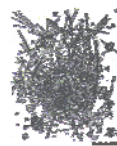




UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



**OS "ERROS" NO IDEÁRIO DOS PROFESSORES DE FÍSICA E
COMO OBJETO DE PESQUISA: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES
PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Elizandro Maurício Brick

Florianópolis
2012

Elizandro Maurício Brick

**OS "ERROS" NO IDEÁRIO DOS PROFESSORES DE FÍSICA:
POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção de grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho.

Florianópolis
2012

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

B849e Brick, Elizandro Maurício

Os "erros" no ideário dos professores de física e como objeto de pesquisa [dissertação] : possíveis contribuições para o ensino de física / Elizandro Maurício Brick ; orientador, José Francisco Custódio Filho. - Florianópolis, SC, 2012.

225 p.: grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação científica e tecnológica. 2. Professores de física. 3. Física - Estudo e ensino. I. Custódio Filho, José Francisco. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.

CDU 37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

**“OS “ERROS” NO IDEÁRIO DOS PROFESSORES DE FÍSICA E
COMO OBJETO DE PESQUISA: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES
PARA O ENSINO DE FÍSICA”.**

Dissertação submetida ao Colegiado
do Curso de Mestrado em Educação
Científica e Tecnológica em
cumprimento parcial para a obtenção
do título de Mestre em Educação
Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 27/02/2012


Dr. José Francisco Custódio Filho (CFM/UFSC - Orientador);

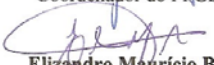
Dr. Elio Carlos Ricardo (Faculdade de Educação/USP - Examinador);

Dr. Frederico Firmo de Souza Cruz (CFM/UFSC – Examinador);

Drª. Sônia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz (CFM/UFSC – Suplente).

José Francisco Custódio Filho
Elio Carlos Ricardo
Frederico Firmo de Souza Cruz
Sônia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz


Dr. José de Pinho Alves Filho
Coordenador do PPGECT


Elizandro Maurício Brick
Florianópolis, Santa Catarina, fevereiro de 2012.

AGRADECIMENTOS

Certamente não serei capaz de rememorar todas as pessoas a quem sinto gratidão por ter influenciado neste trabalho, desde aquelas sem as quais o enfrentamento dessa empreitada inicial não teria sido possível, até as inúmeras pessoas que de uma maneira ou outra, pelo exemplo ou contraexemplo, motivaram-me a buscar “ser mais”. Refiro-me a este trabalho como empreitada inicial, pois ele continua... E também por vislumbrar a continuação, devo minha gratidão a muitas outras pessoas.

Pelo aprendizado propiciado no decorrer das disciplinas, das defesas e seminários, agradeço a todos os colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), em especial ao professor Demétrio, professor Fred, professor Pinho, professora Sônia Maria e professora Vivian.

Por tornar possível a realização deste trabalho, agradeço ao Professor Custódio, pela orientação, pela liberdade, pela compreensão e, principalmente, pela parceria e exemplo.

Pela análise do trabalho final, agradeço aos professores Frederico Firmo de Souza Cruz (Fred), Elio Carlos Ricardo e à professora Sônia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz.

Pela análise do projeto de qualificação, agradeço aos professores Henrique Cesar Silva e ao professor Arden Zylbersztajn.

Por tornar a realização deste trabalho muito mais prazerosa e estimulante, agradeço imensamente aos meus colegas da turma de mestrado 2010, Anaximandro Dalri Merizio, Daiani Lodeti Pirola, Deisi Minella Ferreira, Débora Regina Wagner, Fabíola Sell, Francisco Fernandes Soares Neto, Fábio Prá da Silva de Souza, Gabriela Kaiana Ferreira, Germano Viegas, Guilherme Augusto de Domênico Araujo, José Pedro Simas Filho, Karlinne Lisandra Devegili, Ketlin Weiss, Maria Carolina Machado Magnus, Marilisa Bialvo Hoffmann, Nicélio José Gesser, Rogério Melo de Sena e Rosilene Beatriz Machado.

Pelas trocas respeitadas e estimulantes que os colegas da turma de doutorado 2010 me propiciaram durante os seminários discentes e nas disciplinas que cursamos juntos, de maneira especial, agradeço à Karine Halmenschlager, à Mônica de Caldas Rosa dos Anjos e à Patrícia Pereira.

Por me propiciarem reconhecer, nas relações metafóricas e análogas, de linguagens visuais, verbais ou de quadrinhos, o quanto é importante união e carinho, agradeço ao meu amigo Chico e minha amiga Mari.

Pela parceria e pela admiração que nos possibilita ver, nos cafés da vida, preocupações comuns mesmo nas diferenças, agradeço aos amigos Anaxi, Maurício Schappo, Marcelo Schappo e Thiago Farias.

Pela sensibilidade aguçada, que me desperta a necessidade de tentar olhar para os sujeitos sem desvincular o sentir do pensar, agradeço à Kaiana, minha irmã de orientação, e ao Roger.

Por propiciarem inúmeros momentos de aprendizagens, agradeço aos meus companheiros de labuta do LANTEC. Em especial, agradeço à Roseli Cerny e à Juliana Machado, sobretudo pelo quanto me inspiram. Agradeço a todas as equipes de profissionais com quem lá trabalhei (e muito aprendi), principalmente à Marilisa Hoffmann, a Francisco Soares Neto e aos Designers Instrucionais com quem pude trabalhar mais de perto: Rodrigo Machado, João Paulo Mannrich, Aline Batista, Luiz Gustavo da Silva, Jaqueline Luiza Horbach, Maria Carolina Magnus Machado, Nicélio Gesser e Adriano Né. Também agradeço ao Tony Roberson de Melo Rodrigues, pelas lições particulares de língua portuguesa a cada material do curso de Física que revisava.

Pelo apoio financeiro a esta pesquisa, por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço a toda população brasileira.

Pelas participações na etapa empírica desta pesquisa, agradeço aos professores sem os quais não teria sentido este trabalho. Também agradeço a todos aos professores do ensino superior e da educação básica de quem eu fui aluno e com quem tive o privilégio de trabalhar no curso de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, na Escola de Educação Básica Coronel Antônio Lehmkuhl, na Escola da Educação Básica Conselheiro Manuel Philippe e na Escola da Educação Básica Marilda Lênia Araújo, principalmente à professora Luceli Lopes, ao professor Mario Fernandes e família, ao professor Pedro Macedo, ao professor Célio e aos demais que acreditaram em mim mais do que eu mesmo.

Pelo apoio incondicional e paciência nos meus momentos de ausência, agradeço a todos os meus familiares e amigos. Agradeço

especialmente a minha mãe Zilma Maurício e minha irmã Alexandra Maurício Brick, motivos da minha vida, pelo amor e companheirismo. E também à Aline Nunes de Sousa, que, mais do que compreensão e incentivo, esteve sempre ao meu lado, inclusive nas seguidas madrugadas que antecederam à finalização deste trabalho.

RESUMO

Por meio de uma pesquisa exploratória na região de Florianópolis, investigamos a compreensão que professores de Física possuem sobre os erros que os alunos cometem em suas aulas. Para isso, revisamos o que tem sido estudado sobre os erros nas áreas de Educação em Ciências e Matemática, fazendo relações entre erros e epistemologia, erros e aprendizagem, erros e afetividade, erros e avaliações, erros e os livros didáticos, erros e estratégias didáticas, erros e atividades experimentais e erros e a visão dos professores sobre eles, explicitando nossa visão sobre essas questões. A coleta de dados se deu por meio de um questionário, respondido por 25 sujeitos – a grande maioria professores e ex-professores formados pela Universidade Federal de Santa Catarina e pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Da análise dos dados, feita com base na Análise Textual Discursiva, emergiram três categorias (e suas respectivas subcategorias) nas quais classificamos os resultados: 1) a dimensão epistemológica; 2) os erros em sala de aula; e 3) a dimensão prática. Quanto à dimensão epistemológica, foi possível identificar que os sujeitos reconhecem a compreensão do processo de produção de conhecimento científico como importante para poder desmistificar este processo em sala de aula, para ajudar a postura do professor em relação à aprendizagem desse conhecimento e para a contextualização dos conteúdos a ensinar. Quanto aos erros em sala de aula, discutimos a compreensão dos professores sobre qual o perfil dos alunos que mais erram e sobre quais as situações em que os professores mais percebem seus alunos errando, fornecendo, assim, uma tipologia de erros constatados por esses professores. Quanto à dimensão prática, discutimos as justificativas utilizadas pelos professores para o ensino de Física, os aspectos da dimensão afetiva relativos ao momento em que professor e alunos se deparam com situações de erros e, por fim, as formas como os professores, sujeitos da pesquisa, entendem que seja possível lidar com os erros de seus alunos. Dentre as principais conclusões, destacamos a necessidade de que os erros dos alunos sejam compreendidos pelos professores como problemas objetivos que envolvem a mobilização de ambos para enfrentar esses problemas. Já quanto à forma com que os professores lidam com os erros dos seus alunos, evidenciamos que um olhar mais crítico sobre os erros pode ser

obtido por uma não dicotomização do que é ensino e o que é aprendizagem. Além da necessidade de conscientizar, individualmente, os professores para que visualizem os erros como problemas a enfrentar, a tipologia abrangente de erros, formada pela percepção dos professores que participaram da pesquisa, sugere a urgência de enfrentar os erros através de um planejamento articulado entre a Física e as demais disciplinas escolares.

Palavras-chave: Concepções de erro. Professores de Física. Ensino e aprendizagem.

ABSTRACT

By means of an exploratory research within Florianópolis region, we investigate the understanding of physics' teachers about the mistakes that students may commit in their classes. To this end, we reviewed recent studies about errors in the areas of Scientific and Mathematics Learning, relating errors and epistemology, errors and learning, errors and affectivity, errors and assessments, errors and textbooks, errors and teaching strategies, errors and experimental activities and errors and teachers' view upon them, highlighting our understanding of all these matters. The data have been collected by a questionnaire, answered by 25 subjects - whose majority are teachers and former teachers graduated in the Federal University of Santa Catarina and in the State University of Santa Catarina. From the data analysis, which was based on the Text Discourse Analysis framework, emerged three categories (and their respective subcategories) in which we classified the results: 1) the epistemological dimension; 2) the classroom errors; and 3) the practical dimension. On the epistemological dimension, it was possible to identify that the subjects recognize the understanding of the scientific knowledge production process as important in order to demystify this process in classes, to help teachers' stance over the learning of this knowledge and to put the content to teach into a context. On the classroom errors, we discuss the understanding of the teachers about the profile of the students who most commit faults and about what situations are the easiest to observe students' mistakes, thus, providing a typology of the observed errors by these teachers. On the practical dimension, we discuss the reasons utilized by teachers to support the Physics' Teaching, the aspects of the affective dimension related to the moment in which professor and students face situations of errors and, finally, the workarounds that the subject teachers find to deal with their students' faults. In between our main conclusions, we highlight the need of the teachers to face the students' mistakes as objective problems which should involve both in a collective motion to face these problems. As for

the way the teachers deal with their students' mistakes, we note that a more critical view of the errors can be achieved by not dichotomizing what is teaching and what is learning. Moreover, there is a need to educate, individually, the teachers for they to understand the mistakes as problems to face together with the students and the broad typology of errors, comprised of the subject professors' views, suggest the urgency of facing the errors through a collective planning articulated between Physics and the other school disciplines.

Key-words: Conceptions of error. Physics teachers. Teaching and learning.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – relação comparativa do total de trabalhos publicados em cada edição do ENPEC e respectivos números de trabalhos com o termo “erro” no título.	43
Tabela 2 – Uma tipologia de erros.	80
Tabela 3 – Divisão das questões por blocos.	102
Tabela 5 – Síntese dos sujeitos que contribuíram – com suas respostas – para a emersão de cada uma das três categorias e a contagem do número de sujeitos que se refere a cada categoria.	111
Tabela 6 – Síntese das análises referentes ao papel da epistemologia para desmistificar determinadas compreensões sobre o conhecimento científico.	126
Tabela 7 – Síntese das análises referentes ao papel da epistemologia na postura do professor com relação à aprendizagem.	128
Tabela 8 – Síntese das análises referentes ao papel da epistemologia na contextualização dos conteúdos a ensinar.	136
Tabela 9 – Síntese das situações em que os erros são observados e a quantidade de sujeitos que se referem a cada situação.	145
Tabela 10 – Tipologia de erros e respectivo número de sujeitos que se referiram a cada tipo de erro.	151

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção anual de dissertações em Educação e Educação em Ciências e Matemática que tomam os erros como objeto de estudo 44

Gráfico 2 – Produção anual de teses em Educação e Educação em Ciências e Matemática que tomam os erros como objeto de estudo 45

Gráfico 3 – Produção de teses em Educação e Educação em Ciências e Matemática que tomam os erros como objeto de estudo, contados de cinco em cinco anos 46

Gráfico 4 – Produção de teses que tomam os erros como objeto de estudo, por áreas/contexto 47

LISTA DE ABREVIATURAS

EC	Ensino de Ciências
EF-I	Ensino Fundamental I
EF-II	Ensino Fundamental II
ES	Ensino Superior
EM	Ensino Médio
EB	Ensino Básico
EF	Ensino Fundamental
EFS	Ensino de Física
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
SC	Santa Catarina
EPEF	Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Física
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
PDTD	
IBICT	
MTM	Matemática
TICs	
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	19
1.1	MOTIVAÇÃO.....	19
2	INTRODUÇÃO.....	24
2.1	JUSTIFICATIVA	24
2.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	31
2.3	PRESSUPOSTOS.....	33
2.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	38
3	A TEMÁTICA DO ERRO	40
3.1	UMA IMAGEM DOS ERROS NAS PESQUISAS EM EFS	42
3.2	SITUANDO OS ERROS NO CONTEXTO DE ENSINO....	48
3.2.1	<i>Erros e epistemologia.....</i>	<i>48</i>
3.2.2	<i>Erros e aprendizagem</i>	<i>56</i>
3.2.3	<i>Erros e afetividade</i>	<i>65</i>
3.2.4	<i>Erros e avaliações.....</i>	<i>66</i>
3.2.5	<i>Erros e os livros didáticos.....</i>	<i>69</i>
3.2.6	<i>Erros e estratégias didáticas.....</i>	<i>73</i>
3.2.7	<i>Erros e atividades experimentais</i>	<i>82</i>
3.2.8	<i>Erros e a visão dos professores.....</i>	<i>86</i>
4	DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA	91
4.1	PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	91
4.2	DELINEAMENTO METODOLÓGICO	97
4.2.1	<i>Prelúdio à obtenção do corpus.....</i>	<i>99</i>
4.2.2	<i>A obtenção dos textos a partir dos questionários.....</i>	<i>100</i>
4.2.3	<i>O perfil dos sujeitos da pesquisa.....</i>	<i>104</i>
4.3	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....	108
5	ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS.....	110
5.1	DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA DO ERRO.....	110

5.1.1	<i>Desmistificação com relação ao conhecimento</i>	114
5.1.2	<i>Postura do professor com relação à aprendizagem</i>	126
5.1.3	<i>Contextualização dos conteúdos a ensinar</i>	135
5.2	OS ERROS NA SALA DE AULA	140
5.2.1	<i>Os alunos/ professores que erram</i>	141
5.2.2	<i>Situações em que os alunos erram</i>	144
5.2.3	<i>Tipos de erros percebidos</i>	150
5.3	DIMENSÃO PEDAGÓGICA	166
5.3.1	<i>Justificativas para o ensino de Física no Ensino Médio</i> 166	
5.3.2	<i>Dimensão afetiva</i>	176
5.3.3	<i>Formas de lidar com os erros dos alunos</i>	181
6	SÍNTESE E CONCLUSÕES	194
6.1	SÍNTESE DOS CAPÍTULOS	194
6.2	PRINCIPAIS CONCLUSÕES	201
6.3	LIMITAÇÕES DO TRABALHO E PROPOSIÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	204
6.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	205
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	207
	ANEXOS	220

1 APRESENTAÇÃO

Ao pensarmos nos conhecimentos científicos apenas em seu estado atual, torna-se mais difícil compreendermos os árduos caminhos que possibilitaram a sua gênese. Da mesma forma, ao pensarmos no que já foi aprendido por nós, na maioria das vezes, esquecemo-nos das dificuldades que tivemos de superar para tal aprendizado. Assim, é comum entendermos os conhecimentos por nós aprendidos e os conhecimentos construídos pelos cientistas simplesmente como produtos, não levando em conta a complexidade dos processos.

O que buscaremos com este trabalho será compreender o papel de um aspecto dessa complexidade. Aspecto que, ao considerar a aprendizagem, ou a produção de novos conhecimentos, em uma complexa relação dialética entre processos-produtos, torna-se inegável: os erros.

1.1 MOTIVAÇÃO

Nos três últimos meses de 2007, quando me encontrava no quarto semestre do curso de licenciatura em Física, antes de ter contato com qualquer uma das disciplinas que apresentasse algum resultado das pesquisas em ensino de ciências (doravante EC), tive a experiência de ministrar aulas em um colégio público estadual de um município da grande Florianópolis.

Embora não soubesse como, pensava que deveria haver alguma forma de exercer minha prática docente de maneira distinta da forma que vivenciara, até então, como discente. Pois, na condição de aluno, tanto na Educação Básica (EB) quanto no Ensino Superior (ES), sentia-me desconfortável diante da forma como as aulas eram conduzidas por alguns dos meus professores, principalmente quando interpretava que estes muitas vezes se preocupavam demais em perder o posto de único detentor do “conhecimento”. Quando assumiam essa postura, raramente cogitavam levar em consideração o que pensavam os alunos, mudar a programação tradicional, ou sequer considerar caminhos paralelos,

mesmo quando, por meio destes, se poderia chegar a uma resposta equivalente. Dessa forma, deixavam de lado o que move a real busca do saber: a curiosidade. Isso sem falar nas consequências afetivas desencadeáveis pelo descaso e pela descrença dos professores em seus alunos.

Ao vivenciar, como discente, situações tais como a explicitada anteriormente, que ainda permeiam nosso contexto educacional, via-me sensibilizado: principalmente ao contrastar essas com outras situações, em que professores se preocupavam, consideravam e respeitavam o que e como seus alunos pensavam e, principalmente, quando acreditavam nos alunos mais do que estes em si próprios, pois tais professores viam nesses alunos um potencial que extrapolava os muros da escola.

A influência que os professores exercem na vida de seus alunos pode repercutir em longo prazo, e, em alguns casos, é tamanha que, certamente, esses professores não a podem avaliar de antemão. Na maioria das vezes, os professores não têm oportunidade de perceber as influências que exerceram. É fato que esses profissionais, em muitos casos, acabam por se constituir como a principal referência “acadêmica” para os alunos, pois muitos vêm de famílias mais carentes. Inclusive pelo caráter valorativo, pois, nesses casos, pelo fato de o estudo não ter sido parte da realidade e história do restante da família, é atribuído a este um valor muito distinto do valor atribuído ao que em sua cultura se entende por trabalho.

Percebi, nos alunos inseridos em contextos como o brevemente exposto, que há uma satisfação por parte deles e de suas famílias quando eles começam a trabalhar ainda na adolescência. O que é compreensível, pois ao assumir responsabilidades legitimadas pelos pares, eles se sentem importantes e respeitados nessa etapa ímpar de construção de suas identidades (BOCK et al., 2001). Isso, dentre outros fatores, pode levar muitos desses alunos a secundarizar a escola em detrimento do trabalho, principalmente se, com relação à escola, não creem em si mesmos devido às dificuldades de obter um bom desempenho escolar.

É nesse contexto que vislumbro a importância da atuação docente: a partir de reflexões-ações que busquem modificar o *status* da escola de lugar onde poucos têm a possibilidade de obter sucesso. Ou seja, vislumbro uma perspectiva em que o professor se vê como um agente ativo, o qual, indo de encontro ao sistema reprodutivista,

identifica na sua prática escolar um potencial transformador na vida de sujeitos concretos, de pessoas que estão inseridas em um mundo real, reconhecendo que essas pessoas possuem, além de outras possibilidades, o direito de apreender criticamente a sua realidade e se sentirem aptas a transformá-la.

Certamente, essas experiências discentes se constituem como determinantes sócio-históricos que influenciaram minha sensibilização com relação às questões educacionais e, principalmente, à temática dos erros. Contudo, foi pela perspectiva docente, influenciada pela minha vivência como aluno, e a partir de reflexões no sentido exposto acima, que surgiram várias situações de angústias, incertezas e medos.

Dentre os momentos de maior angústia que me acometeram, estavam os de correções de trabalhos e provas dos alunos. Em primeiro lugar, por serem momentos pouco confortáveis para quem não se contentava em “simplesmente” julgar o que está certo ou errado nas avaliações, pois seria relativamente simples, ao me deparar com os erros dos alunos, simplesmente “descontar” parte da resposta. Contudo, essa atitude não resolveria o problema do aluno não ter aprendido, ao contrário, imporia exclusivamente sobre ele a responsabilidade dessa não aprendizagem. Entendo, assim, os erros como dados, que são passíveis de análises e interpretações mais ou menos reflexivas, as quais, no mínimo, podem nos levar a algumas questões: Por que o aluno erra? Ele não estudou? Não compreendeu a matéria? Não ficaram claros os critérios que seriam considerados, ou os enunciados das questões? Afinal de contas, os erros dos alunos indicam o quê?

Contíguo a esses questionamentos, de alguma forma, sentia-me responsável pelos erros de meus alunos. Talvez visse esses erros como reflexos dos próprios erros da minha primeira tentativa de lecionar, principalmente por ter muitas dúvidas no que entendia como sendo as atribuições de um professor.

Logo em seguida, ainda na Graduação, tive os primeiros contatos com pesquisas em EC, mais especificamente de Física. Esses contatos foram aumentando a minha convicção de que é possível promover uma educação em ciências distinta da que eu vivenciei como discente e distinta daquela que promovi nas minhas primeiras experiências docentes.

Dentre as ideias que ainda hoje busco assimilar à importância atual e histórica, seguem algumas que foram marcantes, ímpares, principalmente por identificá-las, de alguma forma, com as minhas preocupações.

Em Zylbersztajn (1991), Chalmers (1993) e Delizoicov et al. (2007), tive os primeiros contatos com as ideias de epistemólogos como Thomas Kuhn, Gaston Bachelard, Karl Popper e Imre Lakatos. Ideias essas que surgem em um contexto privilegiado da História da Ciência, rico em exemplos que reforçam o argumento desses autores contra a visão positivista da ciência. Pode-se evidenciar resquícios dessa visão – mesmo sendo difícil de encontrar filósofos que ainda defendam o Positivismo (CUPANI, 1989) –, seja ao nos depararmos com alguns livros que definem o que é ‘ciência’ a partir “do método científico”, ou por esse ser visto por muitos como a única maneira de se fazer ciência legítima: o que é percebido em muitas escolas que abordam “o método científico” como conteúdo do programa de Ensino Fundamental (EF), conforme já denunciavam Ostermann e Moreira (1999).

