleta de dados para a indução de ferramentas matemáticas. Os alunos não são obrigados a construir modelos matemáticos com base nos contextos, nem são solicitados a validar ou discutir as limitações das fórmulas aplicadas. Usando esses contextos, o instrutor pode pensar que ele / ela está ensinando a resolver problemas, onde na realidade ele / ela está ensinando algoritmos das operações matemáticas [G. Kulm (ed.), "Novas direções para a avaliação matemática", em "Avaliando o Pensamento da Ordem Superior em Matemática", Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1994, pp. 221-240]. Sem uma representação completa dos fenômenos físicos e dos processos de modelagem matemática realizados, a solução de problemas aparece, não intencionalmente, como simples operações algorítmicas. Neste artigo, nós desconstruímos as representações de problemas matemáticos a partir de livros-textos de pré-cálculo selecionados e explicamos suas limitações. Argumentamos que a estrutura e o conteúdo desses problemas limitam a compreensão coerente dos estudantes sobre modelagem matemática, e isso pode resultar em habilidades de resolução de problemas do aluno	
------	---	---	---	--	---	---	---	---	--

		<p>their limitations. We argue that the structure and content of those problems limits students' coherent understanding of mathematical modelling, and this could result in weak student problem-solving skills. Simultaneously, we explore the ways to enhance representations of those mathematical problems, which we have characterized as lacking a meaningful physical context and limiting coherent student understanding. In light of our discussion, we recommend an alternative to strengthen the process of teaching mathematical modelling--utilization of computer-based science simulations. Although there are several exceptional computer-based science simulations designed for mathematics classes [see, e.g. Kinetic Book (http://www.kineticbooks.com/) or Gizmos (http://www.explorelearning.com/)], we concentrate mainly on the PhET Interactive Simulations developed at the University of Colorado at Boulder (http://phet.colorado.edu/) in generating our argument that computer simulations more accurately represent the contextual characteristics of scientific phenomena than their textual descriptions. (Contains 3 figures)</p>						<p>fracas. Simultaneamente, exploramos as formas de melhorar as representações desses problemas matemáticos, que caracterizamos como deficientes em um contexto físico significativo e limitando a compreensão coerente do aluno. À luz da nossa discussão, recomendamos uma alternativa para fortalecer o processo de ensino de modelagem matemática - utilização de simulações científicas baseadas em computador. Embora existam várias simulações científicas excepcionais baseadas em computador projetadas para aulas de matemática [ver, por exemplo, Kinetic Book (http://www.kineticbooks.com/) ou Gizmos (http://www.explorelearning.com/)], nós nos concentramos principalmente nas Simulações Interativas PhET desenvolvidas na Universidade do Colorado em Boulder (http://phet.colorado.edu/) ao gerar nosso argumento de que as simulações computacionais representam com mais precisão as características contextuais dos fenômenos científicos do que suas descrições textuais. (Contém 3 figuras)</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2000	An Out-of-Math Experience: Einstein, Relativity, and the Developmental Mathematics Student.	Fiore, Greg	Discusses Einstein's special relativity theory and some of the developmental mathematics involved. Presents motivational classroom materials used in discussing relative-motion problems, evaluating a radical expression, graphing with asymptotes, interpreting a graph, studying variation, and solving literal and radical equations. (KHR)		Mathematics Teacher, v93 n3 p194-99 Mar 2000	Descriptors: Algebra, Curriculum Development, Graphs, Instructional Materials, Interdisciplinary Approach, Mathematics Activities, Mathematics Instruction, Physics, Relativity, Secondary Education, Teaching Methods, Thinking Skills	https://eric.ed.gov/?q=%22The+mathematics%22+in+the+teaching+physics&pr=on&ff1=dtSince_2000&ff2=subPhysics&ff3=pubJournal+Articles&ff4=subTeaching+Methods&pg=3&id=EJ666997	Discute a teoria da relatividade especial de Einstein e algumas das matemáticas de desenvolvimento envolvidas. Apresenta materiais de sala de aula motivacionais usados na discussão de problemas de movimento relativo, avaliando uma expressão radical, fazendo gráficos com assíntotas, interpretando um gráfico, estudando variação e resolvendo equações literais e radicais. (KHR)	
------	---	-------------	---	--	--	---	---	--	--