Os contatos com essas leituras despertaram-me um maior interesse por história, principalmente pelas possibilidades de distintas interpretações epistemológicas para determinados períodos do desenvolvimento da Ciência. Contudo, essa divergência de interpretações epistemológicas me desperta, ainda hoje, curiosidades acerca de algumas questões, tais como: Como se conhece? Como se chegou aos conhecimentos de Física que leciono? Quais interpretações epistemológicas podem melhor contribuir para a compreensão da origem desses conhecimentos? Quais dessas interpretações podem melhor fomentar reflexões sobre as problemáticas do EC? Como diferenciar conhecimentos científicos e não científicos, tendo em vista o consenso¹ de que não há mais um único método e que, ao mesmo tempo, se fala em Ciência madura e não madura (KUHN, 2010), em fenômeno e fenomenotécnica (BACHELARD, 1996), em Ciência e pseudociência (POPPER, 1996)? Como eu poderia compreender o papel dos erros a

¹ O epistemólogo argentino Mario Bunge seria uma exceção por ele “praticamente identificar ciência com o método” (CUPANI, 1990, p. 37). Contudo, cabe salientar que a concepção de metodologia científica para esse autor não é compreendida simplesmente “como uma receita, ou como um conjunto de regras de aplicação e efeitos automáticos” (Ibid., p. 39).

partir desses distintos autores, e quão relevante essa compreensão poderia resultar para o EC?

Já Delizoicov et al. (2007), sob a luz de uma concepção progressista da educação, também chamam a atenção para que se pense sobre as preocupações – dentre as nossas como profissionais da educação – relacionadas ao aluno humano, concreto, com dificuldades, capacidades e desejos, e inserido em um contexto não idealizado.

Muito marcante, ainda, foi o contato com a ideia do aluno como sujeito de sua aprendizagem. Ou seja, a concepção de que a aprendizagem de um sujeito se dá mediante ações deste, modificando, assim, o *status* do professor. O que não significa, ao contrário das falsas interpretações de quem defende um ensino transmissivo, que o papel do professor terá menor importância por este deixar de ser o centro do processo.

Em minha compreensão, seria bem o contrário: a importância do professor é muito maior quando este não está pensando em ministrar suas aulas vislumbrando apenas o reconhecimento de ser um “bom professor”, mas sim quando está preocupado com o desenvolvimento de seus alunos e com o seu próprio desenvolvimento, buscando e descobrindo com eles os possíveis caminhos, conscientizando-se de que, nessa trajetória, “quedas” ocorrem – e muitas vezes são inevitáveis. Assim, para além de abominarmos nossas “quedas”, o mais importante talvez seja assumi-las como parte do processo, enfrentando-as no sentido de caminhar em busca da consciência de nossas capacidades de “levantar”, de criar, de transformar.

É com base nessas vivências, e através dessas influências supracitadas, que meu olhar e minhas reflexões se voltam para os erros, na busca de compreensões sobre como os professores de Física apreendem erros no contexto escolar, assim como as consequências que essas distintas compreensões podem ter ao pensarmos nos objetivos e sentidos finais da educação escolar.

2 INTRODUÇÃO

2.1 JUSTIFICATIVA

As pesquisas em ensino em ciências² no Brasil, marcadas pela instauração dos primeiros cursos de Pós-graduação, há cerca de 40 anos, têm se consolidado, como evidencia o aumento³ dos cursos e programas de Pós-graduação nessa área. Contudo, nessa última década, têm-se tornado crescentes as preocupações dos pesquisadores em EC sobre o impacto dessas pesquisas. Essas preocupações são explicitadas em artigos (MOREIRA, 1988; DELIZOICOV, 2004, 2005b; REZENDE; OSTERMANN, 2004) e encontros da área (SOARES; MARTINS, 2001; PIETROCOLA, 2002). Essas preocupações também existem fora do nosso País, conforme ilustra a preocupação de Cachapuz (2000 *apud* DELIZOICOV, 2004, p. 152), ao questionar se, mesmo com o progresso das pesquisas – referindo-se às investigações em Didática das Ciências realizadas em Portugal –,teriam essas a capacidade de resolver os problemas que surgem no ensino e na aprendizagem das ciências.

Para termos uma ideia do contexto mais amplo em que estamos inseridos quando pensamos em EC e, principalmente, ao pensarmos no ensino de Física (EFS) que ocorre no Ensino Médio (EM), o relatório publicado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

² Em diversos momentos refiro-me a ensino de ciências em vez de ensino de Física, pois entendo que este segundo seja um caso particular do primeiro. A consideração de um espectro mais amplo se justifica, pois embora reconheça as especificidades das distintas ciências, entendo que a problemática levantada transcende ao caso do ensino de Física.

³ Pode-se observar esse fato a partir da crescente quantidade de cursos da antiga área 46 avaliados pela CAPES nesses dois últimos triênios. Em 2001 apenas cinco cursos foram avaliados. Em 2004, já foram 16 e, em 2007, com os mestrados profissionalizantes, somaram-se 30 cursos avaliados. Ou seja, houve um aumento de 600% em seis anos. É importante observar que estou me referindo apenas ao aumento da quantidade de cursos da área e, com isso, poder-se-ia inferir sobre o conseqüente aumento de produção intelectual nessa área.

Anísio Teixeira (INEP) em 2004, com referências em dados obtidos de alunos do EM em 2001, revelam que, em Santa Catarina (SC), mais de 55% dos alunos foram considerados em estágio crítico e muito crítico em Matemática (MTM), havendo apenas pouco menos de 7% dos alunos em nível considerado adequado. No mesmo relatório, apenas 13% dos alunos catarinenses foram considerados como de nível adequado de proficiência em Língua Portuguesa.

Já no relatório “De olho nas metas 2010”, do movimento “Todos pela educação”⁴, é indicado que, dos alunos de escolas públicas do terceiro ano de 2009 no estado de Santa Catarina, apenas 5,8% e 22,6% desses alunos possuem proficiência⁵ em Matemática e Português, respectivamente. O que fomenta, principalmente através dos dados de reprovação e evasão escolar do mesmo relatório do INEP (BRASIL, 2008), preocupações/discussões sobre o que é chamado de “fracasso escolar”.

Com relação aos dados supracitados, precisamos ser cautelosos ao relacioná-los entre si e com o EC, em função de, no mínimo, dois aspectos: 1) Considerar a distinta forma como foram obtidos e organizados; 2) O fato de esses dados se referirem a áreas do conhecimento específicas que não as que se configuram como meu objeto. Contudo, talvez não necessitemos de pesquisas específicas para inferir que existem os mesmos problemas no EC (DELIZOICOV, 2004, p. 172).

Além disso, esses dados me oferecem referências sobre os alunos, os sujeitos do conhecimento que integralizam o contexto para o qual as pesquisas em EC, e particularmente o EF, estariam direcionadas e no qual essas pesquisas poderiam/deveriam repercutir. Posso pontuar, também, que os dados dos relatórios comparados com o crescimento e a consolidação das pesquisas em EC dão indicativos que justificam as preocupações dos pesquisadores em EC.

⁴ Publicado em dezembro de 2010 no *site*:

<<http://www.todospelaeducacao.org.br>>. Acesso: 2011.

⁵ O termo utilizado no relatório é “aprendizagem adequada”. Essa é relativa às metas para educação explicitadas no endereço da nota anterior. É importante frisar que os dados de adequação ou não adequação às metas foram baseados em amostras do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Ainda sobre essas preocupações, Delizoicov (2004; 2005b) indica que, para examinarmos a problemática do impacto das pesquisas em EC no EC, um dos pontos⁶ a serem analisados diz respeito ao teor das pesquisas. Sobre esse, o autor denuncia: 1) As generalizações das pesquisas que induzem resultados para outros contextos, podendo essa indução se constituir em um equívoco por estarmos tratando de educação; 2) Há pouca discussão, entre os pesquisadores, sobre o impacto de suas pesquisas na realidade escolar.

Há um contexto de preocupações quanto ao impacto das pesquisas e à realidade escolar em que esta pesquisa está inserida. Assim como, posso dizer, é desse contexto que também emerge a temática do erro, esse que, “queiramos ou não, [...] é o componente mais arraigado do processo educativo, mais do que qualquer outro elemento.” (PINTO, 2000, p. 36). Mesmo constituindo-se como um elemento inegável da realidade escolar, os erros parecem ainda um fato incompreendido pelos professores e alunos.

Ao que parece, a questão dos erros pode ser discutida em distintos níveis, do mais pragmático, relacionado diretamente ao “que fazer” dentro de sala de aula, até aqueles relativos às consequências mais gerais que as distintas compreensões sobre “erros” podem gerar. Estariam essas preocupações, em compreender os erros, desconectadas do eminente fracasso da educação em ciências? Poder-se-ia, numa visão simplista, indicar os erros cometidos pelos alunos como um dos motivos desse fracasso? Ou seja, em última instância, não são os erros dos alunos que nos dão os indicativos sobre o que podemos chamar de fracasso, de insucesso da educação, como aí está? Contudo, o foco de análise pode ser outro: a ignorância e, principalmente, a negligência com relação ao tema dos erros não poderiam constituir as causas de algumas das deficiências do EC? E a partir disso, os alunos que erram e os professores que ainda não sabem lidar com esses erros teriam alguma culpa?

⁶ Delizoicov (2004, p. 153; 2005b, p. 370) chama a atenção, ainda, para mais dois pontos: “[...] o uso dos resultados de pesquisa nos cursos de formação [...] e nos cursos de formação continuada”. Delizoicov (2005b) também destaca, além da problemática do teor das pesquisas, as relacionadas à quantidade de pessoas envolvidas na educação pública básica e à falta de atuação planejada de pesquisadores.

Considero a escola como um lugar privilegiado, não apenas para aprender conteúdos, mas principalmente para propiciar aos alunos, e também a nós, professores, experiências únicas que possam nos instrumentalizar para que tenhamos uma compreensão mais crítica da realidade na qual vivemos, o que também pode nos conscientizar sobre nossas capacidades de apreender e transformar essa realidade, reconhecendo que, à medida que assimilamos essa nova realidade, também nos transformamos. Assim, a escola serviria para conscientizar-nos do que somos, serviria para que lá pudéssemos coletivamente pensar de maneira solidária com o agir, assumindo, assim,

[...] a perspectiva de realizar recortes epistemológicos sagitais, em que o vetor ético-político da prática pedagógica parte da realidade em busca da criação, do inédito não-identitário, em parte, de um “conhecimento cordial”, mas ético-criticamente comprometido com o “outro”, com os processos de diferenciação humanizadores, com a construção de relações econômicas e socioculturais justas, promovendo a inserção crítica dos sujeitos matizados pelas cores encarnadas nos saberes locais. (SILVA, 2004, p. 14).

Nessa perspectiva, segundo a qual entendo a educação não apenas como um trabalho com o objetivo de promover a aprendizagem de conteúdos, mas, também, como um processo de humanização dos sujeitos ao possibilitar o enfrentamento de problemas reais, os erros dos alunos – ou a disjunção entre as suas leituras do mundo em relação aos conhecimentos historicamente estabelecidos – já estão sendo considerados intrinsecamente. Isso porque, em minha perspectiva, ao encarar o objeto de estudo (situações reais) distintamente dos conhecimentos sobre o objeto (conhecimentos universais) (DELIZOICOV et al., 2007), a “interdisciplinaridade” mínima entre os conhecimentos dos sujeitos e os conhecimentos disciplinares estabelecidos deve ser considerada no movimento de apreensão mais crítica do mundo.

Mesmo não tendo uma clara concepção/postura educacional, acredito que, a partir dos erros, é possível repensar a própria função da

escola e do professor, ao concordar com a afirmação de Carvalho, quando explicita que:

O contexto escolar deveria ser o local por excelência das tentativas próprias de solução de problemas, seguidas de um exame crítico por parte do professor (e dos próprios alunos). [...] Não existimos para decretar fracassos, mas para promover [desenvolvimento e] aprendizagens. E nessa tarefa os erros, frutos de tentativas de operar com novos conceitos e procedimentos, têm um papel fundamental, posto que a partir de seu exame crítico desenvolve-se o discernimento⁷ (CARVALHO, 1997, p. 20, grifos nossos).

Nesse mesmo trabalho citado, o autor busca chamar a atenção para outras possíveis relações além da relação erro-fracasso; u seja, a implicação do fracasso dos alunos a partir dos erros cometidos por eles. Sendo os erros entendidos como dados, o fracasso seria sempre uma particular interpretação desses dados. Assim, posso dizer que não há a possibilidade dessas interpretações serem neutras, inclusive as que assim pretendem parecer, pois essas têm implícita a ideia de uma educação que estaria a serviço apenas de poucos, os que não são considerados, pelos interpretadores, como fracassados.

Concordo com o que diz Carvalho sobre a função dos professores/educadores não estar voltada para o decreto de fracasso, mas, no mínimo, para buscar promover o desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos. Assim, observemos a convergência do que pontua Carvalho com o que diz Torre (2007, p. 27):

A pesquisa sobre os erros na aprendizagem pode nos propiciar o elo perdido entre as teorias cognitivas, tão atuais, e a prática de sala de aula, tão necessitada de proposições concretas. É preciso começar a construir pontes reais entre

⁷ Carvalho fala de discernimento no sentido que é atribuído por Oakeshott, que ele resume como sendo um “[...] elemento implícito ou tácito do conhecimento, que não é passível de compartimentalização em informações ou em itens isolados sob a forma de proposições, tal como as informações.” (CARVALHO, 1997, p. 17).

teorias pedagógicas e a realidade da aula. O erro é, na minha opinião, um desses conceitos-chave [...] que pode ser alavanca para a mudança.

Ou seja, é ao entender que o erro é um elemento muito presente na realidade escolar e que a sua melhor compreensão pode promover uma maior aproximação entre os resultados das pesquisas e a realidade escolar – além de reflexões mais gerais e profundas sobre a própria função do professor e da educação em nossa sociedade – que considero relevante despendar tempo e esforço sobre essa temática.

Propor reflexões sobre as práticas docentes relativas aos erros dos alunos pode nos remeter a diversas discussões; dentre elas, aquelas sobre concepções de avaliação, de processo de ensino-aprendizagem e de educação. Contudo, essas reflexões só terão sentido na escola real se houver condições de trabalho que permitam aos professores fazê-las. Um exemplo ilustrativo é o fator tempo, ou a falta dele, que se constitui como um problema, principalmente quando levada em consideração a inegável relação assimétrica entre tempo e grande quantidade de conteúdos tradicionalmente abordados nas aulas de Física. Esse exemplo ilustra um dos casos que direciona a uma reflexão mais ampla, dentre outras, sobre as condições de trabalho dos docentes, sobre currículo e – consequentemente – sobre os fins do EC e EF em um plano mais geral.

Considero a importância dos estudos que reconhecem a escola em sua complexidade, que precisa ser tomada como objeto de estudo em um plano mais geral, em suas múltiplas relações. Pois, mesmo parecendo simplista a visão focada de escola como relações de sala de aula, muitas problemáticas a serem pesquisadas sobre EC e EF emergem⁸ desse contexto, até porque é nele que se materializa, explícita ou implicitamente, a intencionalidade dos educadores, os projetos político-pedagógicos, os currículos e, inclusive, as políticas públicas.

É desse contexto, principalmente, que surgem as diversas possibilidades de estudo sobre os erros: os erros conceituais e históricos que aparecem, ou os erros importantes que surgem na gênese dos conhecimentos, os quais deixam de aparecer nos livros didáticos; os

⁸ Considero que, para além da importância de investigar problemáticas que emergem desse contexto (a sala de aula), os resultados dessas investigações precisam, de alguma forma, voltar-se para essa realidade.

erros que professores cometem quanto ao conteúdo abordado; os erros didáticos, quando buscam analogias impróprias ou caminhos que contribuem menos para o desenvolvimento de seus alunos; e, principalmente, os erros que os alunos cometem durante as aulas, sua natureza, causa, encaminhamento dado pelos professores e postura dos professores e dos próprios alunos diante de seus erros e de seus colegas.

Desses apontamentos preliminares, questiono-me sobre as influências de distintas concepções de ‘erro’ na relação de sala de aula, em específico nas aulas de Física. Qual é o papel do erro no processo de ensino-aprendizagem de Física? Quais as concepções que os professores possuem sobre o papel do erro na produção de conhecimento científico? E na aprendizagem dos seus alunos? Como essas concepções que os professores possuem acerca do erro influenciam nas relações de sala de aula entre o professor, o aluno e o conhecimento?

Questionamentos como esses podem não fazer sentido em uma lógica reprodutivista – mesmo que essa esteja implícita –, em uma concepção tradicional de educação que, apesar de ter sua importância histórica no processo de institucionalização escolar, não diz respeito às necessidades da educação brasileira atual⁹. Ademais, reflexões de pesquisadores apontam a necessidade de repensarmos o papel do aluno em sua aprendizagem, seja considerando-o como sujeito do conhecimento (DELIZOICOV et al., 2007; DELIZOICOV, 1991; FREIRE, 1996) ou como construtor do seu conhecimento (PINTO, 2000; CACHAPUZ et al., 2005).

No EC, e particularmente no ensino de Física, poderíamos indagar se um agravante seria a relação que o próprio professor dessa disciplina estabelece com a natureza do conhecimento veiculado em suas aulas. Ou seja, considerando os vários apontamentos sobre a importância de se ter uma visão menos ingênua quanto à natureza do conhecimento científico, pergunto: Quanto essa clareza epistemológica não estaria contribuindo para a visão dos professores de Física com relação aos erros dos seus alunos?

⁹ Como necessidade da educação brasileira atual, refiro-me às necessidades oriundas da popularização da educação que ocorreu no Brasil a partir da segunda metade do século XX, conforme apontam Delizoicov et al. (2007, p. 33-34).

É a partir dessas visões não ingênuas com relação ao conhecimento, as quais repensam o aluno em seu processo educacional, que as perguntas anteriores começam a fazer algum sentido. Assim, parto da hipótese de que as concepções sobre os erros estejam influenciadas por uma postura educacional e epistemológica, mesmo que tal postura não esteja explícita.

2.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Baseando-me no que foi discutido até agora, considerando que as ocorrências de erros são inevitáveis nas aulas de Física e tendo em vista tanto o contexto das pesquisas sobre erro quanto aquelas sobre educação científica, formulei o seguinte problema de pesquisa: **De que forma professores de Física do EM compreendem e tratam os erros dos seus alunos?**

Apesar de haver pesquisas que já tragam resultados sobre as visões/concepções de professores sobre os erros que seus alunos cometem (SOUZA, 1999; SILVA, A. R., 2005), ficarão mais claras as diferenças entre os meus objetivos ao analisarmos a compreensão dos erros assumida nessas e nas demais pesquisas que tomam os erros como objeto de estudo. Posso adiantar, porém, que não faria sentido transladar os resultados daquelas pesquisas para os sujeitos – a saber, professores de Física que estarão sendo considerados em seus respectivos contextos – cujas compreensões sobre os erros de seus alunos interessam-me.

Assim, além de compreender que o processo de formação em Física é único em cada caso, entendo que há práticas e conhecimentos que são comuns especificamente aos cursos de Física. Levando em consideração essas especificidades, justifica-se a não extrapolação dos resultados de pesquisa sobre as concepções de erros que professores, de outras disciplinas e inseridos em outros contextos, possuem.

Assim, serão considerados como sujeitos desta pesquisa os professores de Física que responderam o questionário presente nos Anexos, professores predominantemente da região da grande Florianópolis e formados pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) ou pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC),

sobre os quais investigarei como concebem os erros e seus possíveis desdobramentos. Assim, focarei a busca por apreender o entendimento expresso nas respostas de cada sujeito, assim como correlacionar essas respostas com as dos demais sujeitos. Contudo, reconheço as limitações da perspectiva assumida, uma vez que não me propus a avançar em direção às causas para as relações que cada sujeito estabelece com os erros, mas sim às compreensões gerais que as respostas dos sujeitos podem me propiciar.

Seguem os objetivos da presente pesquisa.

Objetivo geral

- Investigar as formas como os professores compreendem os erros dos alunos nas aulas de Física e como essa compreensão pode influenciar o tratamento desses erros.

Objetivos específicos

- Compreender como os sujeitos interpretam os erros no contexto epistemológico;
- investigar a existência de erros de distintas naturezas nas aulas de Física segundo a percepção dos professores;
- analisar como os professores compreendem que podem tratar os erros nas aulas de Física, bem como a repercussão desse tratamento.

Apesar de reconhecer os erros como inerentes ao processo educativo (possivelmente em todos os contextos), não buscarei uma análise que contraste visões absolutamente corretas e incorretas dos erros, por entender que, apesar de ser algo inerente ao processo de conhecer, os erros são vistos e interpretados, subjetivamente e intersubjetivamente, a partir de determinados condicionantes. Não há, dessa forma, uma visão transparente e isenta de subjetividade que possa servir de referência independentemente do tipo de erro, de quem o cometa e do contexto em que isso ocorra. Isso não implica que esta pesquisa não busque um aprofundamento sobre possíveis significados atribuídos aos erros, ou discussões sobre como esses possíveis

significados podem contribuir para uma educação menos discriminatória e para a construção de um mundo mais tolerante e humano.

2.3 PRESSUPOSTOS

Existe a necessidade, pelo menos tendo em vista a presente pesquisa e a perspectiva adotada, de acrescentar dois aspectos sobre a importância do pesquisador em EC ter:

1) uma definição quanto a concepção de educação para cujos propósitos a sua investigação em ensino de Ciências está voltada;

2) uma concepção, principalmente epistemológica, de Ciência cujo ensino estará investigando. (DELIZOICOV, 1991, p.2)

Seguindo essas recomendações, acredito que seja importante ao pesquisador também buscar:

- a) ter clareza sobre sua concepção de mundo (realidade vivencial, e ontológica), que deverá minimamente ser coerente com sua concepção epistemológica e educacional/gnosiológica¹⁰;
- b) explicitar sua concepção de sujeito, o que balizará tanto a leitura/análise que fará dos sujeitos de suas pesquisas (empíricas), quanto à imagem que esse pesquisador faz das pessoas a quem devem estar voltados os fins da educação.

Esses dois últimos aspectos se tornam ainda mais importantes por estarem contidos nos dois pontos trazidos por Delizoicov (1991), propiciando uma articulação coerente entre eles, assim como seu

¹⁰ Ciente que possa parecer redundante, usarei, para evitar ser mal interpretado, o termo 'epistemologia' quando me referir à gênese/construção do conhecimento científico, e o termo 'gnosologia' para me referir à gênese/construção de conhecimentos quaisquer.

aprofundamento. Gamboa (1987), citado por Delizoicov (2004), considera a caracterização a seguir como uma síntese do teor das pesquisas em EC:

[...] Por trás de uma determinada abordagem está um interesse gnoseológico específico e a visão de mundo que o pesquisador consciente ou inconscientemente deixa, mais ou menos, transparecer no seu relatório, dissertação ou tese. [...] Nesse sentido, cada abordagem metodológica [da pesquisa] está vinculada a um determinado interesse de conhecimento. Essa constatação sugere reflexões sobre a visão de mundo e nexos conhecimento e interesse que dão suporte à ação investigadora, levando o pesquisador a clarificar suas posturas a partir da própria abordagem metodológica [...] (GAMBOA, 1987, apud DELIZOICOV, 2004, p. 161, grifo nosso).

Ou seja, há uma clareza epistemológica, com relação às pesquisas em EC, que nega a neutralidade do pesquisador, admitindo que, mesmo quando não explicitadas as concepções dos aspectos pontuados, o pesquisador não está desvinculado de uma postura epistemológica, de uma visão de mundo-sujeito, tampouco de uma concepção educacional.

Discussões mais detidas sobre o ponto (a) têm surgido na literatura nacional, principalmente tecendo críticas ao construtivismo (LABURÚ; SILVA, 2000; LABURÚ; ARRUDA, 2002; LABURÚ; CARVALHO, 2005; MATTHEWS, 2000), em particular ao construtivismo como o concebido por Von Glassersfeld. Também, alguns dos trabalhos que defendem o “construtivismo” (GALIAZZI, 2008), além de buscar uma desambiguação desse termo, acabam tomando partido em relação a posicionamentos sobre a realidade no sentido de empregar uma normativa quanto a posições ontológicas realistas em detrimento de posições idealistas¹¹.

Contudo, é importante salientar que essas discussões, da forma como se apresentam, podem estar escapando ao escopo da pesquisa em EC, uma vez que a Ontologia se constitui como um campo de pesquisa

¹¹ Cf. Galiazzi (2008, p. 138).

em Filosofia e, diferentemente do caso do positivismo, que não é mais defendido hoje, ainda há embates filosóficos não resolvidos, nem a favor do idealismo, tampouco do realismo. Conforme já apontava Hessen em seu livro publicado pela primeira vez no início do século passado:

[...] o idealismo não consegue mostrar que o realismo seja contraditório e, em função disso, inadmissível. Por outro lado, o realismo também não consegue derrotar definitivamente seu adversário. Como já mostramos, ele não pode fazer com que prevaleçam razões logicamente necessárias, mas apenas razões prováveis.

[...] Nem o realismo nem o idealismo deixam-se provar ou refutar por meios puramente racionais. Uma decisão só me parece ser possível nesse caso por vias *irracionais*. (HESSEN, 2003, p. 88, *itálico do original*).

Um grande marco no pensamento filosófico foi a distinção kantiana entre “coisa-em-si” e objeto do conhecimento (CUPANI, 1989, p. 19), que separa o que seria a Física (ou ciência de maneira geral, que se ocuparia do “objeto do conhecimento”) da Metafísica (que estaria preocupada com a “coisa-em-si”, ou, usando a categoria de Hessen (2003), com a essência do conhecimento). O que nos remete à separação entre realismo¹² ontológico e epistemológico e, acerca do primeiro, distintas perspectivas, como as da Fenomenologia de Kuhn, Bachelard (e, acrescentaríamos, Fleck), já vêm assinalando a dificuldade de representação da realidade como uma instância externa independente do sujeito (CUPANI, 1989).

Uma possível interpretação para a dificuldade dos educadores e pesquisadores da área de EC não considerarem outras posições

¹² Segundo nos esclarece Cupani (1989, p. 20, grifo nosso): “A noção tradicional supõe o realismo filosófico no duplo aspecto, de realismo ontológico (ou seja, a convicção de que o mundo existe independente de nossos esforços por conhecê-lo e que possui propriedades que não se derivam desse conhecimento) e de realismo gnosiológico ou epistemológico (que consiste em conceber o conhecimento como uma relação em que o sujeito não produz, senão que re-produz o objeto conhecido).”.

ontológicas, ou não reconhecerem que há nuances entre as posições realistas¹³, pode ser dada a partir da teoria do conhecimento de Fleck (2010), quando esse autor dá exemplos sobre a persistência de determinados pontos de vista e a importância de sua teoria comparada (relativa) do conhecimento para superar essas compreensões simplificadoras dos acontecimentos. O autor coloca que:

Quando uma concepção penetra suficientemente num coletivo de pensamento, quando invade até a vida cotidiana e as expressões verbais, quando se tornou literalmente um ponto de vista, qualquer contradição parece ser impensável e inimaginável. Alegava-se contra Colombo: ‘Será que alguém perdeu os sentidos a ponto de acreditar que houvesse antípodas, cujos pés estão voltados contra os nossos? Pessoas que andam com as pernas viradas para cima e com as cabeças penduradas para baixo? Que existisse uma região na terra, onde as coisas de baixo se encontrassem em cima, onde as árvores crescem para baixo e a chuva, o granizo e a neve caíssem para cima? A ilusão de a terra ser redonda é a causa para essa fábula tola etc.

Hoje sabemos que os conceitos “em cima” e “em baixo” causaram essa impensabilidade (*Undenkbarkeit*), que se dissolve numa investigação relativista. Encontramos as mesmas dificuldades ao usar os conceitos de existência, de realidade, de verdade etc. de maneira absoluta [...] (FLECK, 2010, p. 70, grifo nosso).

Embora as pretensões do autor se restringissem à exposição de sua tese epistemológica, seu posicionamento corrobora minha crítica à limitação de uma posição ontológica normativa.

Um exemplo distinto, e devidamente cauteloso, do uso do termo ‘realidade’ pode ser encontrado no trabalho de Pietrocola (2005, p. 24),

¹³ Johannes Hessen, em sua obra Teoria do Conhecimento, escrita originalmente em 1925 (Cf. HESSEN, 2003), já nos apresenta quatro variantes: realismo ingênuo, realismo naturalista, realismo crítico e realismo volitivo.

no qual o autor salienta que, quando fala de realidade, está se referindo ao que chama de “sentimento de realidade”, ou seja, “à realidade como resultante de nossos mecanismos de percepção”, não como realidade ontológica.

O que coloco em questão não é, de forma alguma, a relevância de discussões de cunho filosófico, mas as normativas quanto a determinadas posições, em particular, quanto à premissa de que não é possível o ensino de Ciência se esse não for baseado numa concepção realista – em sentido ontológico (GALIAZZI, 2008; LABURÚ; SILVA, 2000; LABURÚ; ARRUDA, 2002; LABURÚ; CARVALHO, 2005; MATTHEWS, 2000). O que me parece mais uma questão de *posicionamento* referente à determinada visão de mundo do que uma verdade autoevidente, absoluta e facilmente verificável¹⁴. Lanço o desafio para que, ao invés de criticar determinadas categorias filosóficas (ou de qualquer outra área específica) por si só, como pesquisadores da educação¹⁵, busquemos compreender os argumentos dos defensores das posições das quais divergimos e, além disso, que procuremos avaliar as consequências educacionais desses posicionamentos.

Nesse sentido, sou simpático – principalmente pela formação na área científica – à posição de que existe uma realidade independente dos sujeitos que a apreendem, ou seja, um pressuposto metafísico realista. Assim, acredito ser possível trazer justificativas por adotá-lo em detrimento de outros, mas em hipótese alguma buscarei argumentar a possibilidade de sua verificação ou falsificação.

¹⁴ Ver exemplos de pretensões de contra-argumento ao idealismo que nos trazem Phillips (1996, apud GALIAZZI, 2008, p. 138) e Lawson (1993, apud GALIAZZI, 2008, p. 138).

¹⁵ Acredito na importância de ter a clara noção de que meu objeto de estudo principal é a educação, o que não me impede de produzir conhecimentos em outras áreas, tomando nesses trabalhos outros objetos de estudo que não a educação. Contudo, os objetos de estudos relacionados à educação pressupõem uma complexidade tamanha que, por mais recortado que seja o objeto, na busca de apreendê-lo (por exemplo, se eu estiver preocupado em pensar metodologias que potencializem a aprendizagem de determinado conceito), terei inevitavelmente que me apropriar de conhecimentos de outras áreas, o que não me coloca na posição de autoridade sobre essas outras áreas.

Assim, sobre esse meu pressuposto, a exemplo dos demais que explicitarei no decorrer do trabalho (concepção de sujeito, de mundo), estou passível apenas a críticas relacionadas à coerência desses pressupostos com os argumentos que desenvolverei, jamais pela validade desses pressupostos em si. Dessa forma, defendo que estejamos abertos ao diálogo para repensar nossos pressupostos, se não para mudá-los, pelo menos para buscar compreender as consequências educacionais que outras perspectivas podem vir a ter.

Ainda sobre essa discussão, agora relativamente à realidade epistemológica, concordo com Freire (2006, p. 40) que, apesar de admitir o homem e o mundo com ontologias próprias, julgo carecer de sentido conceber um mundo sem quem o apreenda: sem quem o transforme transformando-se.

Essa ideia de objetividade que dispensa o homem é recorrente, principalmente quanto se trata de sujeitos que passam por processos de formação em áreas científicas. Contudo, tal como a subjetividade excessiva, que é capaz de criar um mundo, a busca por conhecimentos de maneira puramente objetiva pode culminar no rompimento da relação dialética entre o sujeito (homem) e a realidade (mundo) que dá ao sujeito a condição de ser (FREIRE, 2006, p. 75-76). Até porque, não é possível ser senão no mundo: em uma determinada sociedade, produtora de uma determinada cultura em um determinado período da história. Assim, embora a Física tenha como objeto de estudo a realidade, e que essa seja entendida como independente dos sujeitos, isso não significa que os conhecimentos sobre a realidade propiciados pela Física sejam independentes de quem os produziu, a não ser que queiramos dar um enfoque exclusivo aos produtos, correndo o risco de defendermos os conhecimentos de hoje como verdades absolutas.

Com relação a minhas concepções de sujeito (epistemológica e educacional), buscarei explicitá-las ao longo do trabalho.

2.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No **terceiro capítulo**, foi feita uma revisão de literatura acerca dos erros nas pesquisas em EC e MTM, em que busquei situar as

discussões específicas sobre a temática dos erros nas pesquisas em EFS. Dessa forma, também buscarei evidenciar como essa temática dos erros pode se articular com alguns outros temas relacionados ao EFS.

Será exposto, no **quarto capítulo**, o delineamento metodológico da pesquisa, constituído pelos pressupostos teórico-metodológicos, pela construção dos instrumentos de coleta de dados, assim como pela descrição do perfil dos sujeitos.

No decorrer do **quinto capítulo**, apresentarei as compreensões que obtive analisando as respostas dos sujeitos ao questionário, as quais foram divididas por três enfoques: 1) as compreensões de como os sujeitos situam/percebem o papel da epistemologia para o EFS e a forma como situam os erros nessa dimensão epistemológica; 2) os entendimentos que obtive sobre como os sujeitos percebem os alunos que erram, os tipos de erros e os contextos nos quais esses sujeitos percebem esses erros; e 3) por fim, as compreensões sobre as justificativas que os sujeitos dão para o EFS, como percebem os seus sentimentos e os dos alunos mediante os erros e as formas com que acreditam poder lidar com esses.

O **sexto capítulo** trará uma recapitulação breve do que foi discutido nos capítulos anteriores, a partir da qual discutirei os principais resultados obtidos, proposições para futuras pesquisas, bem como apresentarei as considerações finais deste trabalho.

3 A TEMÁTICA DO ERRO

O erro não se opõe à verdade como o esquecimento à lembrança ou a ignorância ao conhecimento. (Victor Brochar)

Falar de erros, em si, significa incorrer em questões relacionadas exclusivamente às atividades humanas. Não é comum falarmos de erros de animais ou de coisas. Mesmo quando falamos em erro computacional, muitas vezes perdemos de vista que toda a tecnologia computacional também é produto do trabalho, e que esse é próprio da humanidade, pois por meio dele é que é possível não apenas aprendermos mais, mas, sobretudo, transformarmos a realidade.

Entretanto, as distintas atividades humanas implicam a ocorrência de erros em um espectro muito vasto de contextos, mesmo quando consideramos as atividades relacionadas à produção do conhecimento, o que faz o erro ser um tema de estudo por diversas áreas. Conforme pontua Torre (2007), os erros são objeto de estudo em diversos campos, como nas ciências medicinais, nas ciências jurídicas, na Linguística etc.

Entendendo os erros dessa forma, seria impensável que no contexto escolar eles deixassem de se mostrar presentes, a não ser a partir da descrença na essência humana dos que integram esse contexto. Entretanto, a prescindível argumentação em torno da ocorrência dos erros no contexto escolar não poderia dispensar consigo discussões em torno dessa temática, até porque não seria a partir dos erros que muitos dos problemas da educação se mostram? Assim, não poderíamos dizer que essa temática tangencia muitas pesquisas – se não todas – relativas à educação?

Nesse sentido, apesar de não termos claro a partir de que momento os erros passaram a figurar como objeto de estudo da educação, há estudos que os interpretam a partir das distintas tendências pedagógicas que foram surgindo ao longo da história da educação (SOUZA, 2006), como também à luz de teorias de desenvolvimento e aprendizagem (MACEDO, 1994; LA TAILLE, 1997; SOUZA, 2006, entre outros).

Em se tratando de educação em ciências, pesquisas sobre “concepções alternativas”¹⁶, assim como a grande quantidade de pesquisas balizadas na concepção de ‘obstáculo epistemológico’ de Bachelard, poderiam ser citadas como exemplos de que os erros dos alunos – mesmo implicitamente – já vêm sendo abordados por pesquisadores em EC e EFS. Cabe questionar se, nessas pesquisas, há um real interesse em compreender os erros dos alunos.

Desse modo, uma busca pelas palavras ‘erro’ e ‘erros’ nos títulos dos trabalhos das seis últimas edições do Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF)¹⁷ e do primeiro ao sétimo Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC) deu-me um retorno de apenas oito trabalhos.

Também, em uma busca por trabalhos no banco de teses da CAPES e no Portal da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (PDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), obtive como retorno 32 trabalhos sobre os erros relativos particularmente ao EC e MTM.

Não tenho por objetivo, com este capítulo, apresentar buscas sistematizadas acerca das pesquisas sobre os erros, mas apenas fornecer uma ideia da visibilidade desses estudos no contexto das pesquisas em EFS, entendendo-as como parte de pesquisas de ciências e MTM. Assim, proponho tecer algumas indicações e considerações a respeito de possibilidades de estudos sobre a temática dos erros no EFS a partir de trabalhos distintos, inclusive dos que não restringem os erros como objeto de estudo ao EFS ou EC.

Em síntese, este capítulo será dividido em duas subseções. Na subseção 3.1, buscarei dar uma ideia da quantidade de trabalhos que abordam o tema ‘erros’ nas pesquisas em EFS; já na subseção 3.2, discutirei, a partir dos trabalhos indicados na subseção anterior, entre

¹⁶ Concepções que tiveram início no final da década de 1970 na Europa, com os trabalhos de Rosalind Driver e Laurence Viennot (VILLANI, 2007), inspirando inúmeras pesquisas no Brasil, como evidencia o grande número de trabalhos sobre essa temática durante a década de 1980 e início da década de 1990 (DELIZOICOV, 2004).

¹⁷ O XII Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF), ocorrido em 2010, ainda não disponibilizou seus anais no *site* do evento, por isso, ele não foi contabilizado em minha pesquisa.

outros, os erros no contexto epistemológico, no processo de desenvolvimento e aprendizagem, nas avaliações, nos livros didáticos, nas atividades experimentais, nas estratégias didáticas relativas aos erros, e nas visões de erros dos professores.

3.1 UMA IMAGEM DOS ERROS NAS PESQUISAS EM EFS

Nesta subseção, descreverei as formas como foram obtidos alguns dos trabalhos relevantes sobre os erros e EFS, buscando propiciar uma ideia de que, apesar da recorrência desse fenômeno em sala de aula, ainda há poucas pesquisas que aprofundem esse tema.

Dado o tempo disponível à realização da pesquisa e a grande amplitude que uma revisão de literatura sistematizada sobre o assunto poderia assumir, optei por restringir minha busca apenas a trabalhos publicados nas atas do EPEF e ENPEC constantes no PBTB da CAPES e no banco de teses e dissertações do IBICT.

Considerarei as seis últimas edições do EPEF ao buscar pelos termos ‘erro’ e ‘erros’ nos títulos dos trabalhos, com exceção do XII EPEF, de 2010 – conforme explicitado anteriormente. Do total, obtive apenas dois trabalhos, um do X EPEF, sobre erros experimentais (MARINELI; PACCA, 2006), e outro do XI EPEF, sobre os conceitos de ‘eletricidade’ e ‘magnetismo’ numa perspectiva bachelardiana (SOUZA FILHO et al., 2008).

A busca nas atas dos ENPECs se deu manualmente, apenas por título, pois nem todas as edições disponibilizavam recurso de busca e eu não tinha como objetivo fazer uma busca refinada, de forma que estou ciente de que alguns trabalhos podem ter tratado de ‘erros’ sem ter em seu título esse termo.

Assim, nas atas do I ENPEC, obtive um trabalho que não diz respeito à presente pesquisa por se referir a um método estatístico relativo a erros de medida em ciências humanas. Não foi obtido nenhum trabalho nas atas do segundo e terceiro ENPECs. Correspondentes ao IV ENPEC, foram obtidos dois trabalhos, um sobre os erros no EFS (VERCHENKO; SILVEIRA, 2003) e outro sobre os erros no EC (RICARDO; REZENDE, 2003). Encontrei um trabalho nas atas do V

ENPEC, que se referia a erros conceituais em textos de Física (SOUZA; SOUZA, 2005). Do VI ENPEC foi obtido um trabalho sobre jogos (DIOGO; GOBARA, 2007). Nas atas do VII ENPEC, a partir do mesmo critério, encontrei apenas referências de um trabalho sobre erros nas provas de vestibular de Biologia, entretanto, não se encontrava disponível. Os dados sobre tais trabalhos se encontram sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 – relação comparativa do total de trabalhos publicados em cada edição do ENPEC e respectivos números de trabalhos com o termo “erro” no título.

ENPEC	Número total de trabalhos	Trabalhos que trazem o termo ‘erro’ no título	
		Nº	Autores
VII (2009)	693	1	Dias (2009)
VI (2007)	669	1	Diogo; Gobara (2007)
V (2005)	679	1	Souza; Souza (2005)
IV (2003)	434	2	Ricardo; Rezende (2003) Verchenko; Silveira (2003)
III (2001)	233	0	-
II (1999)	169	0	-
I (1997)	139	1	Silveira (1997)
Total	3016	6	

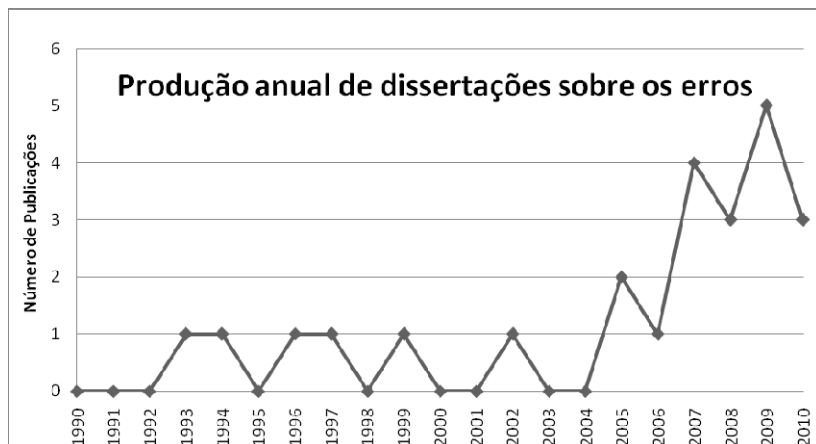
Fonte: O autor (2012).

Já nos bancos de teses e dissertações da CAPES e do IBICT, inicialmente utilizei como método de busca as palavras ‘erro’ e ‘erros’. Por recuperar milhares de trabalhos de outras áreas do conhecimento, obriguei-me a restringir a busca pelas díades: erro(s)-educação, erro(s)-ensino, erro(s)-ensino-aprendizagem, erros(s)-aprendizagem, erro(s)-avaliação.

Nessa busca, recuperei apenas 32 trabalhos que julguei estarem relacionados a EC e MTM. Dentre eles, oito teses e 24 dissertações, sendo dessas últimas, 22 de mestrado acadêmico e duas de mestrado profissional, todas publicadas/defendidas entre os anos de 1992 a

2010¹⁸. Podemos perceber, conforme Gráfico 1 e Gráfico 2, o crescimento anual das produções de trabalhos (respectivamente, de dissertações e teses) sobre¹⁹ os erros.

Gráfico 1 – Produção anual de dissertações em Educação e Educação em Ciências e Matemática que tomam os erros como objeto de estudo



Fonte: O autor (2012).

¹⁸ É importante considerarmos que o banco de teses da CAPES possui trabalhos defendidos somente até 2009. Assim, aqueles defendidos em 2010 podem não estar incluídos.

¹⁹ Quando me refiro a estudos sobre erros, refiro-me a estudos que tomam os erros como objeto de pesquisa – pelo menos um dos contextos em que os erros surgem no contexto escolar.

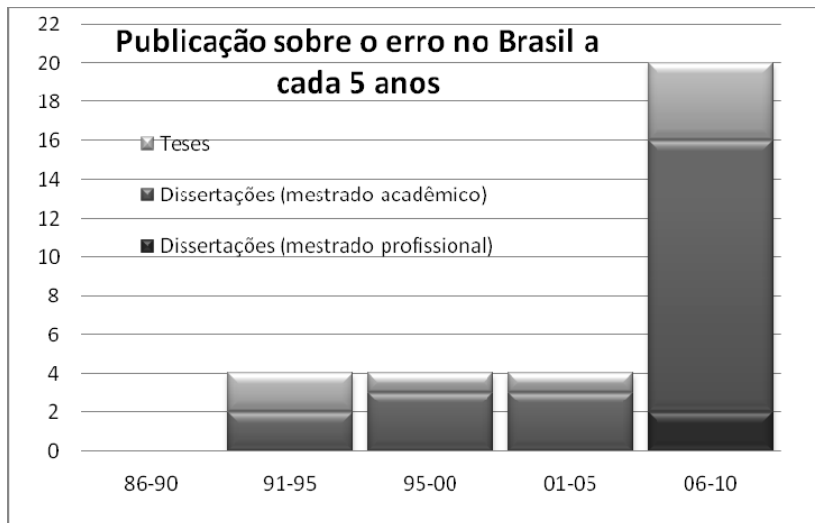
Gráfico 2 – Produção anual de teses em Educação e Educação em Ciências e Matemática que tomam os erros como objeto de estudo



Fonte: O autor (2012).

Esse crescimento fica mais nítido se observarmos a produção em períodos de cinco em cinco anos. No Gráfico 3, aparecem as contagens de nenhuma publicação entre os anos de 1986 e 1990, duas dissertações e duas teses entre os anos de 1991 e 1995, três dissertações e uma tese entre 1995 e 2000, novamente três dissertações e uma tese entre 2001 e 2005, e finalmente 16 dissertações (sendo 14 de mestrado acadêmico e duas de mestrado profissional) e quatro teses de 2006 a 2010.

Gráfico 3 – Produção de teses em Educação e Educação em Ciências e Matemática que tomam os erros como objeto de estudo, contados de cinco em cinco anos



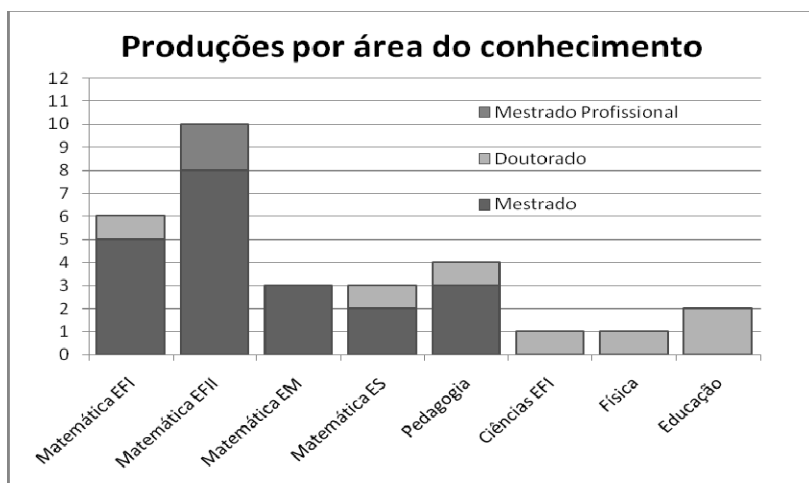
Fonte: O autor (2012).

Em uma análise preliminar, poderíamos dizer que houve um grande crescimento das pesquisas sobre os erros em EC e MTM. Entretanto, conforme pontuado na Introdução, nos últimos anos houve um aumento na produção acadêmica relativa à área de Ensino de Ciências e Matemática, carecendo, assim, de comparações sobre o crescimento das pesquisas acerca dos erros e das publicações da área para dizer se houve ou não crescimento relativo além do crescimento absoluto.

Uma análise preliminar dos recortes feitos nesses trabalhos nos possibilita classificá-los propiciando uma ideia das áreas de concentração dessas pesquisas. Conforme trazemos no Gráfico 4, a maioria dos trabalhos investigam os erros relacionados à disciplina de Matemática. Desses trabalhos que se propõem a investigar problemáticas relacionadas com os erros em distintos contextos, temos cinco dissertações e uma tese relativas aos erros no Ensino Fundamental

de 1º ao 5º ano²⁰ (EF – I), oito trabalhos de mestrado acadêmico e dois de mestrado profissional para o Ensino Fundamental de 6º ao 9º ano (EF – II), três dissertações de mestrado para o Ensino Médio (EM) e finalmente duas dissertações e uma tese que tratam da problemática dos erros no Ensino Superior (ES).

Gráfico 4 – Produção de teses que tomam os erros como objeto de estudo, por áreas/contexto



Fonte: O autor (2012).

Ainda no Gráfico 4, observamos que há trabalhos que não se atêm aos erros no campo da Matemática exclusivamente, como as três dissertações e a tese que abordaram os erros ocorridos no Ensino Fundamental em uma perspectiva pedagógica mais geral. Além daqueles, temos os trabalhos de doutorado de Aquino (2002) sobre os erros no ensino de ciências para o Ensino Fundamental I, dois trabalhos sobre educação em uma perspectiva mais geral e o trabalho de Souza Filho (2009) sobre os erros no ensino de Física.

A seguir apresentaremos o que dizem as pesquisas citadas durante esta seção, dentre outros trabalhos que tratam dos erros, que

²⁰ Antigo Ensino Fundamental de 1ª a 4ª série.

obtivemos por meio de buscas não sistematizadas. Assim, estruturaremos a apresentação desses trabalhos e nossas conseqüentes reflexões e posicionamentos a partir de temáticas pontuais em que os erros se inserem.

Nesse sentido, buscaremos sair de um contexto mais genérico em direção a possibilidades mais concretas de estudos sobre os erros. Iniciaremos situando os erros de maneira geral e, a partir daí, trataremos de relações mais específicas.

3.2 SITUANDO OS ERROS NO CONTEXTO DE ENSINO

3.2.1 Erros e epistemologia

Tradicionalmente o ensino da disciplina Física é caracterizado por tratar de teorias cientificamente aceitas que são apresentadas como definitivas e derivadas de um “simples” processo de descoberta a partir de observações neutras. Gil Pérez et al. colocam que:

[...] as limitações de uma educação científica centrada na mera transmissão de conhecimentos – limitações postas em relevo por uma abundante literatura [...] – deram origem às investigações que evidenciaram as concepções epistemológicas inadequadas e mesmo incorretas como um dos principais obstáculos aos movimentos de renovação da Educação em Ciência/Didática das Ciências. (GIL PÉREZ et al., 2001, p. 126).

Questiono o que seriam concepções epistemológicas incorretas, uma vez que, para julgá-las assim, deveria haver uma espécie de paradigma epistemológico, uma referência *correta* para servir de comparativo. Apesar de considerar forte a colocação do termo *incorreto* para determinadas interpretações epistemológicas, acredito haver pertinência no que os autores evidenciam sobre a pouca discussão epistemológica, repercutindo em visões simplistas de como se originam os conhecimentos científicos.

É possível perceber que “toda a estratégia pedagógica adquire sentido e importância em função, entre outros fatores, da opção epistemológica do seu autor” (DÉSAUTELS et al., 1993, apud GIL PÉREZ et al., 2001, p. 126). Dessa forma, inferimos que os professores de Física possuem uma concepção – mesmo que implícita – de como foram produzidos os conhecimentos que eles abordam em sala de aula, concepções essas que refletem não apenas na forma como tratam esses conhecimentos, mas em toda sua prática docente.

À luz de uma concepção epistemológica em que o conhecimento científico é absoluto e erigido linearmente sobre acúmulos de acertos, é de se esperar que os erros sejam vistos apenas como algo a ser extirpado do processo de ensino-aprendizagem relativo a esse conhecimento. Porém, analisando a própria evolução da ciência sob um olhar pós-empirista, podemos identificar que um dos pontos de convergência na epistemologia contemporânea se dá no fato de os conhecimentos científicos não serem absolutos. Essa convergência ocorre mesmo em teses que se opõem em sua essência, como a epistemologia de Thomas Kuhn – que, a partir de uma perspectiva histórica, compreende que “a evolução da ciência se dá em uma sequência de períodos de ciência normal, nos quais a comunidade de pesquisadores adere a um paradigma, interrompidos por revoluções científicas” (OSTERMANN, 1996) – e a de Karl Popper – que adota o método hipotético-dedutivo e, apesar de não estar interessado na origem das hipóteses construídas pelos cientistas, mostra-se revolucionário ao conceber os experimentos como falsificadores potenciais de teorias que podem ser corroboradas e não mais provadas.

Embora nem todos esses filósofos da ciência explicitem o papel dos erros na produção do conhecimento científico, há um consenso com relação à provisoriabilidade das teorias científicas, ou seja, o conhecimento científico passa a ser visto como um corpo de conhecimento dinâmico, não mais como verdade absoluta, mas como verdadeiro no seu contexto histórico.

Acreditamos que um ponto a ser explorado entre epistemologia e educação científica é o papel de legitimação que os conhecimentos científicos exercem sobre o conhecimento escolar, ou vice-versa. Nesse ponto, retomamos as discussões sobre as visões que o professor tem sobre os erros, visões que podem estar estritamente relacionadas com

alguma noção de verdade. Nesse sentido, Pinto (2000) assinala que “em geral, o professor trata o erro a partir de sua verdade estrutural. Estando mais preocupado com as leis internas que regem o conteúdo a ser trabalhado, procura ensinar o certo e coibir o errado” (PINTO, 2000, p. 41, grifo nosso).

Essas noções de verdades estruturais do conhecimento científico que os professores possuem poderiam refletir, em parte, suas visões sobre a ciência (seja como produto acabado ou como em processo de construção constante). Para fazermos alguma afirmativa nesse sentido e relacionarmos essas com as noções de erro, faz-se necessário identificar, nas falas dos professores sujeitos da presente pesquisa, as relações entre suas concepções sobre os erros e a ideia de verdade em ciência que esses possuem. Acreditamos que é nesse contexto que as discussões de cunho epistemológico podem contribuir para que ocorra a “extensão” da noção de verdade e legitimação científica do professor e, por consequência, possibilitar o surgimento de um novo estatuto epistemológico dos erros para esses professores.

Gaston Bachelard, conhecido pela influência que suas ideias exercem sobre as pesquisas na área de Educação Científica em sua epistemologia histórica, traz contribuições com relação à importância conferida aos erros. Segundo sua filosofia, conhecemos sempre através de rupturas com o conhecimento anterior, retificando o que são considerados erros. Assim, Bachelard (1996) elabora a noção de *obstáculo epistemológico*, em que errar é inevitável. Esses obstáculos aparecem inevitavelmente no ato de conhecer, gerando confusões e causando estancamento e até retrocessos no conhecimento científico. Dessa forma,

[...] Bachelard (através de sua epistemologia) nos coloca o desafio de repensar como interpretamos o erro no processo de ensino-aprendizagem. Se o erro possui uma função positiva na gênese do saber, cabe procurarmos pensar a necessidade dos estudantes errarem no processo de ensino-aprendizagem. O erro deveria, então, deixar de ser encarado como o oposto do conhecimento verdadeiro. O erro é constitutivo do processo de construção do conhecimento (LOPES, 1996, p. 269).

Sobre o papel epistemológico dos erros, Ludwik Fleck (2010) também explicita em diversas passagens de sua obra: ao falar de experimento crucial, no sentido de que a história nos mostra que alguns desses experimentos retratavam coincidências ou erros (p. 50); nas descobertas (em todas elas), uma vez que, para estabelecer certas relações, outras relações devem ser ignoradas ou até negadas, trazendo como exemplo os problemas com a órbita de Mercúrio, que não era novidade, mas que não chegava ao grande público até o surgimento da teoria da relatividade, com a qual ela se adequou e, em função da qual, começou a ser citada (p.72); ao argumentar com dados históricos, como a partir de uma ideia ‘errada’ é possível se chegar a ‘verdades’ (p.126).

O autor também defende que não é possível o entendimento imediato de conceitos conforme um “estilo de pensamento” (EP) por quem não compartilha desse EP:

Qualquer tentativa de legitimação realizada concretamente possui apenas um valor limitado: ela é vinculada a um coletivo de pensamento. Ninguém está em condições de compreender logicamente o estilo de opiniões e a habilidade técnica, necessária para qualquer investigação científica. Uma legitimação, portanto, somente é possível onde, no fundo, já não é mais necessária, a saber, entre pessoas da mesma constituição mental, que pertencem ao mesmo estilo de pensamento e com uma formação específica semelhante (FLECK, 2010, p. 78).

Embora o autor não esteja se referindo ao contexto educacional, essa crítica à ideia tradicional de legitimação elucidada, inclusive, aspectos educacionais influenciados pela visão pretensa de uma legitimação universal baseada na verdade estrutural de determinado conhecimento. O que queremos dizer é que podemos buscar entender, partindo do que argumenta Fleck, alguns dos sérios problemas da educação em Ciências, em particular, o da dificuldade de comunicação entre professores e alunos com relação aos conhecimentos específicos abordados.

Analogamente ao que Fleck discute para o contexto epistemológico, podemos pensar nos professores de Física como sujeitos que já estariam compartilhando determinados conhecimentos e práticas

específicos de sua formação inicial, ou seja, que compartilham um mesmo EP, naturalizando perante aos seus alunos – que não compartilham daquele EP – o que não poderia ser naturalizado: a falta dessa consciência faz com que os professores não entendam por que os alunos não entendem certas obviedades/trivialidades segundo o EP que compartilham com os demais professores da mesma área – embora, em outros termos, essa preocupação já tenha sido bem colocada por Bachelard (1996).

Ou seja, sem reconhecer que os alunos possuem uma constituição mental baseada em referências socioculturais específicas – que condicionam sua visão de e sobre o mundo – os erros evidenciados podem não ter muito sentido para os alunos, pois esses erros evidenciados sempre serão relativos a um determinado estilo de pensamento, que em geral se restringe ao EP compartilhado pelo professor. Dessa forma, podemos compreender a dificuldade de os alunos se conscientizarem e reconhecerem seus próprios erros e até de esses alunos se comunicarem com os professores e os demais colegas.

Nesse sentido, olhar mais para as rupturas que ocorrem na construção do conhecimento, ou entre senso comum e conhecimentos científicos, pode contribuir para identificarmos os erros que os alunos não conseguiriam superar sozinhos, fomentando possíveis problematizações²¹, sem as quais não seria possível o professor compreender o que o aluno diz e vice-versa. Da mesma forma, “nenhum químico medieval poderia entender uma proposição da mesma maneira como nós, e vice-versa” (FLECK, 2010, p. 99).

Como explicitado mais acima, outros filósofos da ciência, além de Fleck, atribuem um papel aos erros em suas teorias epistemológicas. Autores como Karl R. Popper (1902-1994) e Gaston Bachelard (1884-1962), por suas visões acerca dos erros como fazendo parte do processo de conhecer, são tomados como referenciais epistemológicos em pesquisas sobre o erro no contexto educacional (SOUSA FILHO, 2009; SILVA, A. R., 2005; MENDES, 2007; PINTO, 2000). Contudo, esses autores – exceto Fleck – explicitam pressupostos que se distanciam dos nossos.

²¹ O termo que Fleck utiliza em sua obra, com o mesmo significado – interpretado por nós – de “problematização” utilizado por Freire (2000) é “complicação”.

Popper, que calca sua teoria da falseabilidade em uma visão lógico-racional da ciência em seu texto intitulado “O mito do contexto” (1996, p. 55-89), quando argumenta contra a ideia de incomensurabilidade, explicita certa cisão entre a sociedade e os cientistas, ao dizer que:

Os proponentes do mito do contexto fazem uma marcada distinção entre períodos racionais da ciência ocorridos dentro de um contexto (que se podem descrever como períodos de ciência fechada ou autoritária) e períodos de crise e revolução (que se podem descrever como o salto quase irracional – comparável a uma conversão religiosa – de um contexto para outro).

Há, sem dúvida, esses saltos irracionais e essas conversões, como foram descritos. Há, decerto, cientistas (cientistas normais, presumivelmente) que se limitam a seguir outros ou cedem a pressões sociais e aceitam uma teoria nova como uma nova fé, porque os especialistas, as autoridades, a aceitaram. Admito, com pesar, que a ciência também tem modas e que sofre pressão social.

Admito até que pode chegar um dia em que a comunidade científica seja composta, principalmente ou exclusivamente, por cientistas que aceitem sem crítica um dogma reinante. Oscilarão conforme as modas. E aceitarão uma teoria porque se trata do último grito e porque temem ser considerados retrógrados.

Afirmo, contudo, que este será o fim da ciência, tal como conhecemos [...]. Enquanto a ciência for a busca da verdade, será a discussão crítica e racional entre teorias concorrentes e a discussão crítica racional da teoria revolucionária. Essa discussão decidirá se a nova teoria deve ou não considerar-se melhor do que a velha teoria [...]. (POPPER, 1996, p. 82-83).

Popper está mais próximo de uma visão epistemológica “normativa”, distinta essencialmente da epistemologia comparada de Kuhn (e de Fleck). Como pontua Masterman (1979), o trabalho de Kuhn²² esteve voltado para a busca de uma compreensão de como ocorre a dinâmica de produção científica, considerando a perspectiva do que efetivamente fazem os cientistas, diferentemente de buscar entender o fazer ciência como uma atividade apenas filosófica.

Em nosso entendimento da perspectiva kuhniana, diferentemente do que parece entender Popper, conforme o trecho destacado acima, os períodos de ciência normal e revolução científica dizem respeito à comunidade científica numa perspectiva coletiva e histórica (processual) e não aos cientistas em particular em um momento estanque.

Do trecho citado anteriormente, também é possível identificar que a crítica do autor se sustenta se tomarmos uma particular concepção de ciência e de cientista, concepção essa que se distingue daquela, com a qual compartilhamos, que considera os sujeitos, inclusive os cientistas, como constituintes da sociedade e coprodutores de cultura. Nessa compreensão, dá-se ênfase, na produção do conhecimento, para as interações sócio-históricas, sejam elas estabelecidas diretamente entre “cientistas” e “pessoas” ou entre “cientistas” e os produtos histórico-culturais. Assim, os cientistas se constituem não apenas como sujeitos influenciados pela sociedade, mas como sujeitos sociais. E da mesma forma, a ciência não apenas sofre pressão social, mas é entendida nesse trabalho como um “quefazer” sócio-histórico por excelência.

Bachelard, apesar de compreender que o conhecimento se constrói numa relação dialética entre experiência e racionalidade e entre erro e verdade (SOUZA FILHO, 2009), possui uma epistemologia que não comporta, pelo menos de maneira tão enfática quanto Fleck, o papel condicionante da sociedade na gênese dos conhecimentos.

Conforme nos colocava Masterman (1979):

[...] nenhum filósofo da ciência moderna, até agora, retrocedeu mais cedo às fases em que não

²² É interessante notar que esse trabalho de Margaret Masterman foi publicado originalmente em 1965, data anterior à edição japonesa de 1969 da obra principal, “Estrutura das revoluções científicas”, de Thomas Kuhn, na qual o autor insere seu famoso posfácio.

há quaisquer teorias, [...] ou em que há um número excessivo delas (se a palavra metafísica for usada metafísica ou coloquialmente) e nenhum campo claro. Entretanto, em vista da atual proliferação das pretensas novas ciências, para que a filosofia da ciência pudesse tornar-se como deve ser, um guia cientificamente útil para pesquisadores verdadeiros, já deveria ter sido feito algum movimento filosófico retrocedente. (MASTERMAN, 1979, p. 83).

Mesmo discordando de Masterman sobre a pretensão que a autora deixa explícita,²³ segundo a qual, a filosofia da ciência poderia se constituir como guia para pesquisadores, consideramos importante trazer sua fala, pois a autora está se referindo também à insuficiência da análise de Kuhn aos períodos pré-científicos ou pré-paradigmático, análise que consideramos suprida por Fleck, o que possibilita reconhecermos a sua teoria do conhecimento como não apenas restrita à ciência, mas como elucidativa da construção de qualquer tipo de conhecimento.

Com relação à perspectiva epistemológica que fomentará a imagem sobre o processo de produção do conhecimento científico que servirá à concepção dos erros adotada neste trabalho, assumiremos a perspectiva fleckiana, pois entendemos que essa teoria possui pressupostos que convergem com os nossos, como a concepção de sujeito coletivo e de mundo. Ou seja, elencamos dois pontos principais que justificam a nossa opção por adotar essa perspectiva, são eles:

i) O caráter essencialmente social que possui a gênese dos conhecimentos ao considerar os conhecimentos e as práticas já estabelecidos historicamente naquele contexto histórico-cultural (SCHWINDEN, 2008, p. 50). Ou seja, a gênese dos conhecimentos é entendida como sendo determinada sócio-culturalmente, o que justifica a importância ímpar (se comparado aos demais epistemólogos que são referenciados nas pesquisas em EC) dada para a disseminação dos conhecimentos e práticas, conforme apontado na seção 3.2.5.

²³ Para mais detalhes, ver páginas 83 e 74 do livro: LAKATOS e MUSGRAVE. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento científico*. Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

ii) O caráter relativo da representação da realidade segundo o Estilo de Pensamento (EP) que determinados sujeitos compartilham, o que remete a uma concepção de que é na relação dialética com o mundo que o mesmo se torna apreensível. E mesmo que tenhamos uma realidade objetiva que mediatize os sujeitos, a apreensão dessa não ocorre da mesma forma, independente dos costumes culturais dos sujeitos.

Essa parece uma ideia que pode ser profícua para elucidar as incongruências entre os EPs compartilhados pelos professores de Física e os compartilhados pelos seus alunos: evidenciados através de problemas de comunicação em que sequer os significados de conceitos, como o de massa e força, são compartilhados.

Ou seja, assim como o conceito de verdade sempre será relativo a um determinado EP, os erros também assim serão. Essa relativização nos torna cara por contribuir para que compreendamos as dificuldades de nos conscientizarmos dos nossos erros, principalmente quando esses põem em xeque todos os conhecimentos e práticas que nos constituem.

3.2.2 Erros e aprendizagem

Considerando que muitas vezes os erros dos alunos se tornam evidentes para os professores apenas nas avaliações, nos questionamos sobre a existência de um papel para os erros dos alunos durante o processo de desenvolvimento e aprendizagem, e o quanto esses podem contribuir para a regulação a partir dessas avaliações.

A importância dos erros no processo de aprendizagem é explícita tanto em pesquisas de orientação psicogenética (LA TAILLE, 1997; MACEDO, 1994; PINTO, 2000) quanto em perspectivas que não dicotomizam cognição e afeto (MANDLER, 1989). O que há de comum nessas pesquisas é a identificação dos erros como um meio, um indicativo das características psicológicas e cognitivas em que o aluno se encontra no processo de desenvolvimento e aprendizagem.

Tomando a perspectiva do professor, deixar de levar em conta esse aspecto dos erros pode representar um descaso com relação a momentos únicos, em que o professor poderá contribuir para a

superação de erros que seus alunos não teriam condições de superar sozinhos. Até porque “a abertura de novas possibilidades a serem consideradas pelo aprendiz não se dá por livre associação de ideias, mas através da ‘liberação de limitações resistentes’” (PIAGET, 1993, apud CARVALHO; MARTINEZ, 2005, p. 135). Assim, “o erro viria ‘denunciar’ essas limitações, possibilitando a apropriação de novos aspectos de um novo referencial a ser compartilhado na sala de aula” (CARVALHO; MARTINEZ, 2005, p. 135).

Com base nos argumentos desses autores, é possível reformular as perguntas sobre a existência ou não do papel dos erros na aprendizagem de ciências e, em particular, da Física, passando a nos questionar se haveria possibilidade de aprender sem errar e como os erros poderiam ser compreendidos nesse processo.

Esse questionamento pode ser um caso particular dos levantados por Mandler (1989) com relação aos erros em sua “teoria da discrepância” ou mesmo através da noção de “situação adidática” da Teoria das Situações Didáticas (TSD) proposta por Guy Brousseau (2008). Segundo esse autor, sua TSD se baseia na premissa de que o aluno aprende quando em situações que passa a considerar um problema proposto como seu problema. Ou seja, quando articula os seus saberes em relação a esse problema em situações normais de conhecimento, em situações fora do contexto de ensino.

Buscar uma interpretação para os erros cometidos durante a aprendizagem em contexto educacional implica na necessidade de reconhecer que a aprendizagem não ocorre apenas na escola, delimitando os objetos de interesse para esse contexto. Isso porque, como assinala Brousseau (2008), ao nos referirmos a alunos em sala de aula, temos que olhá-los não apenas como sujeitos cognocentes (que aprendem), mas como sujeitos didáticos (que aprendem em condições de sala de aula), porém, levando em consideração que esses alunos estão inseridos em um contexto que extrapola as condições de sala de aula.

Ou seja, nosso interesse sobre o desenvolvimento e a aprendizagem poderia estar voltado para o contexto escolar, porém, é necessário considerar as influências do contexto maior, das relações sociais, no qual o sujeito do conhecimento estará inserido. Até porque, conforme a segunda lei fundamental de desenvolvimento de Vygotsky (2010), o que possibilita o processo de desenvolvimento é o

aparecimento das funções psicológicas superiores intersíquicas (essencialmente sociais) seguidas das funções psicológicas intrapsíquicas (internas ao pensamento).

Nessa visão, o professor seria um potencial mediador da aprendizagem que tem em vista o desenvolvimento dos seus alunos, ao considerar o confronto inevitável entre o que se pretende ensinar e os pré-saberes estruturados dos alunos (ASTOLFI; DEVELAY, 1990), ou, numa visão crítico-transformadora, as tensões e as transições (rupturas) que ocorrem entre o conhecimento vulgar (cultura primeira ou senso comum) e o conhecimento científico (cultura elaborada) no processo dialético e problematizador da codificação-problematização-descodificação (DELIZOICOV, 1991, p. 175), através do qual o conhecimento escolar é produzido coletivamente no enfrentamento de problemas reais.

Segundo La Taille (1997), numa perspectiva piagetiana os erros poderiam ser concebidos como negativos e positivos. O primeiro caso é evidenciado pela incongruência entre determinado conhecimento manifesto e os conhecimentos estabelecidos, como por exemplo, no caso da Física, a interpretação ingênua sobre determinado fenômeno. Quanto ao segundo caso, os erros estariam evidenciando a atividade reflexiva do aluno quanto à determinada situação, o que se justifica quando é percebida a coerência interna de muitas das concepções prévias dos alunos. Ou seja, é positiva porque, segundo La Taille (1997, p. 30, aspas minhas), “[...] a presença de ‘teorias’ erradas é preferível à ausência delas, ou seja, preferível à ausência de uma reflexão sobre os fenômenos do mundo.”..

Ainda que se tenha uma interpretação negativa, o autor defende que “[...] a importância da presença desses erros deve ser contemplada do ponto de vista de um diagnóstico a respeito do nível de desenvolvimento da inteligência do sujeito.” (LA TAILLE, 1997, p. 30). Nesse sentido, a partir de uma divisão baseada nas provas operatórias de Piaget, Macedo (1994) caracteriza os erros em três níveis de desenvolvimento, que seriam:

O nível I corresponde àquele em que a criança não resolve o problema ou mesmo sequer o entende. O nível II é o do conflito, ambivalência, dúvida ou flutuação. É o nível intermediário, no qual a

criança oscila em suas respostas. O nível III corresponde àquele em que a criança apresenta uma solução suficiente para a questão proposta. Obviamente que o nível III em um sistema equivale a um nível II ou nível I no que lhe é imediatamente superior em termos de complexidade. (MACEDO, 1994, p. 73).

Segundo o autor, o primeiro nível seria caracterizado por duas características: a justaposição (dissociação) e o sincretismo (indiferenciação). A justaposição poderia ser entendida quando o aluno²⁴ dá uma resposta inicial sobre determinada situação e, em seguida, na situação modificada por ele mesmo, ele dá uma segunda resposta sem vincular ou articular com a sua primeira. Ocorre uma espécie de “esquecimento” relativo a não articulação entre as distintas situações. Já “[...] o sincretismo é a outra face da moeda. Refere-se à ideia da criança de que se a forma foi alterada, também se alterou a quantidade. É um plano de indiferenciação.” (MACEDO, 1994, p. 74). Isso implica no fato de que “[...] um sistema só assimila um problema quando tem condição de lidar com ele.” (MACEDO, 1994, p. 74). Como exemplo, poderíamos nos referir ao clássico exemplo das massinhas de modelar, em que o aluno não consegue diferenciar e integrar os conceitos de forma e quantidade.

O segundo nível é caracterizado pela inconstância das respostas do aluno, fortemente influenciado pela opinião alheia e que, ao compreender uma situação, não consegue compreender outras semelhantes. Conforme pontua o autor:

Trata-se de um nível de resposta em que a compreensão do problema depende do contexto em que é formulado. No que diz respeito ao erro, esse nível corresponde àquela situação em que a posteriori admite-se ter errado, ou em que ainda não há antecipação ou pré-concepção do erro (MACEDO, 1994, p. 75).

²⁴ O autor usa o termo “criança”, mas entendemos que esse termo possa estar referido para os alunos, mesmo que sejam adolescentes ou até adultos.

Com relação ao nível III, existe uma mudança na forma como o aluno lida com os erros, pois os erros que o aluno comete quando está nesse nível, além de serem percebidos, tornam-se um problema para o próprio aluno. Um exemplo que o autor fornece é quando um aluno possui dúvidas sobre como se escreve uma palavra: se o aluno estiver nesse nível, de certa forma ele antecipará os erros e buscará forma de pré-corrigí-los, seja consultando um dicionário ou mesmo pedindo ajuda. Em outros termos, poderíamos dizer que, nesse nível, os alunos já estariam problematizados pelos erros que comete.

Algumas ponderações pedagógicas acerca da compreensão dos erros no contexto pedagógico são feitas por La Taille (1997). Uma dessas ponderações diz respeito aos erros não se configurarem como a única situação perturbadora, ao passo que pode haver perturbações decorrentes de lacunas, o que pode contribuir tanto para o desenvolvimento quanto para os erros. Sobre esse ponto, o autor desdobra outro, afirmando que os erros não são a única fonte de aprendizagem e desenvolvimento, o que não justificaria “[...] organizar toda a pedagogia em torno de uma “pedagogia do erro”, embora sua importância seja insofismável.” (LA TAILLE, 1997, p. 38).

O autor traz ainda outras duas ponderações, uma que diz respeito à necessidade dos erros se tornarem observáveis para os alunos, o que “[...] não é somente ficar sabendo que errou! Ele deve ter acesso à *qualidade do seu erro*” (LA TAILLE, 1997, p. 36, destaque do original), ou seja, dos motivos que o levou a tal erro. A outra ponderação diz respeito à atenção ao nível de desenvolvimento dos alunos, pois não é apenas devido à organização das tarefas que os erros se tornam observáveis. Nesse sentido, o autor complementa uma citação que faz de Piaget, da seguinte forma:

(o efeito nulo) se produz quando a criança é muito jovem (para o problema proposto), não havendo ainda, para ela, relação entre zonas de assimilação relativas ao fator introduzido (a possibilidade de observação do erro) e a reação esperada; num nível de desenvolvimento mais avançado, a relação se efetua (PIAGET, 1974, apud LA TAILLE, 1997, p. 38).

Assim o autor sugere que, nesse ponto, poderia ser empregado o conceito de “zona de desenvolvimento proximal” de Vygotsky e, dessa forma, os erros somente poderiam ser profícuos quando ocorressem dentro dessa zona de desenvolvimento. Nesse sentido, reconhecendo nossas limitações, buscaremos a seguir uma interpretação dos erros na relação entre desenvolvimento e aprendizagem de Vygotsky.

Quando Vygotsky trata da relação entre desenvolvimento e aprendizagem, ele se refere ao desenvolvimento e aprendizagem da criança, conforme ficará evidente em várias citações diretas que faremos. Entretanto, para o objetivo do presente trabalho, quando há referência à criança, estaremos lendo “criança” como “aluno”.

Ao apresentar a sua teoria sobre a relação entre aprendizagem e desenvolvimento, Vygotsky deixa explícito que toma “[...] como ponto de partida o fato de que a aprendizagem da criança começa muito antes da aprendizagem escolar.” (VYGOTSKY, 2010, p. 109). O autor exemplifica com a aritmética que a criança desenvolve antes da escola, ressaltando que “[...] a existência desta pré-história da aprendizagem escolar não implica uma continuidade direta entre as duas etapas do desenvolvimento aritmético da criança.” (2010, p. 109, grifos nossos). Ou seja, o autor chama atenção para a ruptura entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento escolar, consonante ao que viriam a ser chamado de representações intuitivas, concepções ingênuas, concepções alternativas etc.

Vygotsky ainda enfatiza, argumentando contra a ideia de outros autores de que a diferença entre aprendizagem escolar e não escolar “[...] não é apenas uma questão de sistematização; a aprendizagem escolar dá algo de completamente novo ao curso do desenvolvimento da criança” (VYGOTSKY, 2010, p. 110). Exemplifica com o caso da linguagem, que a criança aprende antes da idade escolar. Assim, pontua a importância da criança aprender a linguagem²⁵ para que, com a interação com os outros e com os objetos, ela possa se direcionar a outra etapa específica.

Conforme Vygotsky (2010), a aprendizagem e o desenvolvimento não estão presentes apenas no contexto escolar, contudo, para ele, há uma diferença essencial entre esse processo de aprendizagem e

²⁵ Traz o contra exemplo de uma criança que não fala.

desenvolvimento antes e no período escolar. Para explicitar melhor essa diferença, o autor a divide em dois problemas que se propõe a esclarecer: “[...] a relação entre aprendizagem e desenvolvimento em geral e depois as características desta inter-relação na idade escolar.” (VYGOTSKY, 2010, p. 111).

Embora reconheça que a aprendizagem deva ser coerente com o nível de desenvolvimento, Vygotsky defende que não é preciso investigar as idades apenas a partir da qual seria possível aprender isso ou aquilo: “Podemos tomar tranquilamente como ponto de partida o fato fundamental e incontestável de que existe uma relação entre determinado nível de desenvolvimento e a capacidade potencial de aprendizagem.” (VYGOTSKY, 2010, p. 111).

Ainda segundo Vygotsky (2010, p. 111), “[...] a aprendizagem deve ser coerente com o nível de desenvolvimento”. Contudo, o autor ressalta a possibilidade de tomarmos como premissa a existência de uma relação entre nível de desenvolvimento e capacidade potencial de aprendizagem. Nessa relação, o autor não dá atenção apenas ao nível de desenvolvimento efetivo (real), mas também ao nível de desenvolvimento proximal, dando origem ao conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Esse conceito se torna importante, pois “um simples controle demonstra que [...] [o] nível de desenvolvimento efetivo não indica completamente o estado de desenvolvimento da criança.” (VYGOTSKY, 2010, p. 111).

Para esclarecer essa questão, o autor pontua que temos de olhar não apenas para o que o aluno pode fazer sozinho, mas que se deve considerar o fator tempo, olhando para as futuras²⁶ potencialidades de desenvolvimento, diferentemente dos demais métodos daquela época em que “[...] as únicas provas tomadas em consideração para indicar o nível de desenvolvimento psicointelectual são as que a criança supera por si só, sem ajuda dos outros e sem perguntas-guias ou demonstrações.” (VYGOTSKY, 2010, p. 112, grifos nossos).

²⁶ Vygotsky traz o exemplo de duas crianças que estão no mesmo nível de desenvolvimento num determinado instante, mas que num momento posterior podem estar em níveis de desenvolvimento bem diferentes. Olhar o desenvolvimento como um processo é algo muito importante para ser considerado no contexto escolar.

Todavia, quando falamos em nível de desenvolvimento potencial, fica a questão: como identificá-lo? É nesse ponto que Vygotsky revaloriza o papel da imitação, ao afirmar que “[...] com o auxílio da imitação na atividade coletiva guiada pelos alunos, a criança pode fazer muito mais do que com a sua capacidade de compreensão de modo independente.” (VYGOTSKY, 2010, p. 112). Dessa forma, considerar a capacidade de imitação como um elemento para identificar o nível de desenvolvimento potencial pode implicar o reconhecimento de atividades, como as resoluções de problemas, como algo psicologicamente importante nas aulas de Física, principalmente se forem propiciadas interações entre os alunos, ou seja, momentos de troca entre os mais experientes e os alunos que possuem maior dificuldade. Certamente que problematizar os erros e planejar a partir das dificuldades dos alunos pode tornar maçante a aula para aqueles alunos que compreenderam/aprenderam. Contudo, nesse sentido, o papel centralizador do professor pode ser questionado/repensado, buscando nesse contexto uma mediação cooperativa com os alunos mais experientes. Segundo Simone Barros (2006, p. 96), “[...] a reflexão dos erros, quando ocorre de forma cooperativa, auxilia tanto os alunos com mais dificuldades, como também enriquece os demais.”

A noção de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é definida como “[...] a diferença entre o nível das tarefas realizáveis com o auxílio dos adultos [nível de desenvolvimento potencial] e o nível das tarefas que podem desenvolver-se com uma atividade independente [nível de desenvolvimento real ou efetivo].” (VYGOTSKY, 2010, p. 112). Vale ressaltar que esse conceito é essencial para entender a relação de aprendizagem e desenvolvimento de forma dinâmica e para determinar o estado de desenvolvimento do indivíduo que não dependeria apenas do seu estado atual, mas também do potencial. Segundo Vygotsky (2010), essa ideia é inovadora, pois rompe com a tradição orientadora do ensino, que tomava como base para determinar o desenvolvimento do aluno somente o que ele era capaz de fazer sozinho; ou seja, considerava apenas a etapa já superada.

Quando Vygotsky (2010) pontua o problema de basear o ensino apenas no nível de desenvolvimento efetivo (real), ao mesmo tempo está chamando a atenção para a importância do professor e dos demais colegas de sala para o desenvolvimento de um determinado aluno, pois:

[...] a criança atrasada, abandonada a si mesma, não pode atingir nenhuma forma evolucionada de pensamento abstrato e, precisamente por isso, a tarefa concreta da escola consiste em fazer todos os esforços para encaminhar a criança nessa direção, para desenvolver o que lhe falta. (VYGOTSKY, 2010, p. 113).

É nesse ponto que podemos falar do erro na teoria de Vygotsky, pois não partiríamos somente do que o aluno não é capaz de fazer ou do que já faz sozinho – se assim fosse, o erro seria visto apenas como meros equívocos –, mas sim do que ele é capaz de fazer com ajuda dos outros. Na prática educativa, podemos entender que é através das qualidades dos erros cometidos pelos alunos, nos momentos em que busca resolver os problemas, que verificamos o que o aluno ainda não é capaz de fazer sozinho, e a mediação estaria orientada no sentido de trabalhar a partir de alguns desses erros, visando ao desenvolvimento do aluno. Nesse sentido, Vygotsky pontua que “[...] a teoria no âmbito de desenvolvimento potencial origina uma fórmula que contradiz exatamente a orientação tradicional: o único e bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento.” (VYGOTSKY, 2010, p. 114, grifo nosso).

A compreensão que o autor dá à aprendizagem tem um papel central em sua teoria, pois ela funciona de modo a originar a área de desenvolvimento potencial (ou zona de desenvolvimento proximal), considerando que é essa área que fomenta as interrelações com os outros. Assim, a aprendizagem:

[...] não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. (VYGOTSKY, 2010, p. 115).

Contudo, é relevante salientar que é possível haver aprendizagem que não gere desenvolvimento. O autor usa os exemplos de aprender a usar a máquina de escrever e o processo de aprender a escrever. No primeiro caso, segundo ele, o desenvolvido da escrita já está totalmente elaborado. Assim, esse tipo de aprendizagem pode estabelecer novos hábitos, o que não implica alterar as características psicointelectuais do

sujeito. Já no segundo caso, segundo Vygotsky (2010), existem pesquisas que demonstram o quanto esse processo de aprender a escrever altera substancialmente as características psicointelectuais do sujeito.

Nesse sentido, salientamos que pensar o erro em uma perspectiva vygostkyana implica a necessidade de “[...] reexaminar todo o processo das disciplinas formais, ou seja, do papel e da importância de cada matéria no posterior desenvolvimento psicointelectual geral [...]” (VYGOTSKY, 2010, p. 117). O que nos remeteria a questionar o papel da Física e do aprendizado de determinados conteúdos/conceitos para o desenvolvimento geral dos alunos. Assim, a perspectiva de Vygotsky (2010) pode ser compreendida como consonante com as reflexões que incitam a LDB sobre o papel da disciplina Física num ensino médio de caráter formativo.

3.2.3 Erros e afetividade

Otero (2006), ao elencar oito princípios didáticos que pudessem possibilitar uma mudança no sistema complexo que se configura a sala de aula, de forma a oportunizar aos alunos emoções que contribuam para o aumento da convivência, traz-nos um que se chama “princípio do erro”, segundo o qual:

A superação da certeza conduz a instalação do erro. Como e quando nos damos conta de que estamos errando? É impossível que reconheçamos um erro quando o estamos cometendo! Obviamente, se assim fosse não cometeríamos! Assim, os erros são sempre a posteriori, nos exigindo sempre reflexões acerca das consequências de nossas ações para detectar o erro. Esta concepção modifica substancialmente a maneira em que nos sentimos quando erramos, já que somente podemos detectar depois de cometê-lo. A única forma de não errar, seria não atuar, mas este, em nossa concepção acerca do conhecer

como viver e como fazer, seria o equivalente a morrer. (OTERO, 2006, p. 45, tradução nossa).

E continua:

Vivemos em uma cultura escolar que não aceita os erros, e isto é assim em muitos domínios do conhecimento, não apenas nas ciências. Nossa ilusão de perfeição e certeza leva os estudantes a sentimentos de deficiência, incapacidade e desânimo [...]. (OTERO, 2006, p. 45, tradução nossa).

Podemos dizer que a perspectiva de Otero converge com o que Mandler (1989), ao apresentar sua teoria da discrepância, argumenta sobre a impossibilidade de haver uma aprendizagem sem erros. Assim, o autor também caracteriza que as formas do erro ser encarado têm resquícios de uma concepção behaviorista de aprendizagem, pois essa tinha como objetivo final propiciar uma aprendizagem sem erro.

3.2.4 Erros e avaliações

Tanto em estudos sobre os erros, como os realizados por Souza (2006), Pinto (2000), Aquino (2002), quanto em estudos sobre avaliação, como nos de Perrenoud (1999), Luckesi (1995), Carvalho e Martínez (2005) e J. Barros (2008), é conferida atenção explícita à relação entre as concepções de erros e de avaliação, conforme Pinto (2000, p. 22): “O erro traz consigo o próprio significado de processo avaliativo.” Assim, reconhecer a relação entre concepções de erro e avaliação se faz necessário, pois é principalmente nos momentos de avaliação – independente da concepção na qual ela estará embasada – que os erros dos alunos se mostram. Nesse sentido, parece-nos relevante discutir acerca do papel que os erros representam nas distintas concepções e práticas avaliativas.

Pesquisas sobre as práticas e o sentido do processo de avaliação apontam que “[...] este processo é interpretado como sendo basicamente aplicação de provas para atribuição de notas e conseqüente decisão sobre aprovação e reprovação dos alunos.” (SOUSA, 1995, apud

BARROS, J., 2008, p. 25). Dessa forma, a avaliação somente serve de instrumento que possibilita ao professor o poder de punir o aluno pelos erros que comete ao tentar resolver determinado problema. Contudo, além do caráter punitivo, as avaliações nesses moldes trazem consigo a ideia de que aquele assunto fora liquidado e o papel do professor fora cumprido. Assim, “[...] a tomada de decisão²⁷ frequentemente se restringe à classificação do aluno em certo nível de aprendizagem sem que se tomem outras providências para promover seu avanço.” (BARROS, J., 2008, p. 25).

Os erros são considerados negativos, geralmente, quando associados às avaliações entendidas como um fim do processo educativo e não como um meio desse. Conforme Abrecht (1994, apud CARVALHO; MARTINEZ, 2005, p. 135): numa noção de avaliação *somativa*, os erros seriam considerados a falta definitiva de algo – uma vez que não seria mais voltado a ele. Contudo, o papel dos erros em uma noção de avaliação *formativa* seria distinto, já que a falta apontada pelos erros seria vista apenas como momentânea, por ser considerada como parte integrante do processo de aprendizagem.

Percebe-se que há uma noção de avaliação em que não é dada ao aluno a oportunidade para que ele se conscientize das suas “imperícias” e, com isso, deixa de oferecer a oportunidade dele repensar sobre seus erros. Isso evidencia a falta de atenção à potencialidade de uso dos erros para fomentar discussões mais significativas a respeito dos próprios propósitos educacionais.

Perrenoud (1999) denuncia o quanto a lógica de avaliação dominante pode ser um entrave para as inovações pedagógicas, dando indicativos da dicotomia entre discurso e prática tão recorrentes na escola:

As declarações de intenção privilegiam agora o raciocínio, a imaginação, a cooperação, a comunicação, o senso crítico... Muito bem, mas o problema maior da escola é atuar, dia após dia, na

²⁷ Aqui João H. A. Barros adota a perspectiva de Luckesi sobre avaliação, que sucintamente poderíamos entender – correndo o risco que sermos simplistas em demasia – como constituída de três variáveis: *um juízo de qualidade* (correção) sobre *dados relevantes* (prova, trabalhos etc.), tendo em vista uma *tomada de decisão* (nota, aprovação, reprovação etc.). Cf. Luckesi (1995, p. 69).

escolha de atividades e na ponderação das exigências. O sistema clássico de avaliação é um grande obstáculo a essa evolução, porque força os professores a preferir as competências isoláveis e cifráveis às competências de alto nível – raciocínio, comunicação –, difíceis de circunscrever em uma prova escrita e em tarefas individuais (PERRENOUD, 1999 p. 73, grifos do autor).

A ênfase dada pelo autor à *atuação* remete a nossa compreensão de que é na práxis, na *atuação conjunta*, com todos os sujeitos que habitam o espaço escolar, que fazemos a escola concreta. Assim, é na dialeticidade entre o distanciamento reflexivo sobre essa escola concreta e as ações sobre essa que podemos melhor apreendê-la, que podemos nos conscientizar do seu papel na sociedade, sempre inerente às nossas ideologias, sejam elas voltadas para humanizar ou “coisificar” os sujeitos, inclusive a nós mesmos.

Como já defendido anteriormente, é nesse “quefazer” cotidiano que os erros escolares se mostram em abundância. E se nossa intenção estiver dirigida à reflexão sobre nossa realidade, acredito que é a partir dos erros e das formas de lidar com eles nas avaliações que essas situações podem ser inicialmente problematizadas. Pois se as práticas tradicionais, com suas lógicas implícitas, podem acabar não contribuindo para uma postura mais sensível com relação aos erros cotidianos dos alunos, impedindo por vezes até de percebermos suas existências, é através de momentos nos quais os erros se mostram mais nitidamente, como nas avaliações, que podemos iniciar o diálogo.

Conforme pontua Perrenoud (1999), a própria ideia de fracasso sugere que os fins da educação estão voltados para a busca da excelência escolar, possuindo uma lógica implícita que culmina na intolerância com relação aos erros e no uso deles como fonte de castigo (LUCKESI, 1995), sendo que, nessa lógica, os erros, ou a recorrência deles, determinariam se o caminho culminará na excelência ou no fracasso. Criticando ainda as avaliações que estão imbuídas pela lógica de busca da excelência, em detrimento das que buscam a regulação das aprendizagens, Perrenoud (1999, p. 48) nos coloca que:

[...] a análise do trabalho escolar sugere que muitas facetas da excelência escolar não repousam sobre aprendizagens intelectualmente muito exigentes, mas sobre aprendizagens metódicas, impositivas, ‘escolares’ com o que isso implica de conformismo, de perseverança, de resistência ao tédio.

Ou seja, se os erros evidenciados se restringirem àqueles que surgem nas avaliações tradicionais, podemos tirar daí que as atitudes dos professores com relação a eles estejam também calcadas na ideologia implícita de que fala Perrenoud (1999), o que daria algum indicativo de uma determinada postura educacional, mesmo que implícita e independentemente da vontade do professor.

3.2.5 Erros e os livros didáticos

Na literatura, é comum nos depararmos com vários trabalhos em EC que analisam aspectos dos livros didáticos, tais como: a abordagem de determinados conceitos (JAQUES, 2008), as visões de ciência e história da ciência que esses trazem (SILVA, C.; PIMENTEL, 2008), assim como sobre as transformações do conhecimento científico que ocorrem nos livros (ALVES FILHO, 2000; DELIZOICOV, 2010).

Nessas pesquisas, evidenciam-se pelo menos dois tipos gerais de erros: os que estão presentes e os que estão ausentes no livro didático. Como ressalta Martins (2006, p. 1): “Entre aqueles [pesquisas que tomam o livro didático como objeto de estudo] que o fazem, a maioria se concentra na análise de erros conceituais [...]”. Ou seja, sobre os erros presentes e analisados nos livros didáticos, temos, além dos conceituais (LANGHI; NARDI, 2007; SOUZA; SOUZA, 2005; OSTEMAN; MOREIRA, 2000; CARDOSO et al. 2006), os erros sobre a visão de ciência e de história da ciência (ASSIS; CHAIB, 2006; SILVA, C.; PIMENTEL, 2008). Conforme colocam Silva e Pimentel (2008, p. 142):

[...] a História da Ciência presente nos livros didáticos analisados é superficial, com muitos

erros historiográficos e, além do mais, transmite visões sobre a natureza da ciência e de seu método que não correspondem aos conhecimentos epistemológicos atuais. De uma maneira geral, esses livros reforçam a ideia da existência de grandes gênios, valorizam apenas os conhecimentos que coincidem com os aceitos atualmente e, além disso, muitas obras trazem uma visão empírico-indutivista sobre a dinâmica científica.

Contudo, Martins (2006) indica que apesar de a maioria das pesquisas sobre os livros buscarem erros conceituais neles, ainda existem poucas pesquisas sobre como são usados esses livros em sala de aula.

Sobre os erros ausentes nos livros didáticos, podemos identificá-los tanto ao assumir uma perspectiva histórico-epistemológica bachelardiana – conforme nos aponta Souza Filho (2009) –, quanto fleckiana (DELIZOICOV, 2010).

A teoria do conhecimento de Fleck (2010) se mostra promissora no que concerne a possível relação entre erros e os livros didáticos, pois esse médico e epistemólogo – que vem sendo crescentemente estudado no país²⁸ – considera, em sua análise epistemológica, a importância da disseminação dos conhecimentos científicos, inclusive no que concerne à legitimação desse.

Dessa forma, o autor diferencia três níveis de ciência: a ciência dos periódicos e dos manuais, a ciência dos livros didáticos e a ciência popular (FLECK, 2010, p. 165). Ou seja, é considerada a disseminação entre os cientistas especialistas, naquela área do conhecimento, para os leigos formados²⁹ e para o público leigo geral.

²⁸ Fato que justificou a tradução para o português, em 2010, de seu livro *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv* (Gênese e desenvolvimento de um fato científico), publicado em alemão em 1935.

²⁹ Que poderiam ser interpretados, conforme Delizoicov (2004; 2010), como os professores de Física que não fazem pesquisa sobre a temática que ensinam.

É exatamente na disseminação dos conhecimentos e práticas que se faz importante o que Fleck (2010) chama de circulação de ideias³⁰, isso porque a ocorrência dessas circulações entre distintos coletivos que compartilham determinados conhecimentos e práticas tem uma importância fundamental para a gênese e para a construção de novos conhecimentos, ou nos termos do próprio autor: é através da circulação de ideia entre um mesmo coletivo de pensamento (CP) que ocorre a transformação, extensão e instauração de um estilo de pensamento (EP). Assim como é na circulação de ideia entre distintos CP, que ocorre apenas mediante ao enfrentamento de complicações relativas a ambos EPs, que é possível haver a transformação e/ou a consequente instauração de um EP novo.

Considerando que nenhum sujeito nasce pronto para construir novos conhecimentos e que esse processo de construção nunca se iniciará do nada, a formação dos sujeitos, seja de leigo formado ou especialista, em um determinado campo se dá na medida em que esse sujeito toma conhecimento do que já fora produzido e veiculados até então. O que implica um destaque de natureza epistemológica para a circulação de ideias e, consequentemente, para os meios em que essas ideias são circuladas, inclusive os livros didáticos.

Apesar de Fleck (2010) se posicionar sobre a ciência dos livros didáticos como uma forma social de pensamento a ser considerada, assumindo que é através de métodos pedagógicos próprios que acontece a iniciação em Ciências, o autor não se atém especificamente a esse aspecto em sua obra, muito provavelmente por seu propósito não se dirigir à discussão acerca da disseminação do conhecimento no contexto escolar. Contudo, as categorias de Fleck (2010) são usadas por Delizoicov (2010) para examinar exatamente a relação entre a formação e a atuação de professores.

Nesse trabalho, o autor evidencia os dois tipos de erros que explicitamos acima: os que estão presentes e os que estão ausentes nos livros didáticos. Sobre o primeiro, ao falar sobre as distorções/simplificações que aparecem nos livros e baseado na perspectiva fleckiana o autor coloca que:

³⁰ Sempre num sentido mais amplo, que abrange inclusive as práticas compartilhadas por determinados coletivos.

[...] tais simplificações, não raro, ocasionam desde erros conceituais até a mistificação da ciência e do cientista, conforme têm sido detectado pelas equipes de especialistas constituídas pelos PNL D e PNEM para analisar os livros didáticos inscritos para serem distribuídos pelo MEC (DELIZOICOV, 2010, p. 18, grifos nossos).

O autor, em consonância com o que aponta Martins (2006), faz inferências, a partir de sua análise, sobre o uso desses materiais em contexto educacional, ao concluir que:

A análise realizada colocou em evidência que uma dependência estrita do livro didático limita, se não impede, a dinâmica da problematização³¹. Trata-se, portanto, da busca por alternativas mais estruturantes, que as oferecidas pelo livro didático [...]. Dentre outras exigências para que isso ocorra está a que possibilite ao docente um distanciamento crítico do próprio uso do livro didático, remetendo ao processo de formação inicial do professor e as condições efetivas em que este atua profissionalmente, o que inclui a formação continuada (DELIZOICOV, 2010, p. 20, grifos nossos).

Ainda sobre os erros, Delizoicov (2010) traz exemplos das correspondências entre Darwin e Fritz Müller em que há a ocorrência desses na gênese de novos fatos científicos, ou seja, no contexto de produção dos textos científicos. Segundo o autor, esses erros deixam de ser evidentes quando esses novos fatos são comunicados aos pares em forma de artigos ou em eventos. Contudo, além das respostas a um problema, que historicamente pode estar relacionado intimamente com determinados erros, nos artigos científicos ainda se encontram explícitos os problemas a que se propõe resolver, diferentemente dos livros que:

[...] apresentam uma lacuna por não incluir, de modo estrutural e sistemático, problematizações e

³¹ Entendemos, no devenir de todo o trabalho, o termo problematização dentro de uma perspectiva de educação como situação gnosiológica tal qual defende Freire (2006) e Delizoicov (2005b).

problemas que são partes constituintes do conteúdo a ser abordado na educação escolar para propiciar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, acenando para desafios que precisam ser enfrentados. (DELIZOICOV, 2010. p. 20).

Quando o autor se refere às problematizações e aos problemas como parte constituinte do conteúdo, entendemos que da mesma forma os erros históricos fazem parte, quando não geram os problemas que são condicionantes, da gênese dos conhecimentos. Contudo, a importância dos erros pode ser tão expressiva quanto à das problematizações, por fomentar essas e por não se restringir ao contexto epistemológico – tal qual a problematização –, estando deveras presente nos contextos de sala de aula.

3.2.6 Erros e estratégias didáticas

Nesta seção apontaremos algumas possíveis estratégias sobre como lidar com os erros, seja em trabalhos que tem como objetivo principal falar de estratégias a partir do erro, formas de lidar ou conceber os erros, ou mesmo trabalhos em que esse não seja o objetivo, mas que propicie uma interlocução no sentido de que “[...] o erro, quando submetido à reflexão, poderá desencadear um questionamento de todo o processo de ensino e transformar-se numa estratégia didática inovadora, pela possibilidade que oferece ao professor de ampliar seus saberes e, com isso, melhorar seu ensino.” (PINTO, 2000, p. 24).

Verchenko e Silveira (2003) apresentam uma estratégia didática baseada no livro “Perguntas y problemas de física”, o qual é endereçado para o Ensino Médio e é escrito – por dois físicos russos, Tarasov e Tarasova – na forma de diálogos entre um professor e dois alunos, sendo que um deles comete inúmeros erros que são corrigidos pelo colega ou pelo professor. Assim, Verchenko e Silveira (2003) propõem que:

[...] erros sejam apresentados aos alunos dentro de resoluções incorretas de problemas simples para serem identificados e, a partir daí, seja estimulado o tratamento correto do problema por um caminho

consciente, de real compreensão, abandonando-se o mero uso de técnicas mnemônicas limitadas para a resolução de problemas. (VERCHENKO; SILVEIRA 2003, p. 1).

Assim, a sequência começaria pela proposta de um problema simples, seguido da apresentação de uma resolução incorreta que os alunos teriam de identificar; após a justificação do erro pelo aluno, ele então teria de resolver o problema de maneira correta.

Segundo os autores, essa maneira de lidar com os problemas se diferencia das tradicionais, pois “[...] envolve toda uma sequência de passos para estimular uma resolução não passiva de problemas.” (VERCHENKO; SILVEIRA, 2003). Assim, poderíamos dizer que a estratégia, apesar de ter sido pensada para alunos de cursos superiores de ciências exatas e engenharias, poderia também ser utilizada como estratégia didática no ensino médio. Entretanto, ela nos parece limitada na medida em que – independente de a resposta incorreta a ser analisada seja baseada em padrões de erros que se apresentam frequentemente – restringe determinados erros pré-definidos, evidenciando uma ideia de uniformidade dos alunos que subjaz a proposta, mesmo que propicie uma participação mais ativa deles.

Outro trabalho sobre os usos de erros em sala de aula (SOUZA; SOUZA, 2005) diz respeito a atividades relacionadas à leitura de textos paradidáticos com a finalidade de identificar os conceitos físicos e discutir sobre eles a partir dos erros conceituais encontrados. Nesse sentido, Souza e Souza (2005) elaboraram dois textos que continham erros de diversos conceitos de Física, que foram aplicados como atividades a alunos do ensino médio. Nessas atividades, os alunos teriam de fazer e entregar comentários escritos a partir de uma primeira leitura do texto e, em seguida, após serem informados de que havia erros conceituais, eles teriam que ler novamente, buscando identificar e discutir por escrito sobre esses erros. Ao analisar os resultados a partir dos registros escritos dos alunos, os autores concluem que:

[...] de fato a maioria dos alunos não faz uma leitura crítica dos textos encontrados em revistas e jornais, não percebendo assim as possíveis incoerências neles apresentadas. A análise das argumentações escritas pelos alunos, sobre os

erros encontrados, indica que textos deste tipo podem ser utilizados como metodologia para detecção de conceitos físicos mal formulados. Desta forma, pode-se rediscutir estes conceitos e alcançar um maior envolvimento do aluno, tanto do Ensino Médio quanto de cursos superiores, na re-elaboração dos mesmos. (SOUZA; SOUZA, 2005).

Outro trabalho que propõe e analisa situações em que os erros podem ser usados em sala de aula é o de Diego e Gobara (2007). Esse trabalho constitui-se da proposição e análise de um “jogo dos erros”. Os autores explicam que o jogo produzido foi inspirado nos jogos que se baseiam em duas imagens onde se busca identificar elementos que faltam em uma delas. Entretanto, ao invés de imagens, foram usados vídeos sobre o espaço, um deles com som e outro idêntico a não ser por possuir áudio. Os autores não fazem considerações sobre os erros em si, o que entendemos se justificar pelo tema central do trabalho se referir ao uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) no ensino de Física.

Reconhecendo a distinção entre conhecimentos do senso comum e científico em seu *status* epistemológico, mas buscando levar em consideração apenas o *status* didático-pedagógico, Ricardo e Rezende (2003) pontuam formas de tratar as concepções prévias dos estudantes a partir de três propostas da literatura, as quais – segundo os autores – trazem consigo um novo uso para essas concepções, assim como para os erros dos alunos. Ou seja, os autores parecem compreender uma relação intrínseca entre erros e as concepções prévias, apesar de não explicitarem essa relação. Dessa forma, interpretamos que, quando falam de erros, os autores não estão se referindo a quaisquer erros que podem surgir em sala de aula, mas sim daqueles que identificam que o aluno mobiliza concepções advindas do senso comum que conflitam com as científicas na interpretação de algum fenômeno.

Ou seja, interpretamos que Ricardo e Rezende (2003) estão se referindo a novos usos das concepções e à consequente resignificação dos erros por estar contrastando com a perspectiva caracterizada por Zylbersztajn (1983, p. 3), segundo a qual “[...] tradicionalmente professores e pesquisadores devotaram pouca atenção à existência de

tais noções [concepções alternativas], considerando-as pura e simplesmente como erros que seriam facilmente corrigíveis.”.

Assim, Ricardo e Rezende (2003) apresentam a proposta de Johsua e Dupin para promover “debates científicos” na sala de aula. Ou seja, promover situações em que os alunos seriam incitados a formular hipóteses e explicações sobre determinada problemática escolhida previamente professor. Dessa forma, a mediação do professor constituiria em confrontar as posições contraditórias dos alunos. Assim, nesse momento de diálogo, as explicações, individuais e coletivas, passariam por avaliações coletivas, o que poderia também dispor de novos experimentos.

Ricardo e Rezende (2003) também apresentam a proposta de Hourcade e Avila para lidar com as concepções prévias dos alunos, segundo a qual primeiro seria necessário deixar perceptível ao aluno as suas próprias concepções e, a partir de então, buscar promover uma insatisfação do aluno a partir de um conflito cognitivo. Sobre essa proposta, é salientada a importância das avaliações e como os professores encaram os erros dos alunos, pois essas podem estar estruturadas de forma que o aluno não necessitasse superar suas concepções prévias, pois determinadas técnicas seriam suficiente para o aluno acertar as questões a que se reduzem. Quanto aos erros dos alunos, nessa proposta, é explicitado que eles poderiam ser vistos simplesmente como produto de desinteresse, falta de intenção ou pouca dedicação aos estudos. Assim, da mesma forma que a proposta anterior, o intuito seria fazer os alunos explicitarem suas concepções para serem analisadas pelo grupo.

A terceira proposta de lidar com as concepções prévias dos alunos diz respeito à noção de objetivo-obstáculo proposta por Martinand, cujo uso Astolfi(1993) sugere para as escolhas didáticas e a articulação dessas, tendo em vistas a superação dos obstáculos. Segundo Ricardo e Rezende (2003), Astolfi argumenta que as concepções dos alunos poderiam ser entendidas de duas formas: como um contraponto aos objetivos didáticos do professor, uma vez que há um distanciamento entre essas e o conhecimento científico; ou como servindo para o aluno como explicações para os fenômenos, que inclusive podem funcionar de maneira satisfatória em determinadas situações, dando indícios do porquê de sua persistência.

Contudo, Astolfi argumentaria que essas concepções estão sempre relacionadas a contextos específicos, sendo que o problema não estaria no fato dos alunos terem essas concepções prévias com suas lógicas próprias, mas que a necessidade de manter essas formas de pensar estaria relacionada com o que seria o núcleo duro dessas concepções, ou seja, os obstáculos.

Assim, segundo os autores, Astolfi propõe três passos a partir dos quais os obstáculos poderiam servir para as escolhas didáticas do professor. Assim, na localização desses obstáculos e consequente conscientização desses pelos alunos, seria possível propiciar confronto entre as concepções (conflito sociocognitivo) e a superação do obstáculo, ou seja, que em outros contextos os alunos não se baseiem no mesmo núcleo duro de concepções prévias.

A complexidade desse processo de superação dos obstáculos, segundo os autores, faz Astolfi apontar para o problema já apontado por Vygotsky sobre a passagem do interpsíquico para o intrapsíquico. Assim, Ricardo e Rezende (2003) concluem apontando a necessidade de ser considerada a dimensão cognitiva e as interações sociais no tratamento das concepções, o que seria uma saída precária considerar apenas uma dessas.

Entendemos que o trabalho de Ricardo e Rezende (2003), apesar da relação que sugerem entre erros e concepções prévias dos alunos, possui um teor de apresentação de alguns trabalhos na literatura que apontam possibilidades de lidar com as concepções prévias dos alunos. Dentre essas formas de lidar com essas concepções, mesmo a proposta por Astolfi, algumas levam em conta a aprendizagem significativa que diz respeito também à dimensão sócio-histórica, conforme os autores se referiram na introdução do trabalho, pelo menos não no sentido que a entendemos no escopo desta dissertação. Outro ponto a que nos questionamos se refere à possibilidade de diferenciação prática entre o chamado *status* didático-pedagógico e o *status* epistemológico nas relações didáticas. Em todo tratamento didático pedagógico, não haveria, mesmo que implicitamente, a influência do *status* epistemológico?

Em outro trabalho, que também trata das formas de trabalhar com os obstáculos didaticamente, Astolfi (1993) fala de uma das características dos conhecimentos científicos que se perdem quando são

ensinados em contexto escolar, relacionando-a com a resistência das concepções prévias e as formas como elas podem ser encaradas em três perspectivas. O autor relembra a distinção entre os conceitos ensinados e os científicos, isso porque os científicos sempre passam primeiro por uma leitura do cientista (quando dá publicação) e, até chegar ao contexto didático, passam por outras leituras. Assim, o autor pontua – certamente referenciado em Bachelard – que o conhecimento científico sempre é construído como resposta a um problema, característica que se perde ao transpormo-nos para o plano didático. O que vai de encontro com o que diz Delizoicov (2010), quando coloca que “[...] os conceitos que ensinamos perdem sua função epistemológica, seu caráter de resposta a um problema. Esses conceitos são apresentados de maneira simplista, como simples “coisas” objetivas e fatuais” (ASTOLFI, 1993, p. 291), perdendo também a perspectiva de que foi algo construído.

Assim, sobre as concepções prévias, o autor associa a elas os obstáculos, que seriam entendidos como causa, como núcleo duro daquelas. Assim, diferentemente das concepções prévias, os obstáculos não dependeriam do contexto. Astolfi (1993) entende que a resistência das concepções prévias se deve ao fato do núcleo duro de cada uma ser construído pelos próprios alunos ao longo de suas vidas, por ser funcional em algumas situações, e, nesse sentido, mantê-lo seria uma questão de economia.

Dessa forma, o autor coloca três formas de encarar as concepções prévias no contexto didático: ignorando-as, entendendo que elas não fazem parte da situação didática e, dessa forma, não se pode fazer nada sobre isso na classe; evitando-as, entendendo que elas possuem riscos de enraizarem nos alunos se delas for falado e, dessa forma, o melhor seria induzir diretamente às boas situações; e buscando conhecê-las, por entender que são úteis antes do curso, no sentido que podem contribuir na elaboração desse, como também no decorrer do curso.

Já em outro estudo especificamente sobre os erros, Astolfi (1997) situa as concepções prévias, ou as manifestações delas, como um dos tipos de erro. Nesse trabalho, o autor discute sobre formas como os erros são vistos na escola, na perspectiva da didática das ciências francesa, e explicita uma fundamentação epistemológica e uma psicológica dos erros, baseadas em Bachelard e Piaget, respectivamente.

Entretanto, o que entendemos de mais inovador em seu trabalho, comparativamente ao que já viemos discutindo, é que, dentre os estudos que caracterizam tipologias dos erros que ocorrem em sala de aula, identificamos aqui um quadro mais amplo das possíveis formas que os erros poderiam se encorpar nesse contexto. Baseado em uma concepção construtivista de Piaget e Bachelard e nas idealizações do sistema didático originado pelos didatas da matemática franceses, Astolfi (1997) nos propõe, a partir de seu estudo teórico, um instrumento heurístico para lidar com os erros, segundo o qual, nas palavras do próprio autor, constitui-se de:

[...] uma lista a partir da qual podemos nos questionar cada vez que surge um erro dos alunos [...], um quadro dos tipos de diagnósticos possíveis a respeito dos erros descritos, cada um acompanhado da natureza das atividades, mediação e remediação possíveis para enfrentá-lo. (ASTOLFI, 1997, p. 95, tradução nossa).

Essa lista segue reproduzida na Tabela 2 e, logo em seguida, tem-se uma sucinta explanação sobre o que constitui cada tipo de erro na perspectiva de Astolfi (1997).

Tabela 2 – Uma tipologia de erros.

NATUREZA DO DIAGNÓSTICO	MEDIÇÃO E REMEDIAÇÃO
1. Erros relevantes da escrita e da compreensão de instruções	<ul style="list-style-type: none"> - Análise da capacidade de leitura dos textos escolares. - Trabalho sobre a compreensão, a seleção e a elaboração de instruções.
2. Erros resultantes de hábitos escolares ou de uma má interpretação das expectativas	<ul style="list-style-type: none"> - Análise do contrato e dos costumes didáticos em vigor. - Trabalho crítico sobre as expectativas.
3. Erros refletindo as concepções alternativas dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das representações e dos obstáculos subjacentes ao conceito estudado. - Trabalho de escuta, de conscientização pelos alunos e de debate científico na sala de aula.
4. Erros relacionados às operações intelectuais envolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das diferenças entre os exercícios aparentemente semelhantes, mas que envolvem diferentes competências lógico-matemáticas. - Seleção mais restrita das atividades e análise dos erros nesse contexto.
5. Erros sobre os procedimentos adotados	<ul style="list-style-type: none"> - Análise da diversidade das abordagens "espontâneas", distanciando-se da estratégia "canônica" esperada. - Trabalho sobre as diferentes estratégias propostas para promover as evoluções individuais.
6. Erros devido à sobrecarga cognitiva durante a atividade	<ul style="list-style-type: none"> - Análise da carga de trabalho mental da atividade. - Decomposição em subtarefas de magnitude cognitiva apreendível.
7. Erros que se originam em outra disciplina	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das características estruturais comuns e das características de superfície diferentes nas duas disciplinas. - O trabalho de pesquisa de elementos invariantes entre as situações.
8. Erros causados pela complexidade inerente aos conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> - Análise didática dos núcleos de dificuldade inerentes ao conceito, insuficientemente analisados.

Fonte: Adaptado de Astolfi (1997, p. 96-97).

Entendemos que essa tipologia de erro fornecida por Astolfi (1997) poderia fomentar um rico instrumento para pesquisas sobre os erros dos alunos em situações de sala de aula. Entretanto, caberia uma discussão mais detida sobre o entendimento de cada um dos tipos de erro, levando em consideração as concepções educacionais subjacentes. Deter-nos-emos sobre alguns aspectos dessa tipologia apresentada em nossas discussões finais.

Considerarmos a importância do erro na aprendizagem dentro de uma perspectiva que a desvincula da noção de ensino: nesse sentido, faz-se necessária uma discussão sobre o significado dado à palavra “ensinar” nessa perspectiva. Assim, a partir da implicação desse significado, podemos buscar uma compreensão sobre o papel do professor que exceda ao mero papel de transmissor no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos para o aluno. Numa perspectiva progressista, com a qual nos identificamos, “[...] ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua própria produção ou construção.” (FREIRE, 2006, p. 47).

Tomando esse referencial, o professor não seria entendido como o detentor do conhecimento que, após exposição dos conteúdos, tem como papel final verificar o que foi “absorvido” pelos alunos, mas como um educador-educando que, com uma atitude curiosa e humilde, vê seus alunos como educandos-educadores.

O papel do professor, nessa perspectiva, não se restringe ao comprometimento com o aprendizado de determinados conteúdos, mas transcende essa perspectiva na busca em promover uma educação dialógico-comunicativa, o que se torna possível a partir da conscientização de que a educação também é uma situação gnosiológica, em que aluno e professor, problematizados, buscam o novo ao apreender sua apreensão da realidade, com vias a transformá-la. Nesse sentido, o próprio Freire (2000) nos dá a dimensão do estatuto dos erros em sua compreensão, ao nos colocar que:

Uma educação em que a liberdade de criar seja viável necessariamente tem de estimular a superação do medo da aventura responsável, tem de ir mais além de gosto medíocre da repetição pela repetição, tem de tornar evidente aos educandos que errar não é pecado, mas um

momento normal do processo gnosiológico. [...] é fundamental que o educando experimente sempre situações em que termine por incorporar a seu saber constituindo-se ao saber de que errar é momento do processo de conhecer. A necessidade de superar o erro, que nos deve tornar mais rigoroso na aproximação metódica ao objeto para apreender sua razão de ser, não nos deve inibir como se, cair nele fosse um pecado por causa do qual devêssemos ser punidos. A melhor maneira de evitar o erro é não ter medo de nele incorrer, mas, tornando-nos cada vez mais criticamente curiosos, exercitar nossa rigorosidade no processo que venho chamando “cerco epistemológico” do objeto, de que resulta o seu conhecimento cabal. (FREIRE, 2000, p. 100-101).

Dessa forma, os erros podem contribuir para o crescimento tanto dos alunos quanto dos professores no que concerne à disciplina em questão e, principalmente, por ambos poderem aprender a lidar com esses erros, o que estaria em consonância com uma formação que tem em vista a humanização dos sujeitos, tanto na perspectiva dos que podem vir a ser solidário com os erros dos demais – contribuindo verdadeiramente para sua superação – quanto na perspectiva de quem está em processo de superação dos erros. Trata-se de processo em que esse sujeito está se tornando mais humano por estar compartilhando do patrimônio sócio-cultural que o condiciona a viver em sociedade.

3.2.7 Erros e atividades experimentais

O trabalho de Marineli e Pacca (2006) refere-se à análise de erros experimentais como critério para adequar teoria e realidade. Nesse sentido, os autores analisam relatórios de experiência dos alunos de uma disciplina de laboratório de Física sobre as compreensões que possuem sobre os erros experimentais e suas causas.

Os autores consideram que os erros experimentais, ou a falta de consciência dos alunos com relação a eles, é um dos fatores que

justificariam a incompreensão da relação entre a realidade física e as teorias e os modelos. Assim, apontam o fato de os alunos não levarem em consideração os erros experimentais, as incertezas nas às medidas, e isso, conseqüentemente, se relacionaria com os alunos não compreenderem que a Física lida com modelos e não com a realidade como a percebemos.

Entretanto, ao entenderem que a compreensão da realidade física é distinta da cotidiana, e que esta pode ser um obstáculo para o entendimento daquela pelo aluno, os autores também colocam que “Por ser um elemento de ligação entre teoria e referencial empírico, a análise dos erros experimentais assume caráter de importância. Como já foi dito, ela faria uma “mediação” quantitativa entre essas duas esferas” (MARINELI; PACCA, 2006, p. 2).

Ou seja, é nesse ponto que questionamos as bases epistemológicas em que se apoia essa perspectiva de que uma teoria estatística é que faz a mediação entre as teorias e a realidade, perspectiva que entendemos como simplista, pois não necessariamente deixa de lavar em conta uma série de decisões que os cientistas tomam no processo de idealização e abstração do objeto de estudo, mas certamente subordina esse processo à teoria estatística de erros.

Nesse sentido, poderíamos questionar a própria natureza do trabalho científico a partir dos pressupostos assumidos neste trabalho, pois entendemos que muitos personagens – como Newton –, que viveram antes do próprio surgimento da estatística, ou mesmo que não se atém a questões experimentais, não seriam caracterizados como produtores de conhecimento da ciência.

Conforme colocam os próprios autores no início do trabalho:

As dificuldades dos estudantes com os erros experimentais, nesse campo de adequação entre essas duas esferas [teoria e referencial empírico], podem estar relacionadas ao entendimento da relação entre teoria e fenômenos físicos reais, isto é, ao significado de uma teoria naquilo que ela é capaz de dar conta do que é observado. Mais até do que aos problemas intrínsecos da própria análise de erros, que também apresenta suas dificuldades com a utilização da teoria estatística

ainda mal conhecida. (MARINELI; PACCA, 2006, p. 2).

Isso sugere, segundo nosso ponto de vista, a necessidade de significar essa relação entre teoria e realidade. Contudo, não na perspectiva que visa ensinar os alunos a verificar as teorias e lidar com os modelos prontos, mas quiçá propiciar ao aluno a possibilidade de reconstrução desses modelos, levando em consideração a necessidade de tomadas de decisões no processo de idealização e abstração da realidade, o que não poderia ser negligenciado por regras dadas de antemão.

Em trabalho de revisão de literatura acerca dos artigos que se referem às atividades experimentais no ensino de Física (ARAÚJO; ADIB, 2003), identificamos dois que se referem aos erros. Um deles se aproxima ao que é entendido por Marineli e Pacca (2006), quando explicitam que:

Outro aspecto importante relacionado com atividades experimentais quantitativas é a possibilidade de se introduzir conceitos relativos ao tratamento estatístico de dados, fornecendo-se noções sobre procedimentos que devem ser adotados na etapa de medições, o uso adequado de diferentes instrumentos de medida, bem como a existência de erros estatísticos e sistemáticos nessas medidas. (OLIVEIRA et al., 1998; LOPES; LABURÚ, 2001, apud ARAÚJO; ADIB, 2003, p. 180).

Já o outro artigo, mesmo deixando dúvidas sobre as formas como as atividades de verificação poderiam exercer as funções que pontua, coloca o seguinte:

Ao mesmo tempo em que servem para motivar os alunos, as atividades de verificação podem contribuir para tornar o ensino mais realista, no sentido de se evitar alguns erros conceituais observados em livros-texto, (CANELE, 1999a, apud ARAÚJO; ADIB, 2003, p. 183).

Por outro lado, também sobre erros experimentais, em uma pesquisa do tipo estudo de caso – sobre condutas dos alunos do segundo

grau³² no processo de estabelecimento de regularidades físicas a partir de atividades com pêndulos – Pacheco (1985) coloca que os alunos apontavam como sendo eles próprios as causas dos erros de medidas.

Ou seja, o autor pontua que, na discussão sobre os motivos dos erros experimentais, os alunos apontavam que esses surgiam em função de suas próprias falhas e negligências. Nesse caso, o importante seria que os alunos também percebessem que os próprios instrumentos possuem limitações e assim se configuram como fontes de erros, contudo, Pacheco (1985) enfatiza que os alunos, ainda falando sobre os instrumentos, atribuem à causa dos erros a sua falta de atenção, ou seja, a eles próprios.

Entendendo essa visão dos alunos sobre os seus erros como problemática, o autor ressalta que:

A concepção [...] de que a fonte de "erros" são os próprios alunos somente seria reforçada diante da imposição de certos resultados a atingir. Aliás, o aluno como fonte de "erros" tem sido um dos expedientes adotados para que as instruções pertinentes às atividades experimentais dentro dessa função se cerquem das garantias supracitadas (PACHECO, 1985, p. 241).

Como “garantias supracitadas” o autor se refere às garantias que as atividades comprobatórias necessitam para que as atividades experimentais não dêem resultados distintos dos esperados, perdendo, assim, o seu propósito. Entretanto, o autor não é contra o uso de atividades de experimentação com caráter comprobatório, desde que essa demanda por comprovação parta dos próprios alunos.

Ou seja, o uso de experimentos a partir dessa perspectiva seria uma forma de evitar a proposta de procedimentos experimentais fechados que, mesmo pretendendo considerar e resolver antecipadamente alguns dos problemas/erros previsíveis e ao fornecer caminhos e métodos para resolução de problemas/erros que alguns alunos sequer haviam percebido, acabam tirando a oportunidade de que percebam tais problemas.

³² Equivalente ao atual Ensino Médio.

Gonçalves (2009), ao investigar a experimentação numa perspectiva dialógico-problematizadora e como conteúdo a ser trabalhado no desenvolvimento profissional – formadores e formação inicial –, destaca que:

[...] o discurso relativo ao erro na experimentação pode ser um aspecto positivo se for interpretado como ponto de partida para enriquecer o conhecimento discente. Tanto o erro cometido por falta de informação ou distração e que, portanto, pode ser identificado posteriormente, como aquele que o sujeito não tem lucidez para identificar e do qual não consegue se separar, podem ser objetos de discussão. (GONÇALVES, 2009, p. 111).

Além disso, ainda seria possível uma interlocução sobre os erros entre as atividades experimentais numa perspectiva de modelização (MACHADO, 2008), em que a tônica estaria na perspectiva de abstrair dados da realidade em direção a teorias científicas (modelos do tipo pictóricos a modelos teóricos).

3.2.8 Erros e a visão dos professores

Dentre as pesquisas sobre os erros que têm como foco o professor, podemos citar o trabalho de Aquino (2002), que pesquisa sobre os saberes – na perspectiva de Tardif – de professoras da educação infantil. Especificamente, a autora estava interessada em saber como essas professoras lidavam com as respostas erradas das crianças. Nesse sentido, foi organizada a pesquisa empírica a partir de um curso de extensão do qual participaram 11 professoras de educação infantil.

Nessa pesquisa, o enfoque sobre a compreensão que os professores poderiam possuir sobre os erros dos alunos foi deslocado para os erros das próprias professoras, pois foi evidenciado que as professoras de educação infantil possuíam muitas dificuldades com os próprios conteúdos de ciências objetos de ensino, além de concepções de ciências predominantemente empiristas (AQUINO, 2002).

Pinto (2000), a partir de uma perspectiva construtivista, delinea uma pesquisa do tipo etnográfica na qual busca saber de que forma os erros são tratados nas práticas pedagógicas de uma professora de Matemática numa classe de 4ª série (atual 5º ano), correlacionando essa forma com chamado fracasso escolar, buscando novos sentidos para o erro que sejam mais produtivos para aluno e professor.

Nesse sentido, Pinto (2000) contextualiza suas reflexões em três dimensões: discussões sobre formação inicial, sobre formação continuada e sobre novas propostas curriculares. Também como dado relevante do contexto de investigação da autora, temos a implementação de uma deliberação sobre avaliação.

Em sua revisão de literatura, Pinto (2000) caracteriza a evolução histórica das pesquisas e perspectivas sobre o erro na educação matemática em âmbito internacional. Em sua análise, Pinto (2000) discorre a partir do contexto que pesquisa, das características das correções das atividades, da participação dos alunos nessas participações, da intervenção da professora e de suas observações.

Sobre as características das correções, a autora pontua que os erros eram tratados de forma generalizada e que o diálogo da professora com os alunos sempre se centrava no acerto. Já os alunos que mais participavam das correções no quadro e das intervenções eram os "bons alunos", aqueles que Pinto (2000) caracteriza como estando no nível III discutido anteriormente, sendo que nesses casos, muitas vezes, os erros desses alunos sequer são percebidos pelos professores. Pinto (2000) também pontua que, mesmo que não fossem os "bons alunos" alunos a participar das correções, a professora intervinha dizendo que eles precisavam prestar mais atenção para não errar.

Por fim, o que Pinto (2000) traz desse estudo é que além dos erros precisarem ser tratados (TORRE, 2007) ou observáveis para os alunos, conforme pontuam Macedo (1994) e La Taille (1997), eles também precisam ser observáveis pelos professores. Conforme as palavras da própria professora:

Não se trata de discordar das premissas afirmadas pelos autores, mas de entendê-las ao sujeito que ensina: alguém que, ao ensinar, é também sujeito cognocente (FREIRE, 2006) e que, portanto, deve inserir o "observável" em sua concepção de erro.

Em outras palavras, se o erro não for conhecido pelo professor, em sua qualidade, ou seja, se não provocar um conflito cognitivo no professor, não haverá questionamento em relação à natureza do erro. (PINTO, 2000, p. 148).

Outro estudo que tem como objeto o que os professores pensam sobre o erro é a pesquisa realizada por Simone H. Barros (2006), que busca, ao investigar os sentidos que professores de determinada série do Ensino Fundamental atribuíam aos erros dos seus alunos, uma caracterização/interpretação para o erro na perspectiva sócio-histórica de Vygotsky, inclusive adotando a perspectiva vygotskyana como referencial teórico-metodológico no qual os sujeitos da pesquisa são vistos como sócio-historicamente determinados.

Para buscar o sentido do erro atribuído pelos professores, a autora divide as falas desses, obtidas a partir de entrevistas, em três núcleos de significação³³: 1) as práticas corretivas/avaliativas; 2) a afetividade como elemento direcionador das estratégias de enfrentamento do erro; 3) as concepções de erro no imaginário docente.

No primeiro núcleo, são identificadas através da fala de uma professora, além da impaciência para gerenciar situações de conflito – possivelmente pelo comprimido tempo didático –, possibilidades de se trabalhar com os erros dos alunos de maneira mais dinâmica, possibilitando um diálogo múltiplo. Nesse ponto, a autora traz uma fala do sujeito de pesquisa que se manifesta a favor de correções na lousa em função do que foi exposto acima. Na análise desse núcleo, S. H Barros (2006) explicita sua posição com relação à importância que tem o professor para que o aluno possa compreender o que está errando, no sentido de que esses erros não devem apenas ser identificados, mas melhor aproveitados pelos professores e alunos. A autora ainda faz uma aparente digressão sobre a insatisfação das professoras quanto à progressão continuada (o que nos remete a uma discussão mais aprofundada sobre a relação entre erro e avaliação).

³³ A terminologia ‘núcleo de significação’ vem do referencial teórico metodológico vygotskyano apresentado com mais detalhes por Aguiar (2006, p. 11-22).

No segundo núcleo de significação, a autora busca evidenciar a influência da afetividade na maneira como o professor trata os erros. Nesse ponto, muitas vezes, a autora mostra nas correções critérios de avaliação sobrepostos (e implícitos), como o fato de alguns professores não colocarem totalmente errado nessas avaliações por preocupação com as possíveis reações motivacionais dos alunos. Isso pode representar-se perigoso, no sentido de cairmos em um tipo de relativismo (em que tudo vale) e, assim, não contribuir para o desenvolvimento do aluno. Fica presente na argumentação da pesquisadora que, além das preocupações com as questões afetivo-motivacionais dos alunos que erram, há também certa impaciência em lidar com o erro dos alunos e uma dificuldade de gerenciar o tempo didático e considerar a dificuldade de alguns alunos de maneira substancial. Assim, na interpretação de S. H. Barros (2006), os tratamentos dados por essas professoras são baseados no que Pinto (2000) descreve como tratamento que visa remediar os erros (para não se errar mais). Ou seja, ainda em uma lógica que vê o erro como algo a ser extirpado do processo de ensino-aprendizagem.

No terceiro núcleo em que traz sob o título de “As concepções de erro no imaginário docente”, a autora busca regularidades e contradições dessas concepções nos discursos dos professores. Uma primeira contradição relatada diz respeito ao discurso sobre o erro, que, em horas, as professoras parecem vê-lo de maneira inovadora e, consecutivamente, da maneira antiga (refiro-me à maneira como usualmente se vê o erro). Essa pesquisa se concentra metodologicamente em analisar, via entrevista, o discurso das professoras e não sua prática de sala de aula. Contudo, pesquisas que vão em busca da compreensão sobre a forma como professores lidam com o erro – da mesma forma que Pinto (2000) – identificam uma dicotomia entre o discurso e a prática dos professores.

Também é evidenciado que as professoras sujeitas da pesquisa apresentavam pouca clareza com relação a como se processa a aprendizagem dos seus alunos, principalmente quando S. H. Barros (2006) traz a fala de uma professora que reclama que o que os alunos aprendem hoje, amanhã já esquecem. É nesse ponto que a autora busca uma relação entre possíveis causas dos erros dos alunos e a função/importância da atenção, da memória e da emoção segundo

Vygotsky. Nesse mesmo ponto, ela evidencia que as visões que não compreendem o erro de forma positiva podem estar influenciadas por uma concepção naturalista de homem, contrária à concepção vygotskyana que vê o homem como sujeito condicionado sócio-historicamente.

Ainda em uma das suas considerações finais sobre o terceiro núcleo³⁴, a autora afirma que, apesar de vários professores atribuírem as causas dos erros dos alunos a fatores exteriores a escola, e diríamos que mais especificamente exteriores à sala de aula, há uma preocupação com a conscientização dos professores de que temos um campo de ação imediato para atuar sobre algumas das dificuldades de aprendizagem dos alunos: a sala de aula e a relação entre professor-aluno-conhecimento.

Embora essas pesquisas caracterizem aspectos sobre as compreensões dos professores, estão se referindo a professores que atuam em um contexto específico, assim como os conhecimentos tratados em suas aulas e respectivos cortes epistemológicos dos conhecimentos científicos relativos são distintos. Ambos os aspectos, dados às nossas discussões sobre os erros e os vários aspectos a que podem ser associados, indicam que professores de disciplinas específicas e de diferentes níveis de ensino poderiam compreender os erros de formas distintas, certamente influenciados por distintos motivos, dentre eles, as suas formações iniciais, continuadas e experiências docentes. Nesse sentido, no próximo capítulo discutiremos sobre como delimitaremos a parte empírica da presente pesquisa.

³⁴ Núcleo de significação que nomeia por: as concepções de erro no imaginário docente.

4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

4.1 PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Conforme exposto anteriormente, nossa preocupação está centrada na busca de uma compreensão sobre o entendimento que professores de Física do Ensino Médio possuem sobre os erros de seus alunos, com enfoque nas condições materiais que permitiram essas e não outras compreensões. Assim, dadas as premissas pontuadas na introdução, consideramos que os sujeitos da presente pesquisa são constituídos sócio-historicamente, de modo que suas compreensões sobre os erros de seus alunos não se desvinculam das ideias sobre os erros que constroem ao longo de suas vidas, seja no contexto escolar ou mesmo fora dele.

Embora com distintas roupagens, o tema dos erros é comum e está inculcado na sabedoria popular, presente até em diversos refrões de músicas e ditados, conforme aponta Torre (2007). Essa situação acaba também se constituindo como uma das dificuldades de se pesquisar a compreensão que determinados sujeitos possuem sobre os erros. Isso porque erro se constitui como um tema multidisciplinar, estudado em distintas perspectivas, desde estatística, psicologia e medicina, até nas ciências jurídicas (TORRE, 2007).

Dessa forma, buscamos explicitar nossas limitações metodológicas para apreender o tema em sua totalidade, reconhecendo, porém, a complexidade do objeto de investigação (o que pensam professores de Física do Ensino Médio sobre os erros). Essa limitação sugere a necessidade de um recorte quanto às dimensões dos erros que metodologicamente serão consideradas, dado a impossibilidade de levar em conta as múltiplas influências que uma determinada concepção dos erros possa encerrar.

Dos trabalhos que também tomavam como objeto de investigação a compreensão de professores sobre os erros dos seus alunos, cada um traz distintas delimitações metodológicas, sejam elas: a partir de momentos de reflexão extraclasse materializados em cursos de extensão que tratavam dos erros com alguns professores (AQUINO, 2002); em

momentos promovidos para que os professores avaliassem os erros dos alunos sobre problemas de um conteúdo específico (SILVA, A. R., 2005); a partir de observações de sala de aula de um professor numa perspectiva etnográfica (PINTO, 2000) ou de pesquisa participante (MENDES, 2007); a partir de observações em sala de aula de um professor e encontros extraclasse numa perspectiva de formação continuada colaborativa (PERON, 2009); a partir de pesquisa estatística com uma grande quantidade de sujeitos (TORRE, 2007); e a partir de questionários e entrevistas com professores (SOUZA, 1999).

Embora o objeto em todas essas pesquisas – incluindo a presente – seja aparentemente similar, cada pesquisa supracitada parte de enfoques distintos em função dos particulares problemas de pesquisa – que encerram em si interesses sobre o que pensam sujeitos de formações distintas. Conforme pontuam Santos Filho e Gamboa (2009, p. 9):

[...] as opções de pesquisa não se limitam à escolha de técnicas ou métodos qualitativos ou quantitativos, desconhecendo suas implicações teóricas e epistemológicas. As opções são mais complexas e dizem respeito às formas de abordar o objeto, aos objetivos com relação a este, às maneiras de conceber o sujeito, ou os sujeitos, aos interesses que comandam o processo cognitivo, às visões de mundo implícitas nesses interesses, às estratégias da pesquisa, ao tipo de resultados esperados etc.

Assim, nossa perspectiva nos impele a buscar articulação com os resultados dessas pesquisas, porém, considerando que os sujeitos desta pesquisa passam por formações distintas dos professores de outras áreas e que, embora possam ter alguma base filosófica comum, as distintas naturezas epistemológicas das áreas – dentre outros fatores – nos trazem a necessidade de um enfoque específico. Ou seja, os sujeitos a quem direcionamos nossa pesquisa são professores de Física.

Mesmo que a temática dos erros possa perpassar todas as disciplinas, numa perspectiva que busque investigá-lo partindo da compreensão que determinados sujeitos possuem num determinado

corde espaço-temporal³⁵, entendemos como necessário levar em consideração as especificidades epistemológicas de cada área. É nesse sentido que o recorte feito neste trabalho restringe algumas das nossas conclusões apenas para o ensino de Física, o que não impede possíveis articulações com estudos sobre essa temática no ensino de outras disciplinas.

Ou seja, os erros na construção do conhecimento de Física podem ter natureza distinta dos erros na construção de conhecimentos em Matemática, Geografia, Biologia, História ou Português. É nesse sentido que não compreendemos que seja possível uma simples translação de resultados. Por exemplo, qual sentido teria falarmos em erros experimentais de uma disciplina como História?

Outro ponto a ser levado em consideração diz respeito aos “saberes docentes”, que “[...] dependem intimamente das condições sociais e históricas nas quais ele [o professor] exerce seu ofício, e mais concretamente das condições que estruturam seu próprio trabalho num lugar determinado.” (TARDIF; GAUTHIER, 2000, apud AQUINO, 2002).

Em sintonia com a problemática levantada por Cachapuz (2000, apud DELIZOICOV, 2004) e Delizoicov (2004, 2005a) sobre o impacto das pesquisas em ensino de ciências no ensino de ciências, Tardif (2000) nos traz um ponto especificamente sobre as pesquisas sobre docência, quando coloca que:

A nosso ver, um dos maiores problemas da pesquisa em ciências da educação é o de abordar o estudo do ensino de um ponto de vista normativo, o que significa dizer que os pesquisadores se interessam muito mais pelo que os professores deveriam ser, fazer e saber do que pelo que eles são, fazem e sabem realmente.

Essa visão normativa está alicerçada em uma visão sociopolítica do ensino: historicamente, os professores foram ou um corpo da Igreja ou um corpo do Estado a serviço de causas e finalidades maiores do que eles. De um certo modo, as ciências da educação assumiram essa visão

³⁵ Estou me referindo a espaço-tempo na perspectiva de Milton Santos (2006).

sociopolítica, dando-lhe, porém, uma aura científica, tecnocrática, reformista, inovadora e ao mesmo tempo humanista. A legitimidade da contribuição das ciências da educação para a compreensão do ensino não poderá ser garantida enquanto os pesquisadores construírem discursos longe dos atores e dos fenômenos de campo que eles afirmam representar ou compreender. (TARDIF, 2000, p. 13, grifo nosso).

Ou seja, nas palavras do próprio autor: “[...] querer estudar os professores sem estudar o trabalho e os saberes deles seria um absurdo [...]” (TARDIF, 2000, p. 11). Assim, no sentido de aproximar dos professores reais os discursos das pesquisas sobre os professores, alguns pesquisadores (TARDIF, 2008; 2000; NUNES, 2001; dentre outros) pontuam a necessidade de darmos atenção para as condições a partir das quais são construídos os “saberes docentes”.

Entendemos que, ao investigarmos o que pensam professores de Física, está implícito que parte dos saberes docentes são os conhecimentos relativos à disciplina escolar correspondente, que possuem bases epistemológicas distintas dos conhecimentos disseminados em outras disciplinas, principalmente quando se trata das ciências humanísticas. Nesse sentido, um dos enfoques segundo o qual buscaremos compreender os professores sujeitos da presente pesquisa diz respeito a como eles compreendem que se originam os conhecimentos objetos de sua disciplina, assim como a forma com que situam os erros nesse contexto.

Ou seja, entendemos que antes dos professores fazerem uma psicanálise dos erros dos alunos, conforme propôs Bachelard (1996), é necessário que conheçamos o nível de consciência desses professores quanto à importância de se levar em conta os erros dos alunos e o que pensam/fazem com relação a isso. De certa forma, essa perspectiva tem sintonia com o que Pinto (2000) pontua de que além dos erros precisarem ser “observáveis” pelos alunos para que esses possam superá-los, também precisam ser “observáveis” pelos professores. Isso porque a não percepção dos professores quanto aos erros dos alunos ou a maneira como percebem pode influenciar nas dinâmicas de sala de aula e nas condições que os alunos terão para superar suas dificuldades.

Dessa forma, em nossa busca por compreender como professores de Física apreendem os erros, partimos da hipótese de que as compreensões desses professores sobre os erros não estão desvinculadas das suas concepções – explícitas ou implícitas – epistemológicas e de ensino-aprendizagem, assim como essas concepções não estariam desvinculadas do que condicionou cada um dos sujeitos pesquisados a construir essas suas concepções. Ou seja, suas próprias referências sobre o que seria uma boa escola, quais foram os seus bons professores, como eles próprios aprendiam e as imagens que lhes foram passadas sobre o que constitui o processo de conhecer são alguns exemplos de condicionantes que podem ter relações com a visão que hoje possuem sobre o processo educacional e o amálgama de dimensões (muitas delas que não poderão ser consideradas neste trabalho) que podem influenciar as suas ideias sobre os erros e a forma como são abordados em suas práticas pedagógicas.

Convém questionar a natureza e as possíveis contribuições desse tipo de pesquisa, uma vez que essas compreensões são produzidas pelos sujeitos de maneira singular e condicionadas pelo contexto sócio-cultural. Aguiar (2006), ao fazer a introdução do livro em que apresenta a metodologia usada por ela em trabalhos sob sua orientação e a qual tomaremos parcialmente como referência, aponta para

[...] a necessidade de produção de um conhecimento/pesquisa que desvele, aprofunde o movimento complexo e contraditório de constituição dos sentidos subjetivos do professor, um conhecimento que avance na apreensão das formas de pensar, sentir e agir dos professores [...]. (AGUIAR, 2006, p. 11).

Pesquisas dessa natureza fomentariam reflexões sobre as formas como pensam e também justificam suas ações, dando indicativos de possíveis lacunas formativas. Além disso, no que concerne a esta pesquisa, apreender a compreensão que professores constroem sobre erro implica, de alguma forma, conhecer a sua postura diante do que é abordado em sala de aula, assim como sua visão sobre seus alunos. É entrar, em algum nível, em suas salas de aula.

Na perspectiva adotada, como exposto na introdução, buscaremos olhar para esses professores como sujeitos únicos, por estarem inseridos

em um contexto sociocultural específico que condiciona os seus processos de apropriação do mundo, processos que possibilitam sua humanização (AGUIAR, 2006). Dessa forma, não haveria sentido falar em humanização sem considerar as relações entre os homens, que constituem e são constituídos por uma sociedade produtora de cultura. Assim, embora sejam reconhecidas as individualidades inerentes a cada sujeito, compreendemos que é apenas na interação com a sociedade que esse sujeito manifestará sua individualidade.

Nesse sentido, assumimos que, tanto na produção de conhecimento científico quanto na construção dos conhecimentos mobilizados pelos professores em sua prática, a origem do conhecimento se dá mediante relações dialéticas entre sujeito e objeto que não estão desvinculados de interações sociais que condicionam essas relações. Assim, mesmo se não conhecermos diretamente com e através das interações com outros sujeitos, conheceremos no mínimo na relação dialética com algum produto histórico-cultural (como os livros, por exemplo).

Sobre a relação entre sujeito e sociedade, nessa perspectiva gnosiológica assumida, cabe destacar que não se entende ambos de maneira dicotomizada, mas na condição em que um constitui o outro. Ou seja, apesar das singularidades de cada um desses sujeitos, suas produções não apenas podem ser socializadas, mas são sociais por essência, pois essas nunca são totalmente isoladas, mas sim condicionadas pelas socializações que as fomentaram. Dessa forma, conforme discorre Aguiar (2006, p. 12), estamos entendendo essa relação entre sujeito e sociedade como “[...] um processo no qual o plano interno não se constitui em mera transposição do social, mas o contém como propriedade essencial”.

Estaremos distantes da busca por apontar equívocos dos sujeitos da nossa pesquisa em relação ao que pensam sobre os erros, primeiro por não haver uma concepção paradigmática acerca dos erros, segundo porque, ao reconhecermos as condições materiais dos sujeitos no processo de construção de significação, estamos entendendo que não depende exclusivamente de cada sujeito compartilhar determinadas compreensões sobre os erros, em detrimentos de outras que talvez ele nem tenha tido acesso.

É nessa perspectiva que nosso interesse está centrado na busca por compreender – assumindo as limitações da presente pesquisa – os sentidos que os professores sujeitos da pesquisa atribuem aos erros. Assim, embora alguns dos sujeitos possam não ter refletido sobre a temática, consideramos que não corremos risco de nos depararmos com sujeitos que desconheçam o “fenômeno”, na medida em que não acreditamos que esse possa estar ausente em contextos de sala de aula.

Assim, entendemos que essas compreensões sobre os erros são construídas num processo dinâmico e complexo ao longo de nossas vidas, de modo que as formas como os professores lidam com os erros no contexto das aulas de Física – mesmo os que não tenham pensado sobre – poderiam refletir suas concepções epistemológicas e sobre o processo de ensino-aprendizagem, assim como os conhecimentos tácitos que constroem ao longo de suas experiências docentes.

Dados as intenções e os pressupostos explicitados anteriormente, cabe explicitar de que forma procederemos para obtenção dos dados e como esses puderam ser analisados nessa perspectiva que foi se construindo ao longo do processo da pesquisa.

4.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

A referência que tomamos para o proceder analítico da presente pesquisa foi a Análise Textual Discursiva (doravante ATD) proposta por Moraes e Galiuzzi (2007), principalmente a partir dos trabalhos que vêm utilizando essa metodologia, tais como Gonçalves (2009), Gehlen (2009), Halmenschlager (2010) e Brick et al. (2011), os quais tomaremos como exemplares.

Segundo Moraes e Galiuzzi (2007), a ATD se situa entre a Análise de Discurso e a Análise do Conteúdo. Tratando-se de uma metodologia que subsidia análises textuais, efetivar-se-á a partir de um conjunto de textos/documentos, denominados “*corpus*”. Os textos, dentro dessa perspectiva, são compreendidos de uma forma mais ampla, ou seja:

[...] como produções linguísticas, referentes a determinados fenômenos e originadas em um

determinado tempo e contexto. São vistos como produções que expressam discursos sobre diferentes fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 16).

Embora estejamos assumindo que essas produções linguísticas possam não se restringir aos textos escritos, o que constituirá nosso *corpus* de análise serão os textos gerados para a pesquisa, a partir das respostas dos professores ao questionário elaborado. Sobre esse questionário, explicitaremos sua construção mais adiante.

Dado o que tomaremos como *corpus* de análise, cabe explicitarmos como entendemos a Análise Textual Discursiva (ATD), relacionando-a com o contexto dessa pesquisa. Ou seja, a ATD está sendo compreendida como um processo auto-organizado que visa à construção de metatextos, que são os nossos textos produzidos sobre os textos analisados e se constituem da descrição e interpretação materializada em nossos textos, expressando os sentidos lidos no conjunto de textos analisados com vias à teorização dos fenômenos investigados. Assim, essas compreensões que serão explicitadas no metatexto emergem a partir de uma sequência cíclica de três etapas: a unitarização ou desconstrução dos textos; a categorização ou estabelecimento de relações entre os elementos unitários; e a comunicação.

Todas essas etapas são entendidas como parte do processo de construção do metatexto, que implica ir do todo para as partes e das partes para o todo de forma recorrente. Inicia-se o processo com a unitarização e a categorização, que fomentam a estrutura básica da produção dos “metatextos parciais”, que, por sua vez, podem reorientar a novas unitarizações e categorizações ou podem ir se integrando à comunicação ou “metatexto geral”, esse que também sofre recorrentes reformulações durante o processo de análise. Embora tenhamos como meta a comunicação das novas compreensões emergentes, reconhecemos a necessidade de crítica a essas interpretações, dentre outros fatores, pela inerente incompletude desse metatexto “final” e também pelo reconhecimento de que – como pesquisadores – estamos

também inseridos em um determinado espaço-tempo que condiciona nossas compreensões. Conforme explicitam Moraes e Galiazzi (2007, p. 33), “[...] a impregnação do pesquisador com o material analisado possibilitará a tomada de decisão sobre um encaminhamento adequado na construção desses metatextos”.

Ainda sobre o papel do pesquisador no processo de análise, os autores colocam que:

Ao mesmo tempo em que se envolve na explicitação de suas compreensões iniciais e parciais referentes a cada uma das categorias de análise, o pesquisador pode desafiar-se a produzir “argumentos centralizadores” ou “teses parciais” para cada uma das categorias, ao mesmo tempo em que exercita a elaboração de um “argumento central” ou “tese” para sua análise como um todo. As teses parciais devem constituir argumentos capazes de construir a validação e defesa da tese principal (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 33).

4.2.1 Prelúdio à obtenção do *corpus*

O primeiro desafio que se apresentou ao início da etapa empírica da pesquisa, considerando os pressupostos que foram construídos ao longo do processo, foi a busca dos sujeitos da pesquisa. Isso pela necessidade que sentimos de não escolher aleatoriamente esses sujeitos, levando em consideração o problema que Pinto (2000) pontua sobre o “erro” ser um assunto difícil e delicado de ser tratado com professores. Ou seja, da mesma forma como pode nos propiciar em algum nível entrar na sala de aula dos professores quando os incitamos a falar dos erros, por outro lado, esse movimento pode ser entendido pelo professor como uma invasão.

Assim, nossa primeira intenção foi de nos aproximarmos dos potenciais sujeitos da pesquisa a partir de um questionário (Anexos), para, a partir disso, fazermos uma segunda aproximação, fosse por meio de entrevistas ou de observações das aulas. Entretanto, julgamos os

dados que obtivemos das respostas do questionário como suficientes, dado o tempo que dispúnhamos e dos objetivos da pesquisa.

Em síntese, na distribuição de aproximadamente 160 questionários, obtivemos 25 sujeitos que aceitaram participar da pesquisa, respondendo voluntariamente ao questionário. A seguir, descreveremos como foi construído e validado o nosso instrumento de coleta de dados, vinculando com a forma com que metodologicamente esses dados serão compreendidos.

4.2.2 A obtenção dos textos a partir dos questionários

Primeiramente foram elaboradas 20 questões com base em questionários de pesquisas (SOUZA, 1999) que já utilizaram esse instrumento para investigar compreensões de determinados professores sobre os erros dos alunos, mas principalmente em nossos objetivos de pesquisa. Esse questionário piloto foi entregue para cinco professores que aceitaram espontaneamente contribuir com a pesquisa, dos quais apenas três nos deram retorno.

Nesse momento nos interessava saber desses sujeitos sobre a clareza das questões, dentre outras observações que eles pudessem fazer, tendo em vista a melhoria do instrumento que seria usado com outros sujeitos posteriormente. Dentre as observações que fizeram, relataram que o questionário estava muito extenso e que passaram horas para responder as questões.

Ao analisarmos as respostas ao questionário piloto, percebemos que elas atendiam suficientemente as expectativas, ou seja, que o instrumento que havíamos elaborado poderia ser potencialmente utilizado para que obtivéssemos dados relevantes para a pesquisa. Dessa forma, também percebemos que quatro das questões poderiam ser retiradas, por trazerem dados que poderiam não ser tão relevantes, assim como para acatarmos as sugestões dos sujeitos que responderam o questionário piloto.

O questionário final foi obtido a partir de pequenas reformulações no questionário piloto, bem como a exclusão de quatro questões, o que

nos incitou a integrar as respostas ao questionário piloto no nosso *corpus* de análise.

Assim, a estruturação do questionário se deu em torno da dimensão epistemológica, dimensão pedagógica, dimensão pedagógica com relação aos erros e dimensão afetiva. Nosso intuito não era obter respostas na ordem que viríamos a apresentar nossas compreensões sobre as análises, até porque não julgamos que essas poderiam ser previstas de antemão. Ou seja, não partiremos de categorias a priori pelo fato de essas poderem não contemplar a riqueza dos dados a serem analisados. Nesse sentido, nosso objetivo metodológico foi o de chegar a categorias emergentes que “[...] é um modo de chegar a um conjunto de categorias indo das informações e dados para classes de elementos que tem algo em comum. É um movimento que vai dos elementos unitários e específicos para os aspectos abstratos e gerais, as categorias.” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 87).

Mesmo assumindo a perspectiva de partir dos dados para então construir as categorias, foi necessário elaborar o questionário e ordená-lo inicialmente a partir de algum critério. Assim, mesmo que os sujeitos da pesquisa tivessem possibilidade de responder as questões na ordem que julgassem melhor, um dos objetivos da nossa organização diz respeito à perspectiva dos respondentes. Ou seja, buscamos ordenar as questões a partir de critérios de coerência entre as perguntas, dividindo não explicitamente em blocos de questões que se referem a uma “dimensão” comum e ordenando-os conforme nos pareceu propiciar a continuidade de uma linha de raciocínio aos sujeitos respondentes. Dessa forma, as questões foram agrupadas em tona de quatro blocos – sintetizados na Tabela 3, podendo ser comparados ao questionário (Anexos) – que dizem respeito à:

Tabela 3 – Divisão das questões por blocos.

BLOCO	QUESTÕES	TÍTULO DO BLOCO
1	1-2	Dimensão epistemológica
2	3-7	Dimensão pedagógica
3	8-11	Dimensão pedagógica e o erro
4	12-16	Dimensão afetiva

Fonte: O autor (2012).

Dimensão epistemológica – A partir das duas primeiras questões, segundo as quais buscamos compreender qual é a relevância que os sujeitos da pesquisa atribuem à compreensão epistemológica quanto ao conhecimento de Física que ensinam (questão 1) e como esses sujeitos situavam o papel do erro nessas suas compreensões (questão 2).

Dimensão pedagógica – A partir das nove questões seguintes, em que nos interessava conhecer a postura dos professores em sala de aula, relativo tanto às questões mais de fundo como às relações mais práticas, tendo em vista que entendemos que há influência, mesmo implícita, das primeiras sobre as segundas. Como questões mais de fundo, estamos considerando as relacionadas ao objetivo que os sujeitos atribuem ao ensino de Física no EM (questão 3) e o que consideram importante para que o aluno aprenda Física (questão 4). Como questões mais práticas, consideramos as que buscam apreender a postura dos sujeitos em situações de sala de aula: se leva em consideração as ideias dos alunos acerca do que será estudado (questão 5); como ocorre as participações dos seus alunos (questão 6); como avalia os alunos (questão 7). Assim, embora nenhuma dessas questões tenha relação direta com os erros, entendemos que elas poderiam indicar alguns dos motivos relacionados à apreensão que os sujeitos possuem sobre os erros dos alunos, nas questões do bloco seguinte.

Dimensão pedagógica e os erros – A partir das questões 8, 9, 10 e 11, buscamos apreender o grau de consciência dos sujeitos da pesquisa com relação ao erro dos seus alunos, ao questionarmos sobre o perfil dos alunos que cometem erros (questão 8), sobre as situações em que esses erros ocorrem (questão 9), sobre os tipos de erros cometidos (questão

10) e sobre como entendem que o professor pode lidar com os erros dos alunos (questão 11).

Dimensão Afetiva – A partir das questões de 12 a 16, interessava-nos saber de que forma os sujeitos se sentem (questão 12) ou percebem que os alunos se sentem, com relação a eles mesmos (questão 14) e com os colegas (questão 15), ao errarem. Também na questão 13 questionamos se o professor acredita que os alunos percebem os seus próprios erros e o que é possível fazer diante da situação que ele próprio delimita, ao responder as questões 12 a 15.

Construído nosso instrumento de coleta de dados, o que precisávamos era distribuí-lo, nesse momento ainda buscando apenas uma primeira aproximação, o que parecia interessante por meio de questionário, uma vez que, dos sujeitos para quem foram entregues, os que aceitaram participar o fizeram voluntariamente, mediante a assinatura de termo de consentimento livre-esclarecido (Anexos).

O questionário foi materializado em duas formas: em papel impresso e via formulário *on-line* pelo endereço <<https://docs.google.com>>. Assim, um total de 82 questionários impressos foi distribuído nas escolas públicas de toda região de Florianópolis, via Gerencia Regional de Educação da Grande Florianópolis (GERED), dos quais apenas dois retornaram respondidos. Além desses, foram entregues em mãos cerca de 30 questionários impressos, dos quais obtivemos o retorno de quatro. Alguns questionários foram enviados por *e-mail* para cerca de 50 professores que atuam em escolas da região citada e de outras regiões, os quais foram solicitados para disseminar a conhecidos. Ou seja, não é possível precisar a quantidade distribuída – desses questionários digitais, obtivemos o retorno de 16 sujeitos.

Somando os seis questionários impressos com os 16 respondidos via formulário eletrônico, mais os três questionários piloto, chegamos a um total de 25 questionários respondidos. Ou seja, obtivemos a participação voluntária de 25 sujeitos, número que nos pareceu razoável dado a delicadeza do assunto e os objetivos da pesquisa. A seguir, descrevemos o perfil dos sujeitos que participaram da pesquisa.

4.2.3 O perfil dos sujeitos da pesquisa

Com relação aos 25 entrevistados, no decorrer da pesquisa nos referiremos a eles por meio das letras do alfabeto. Assim, eles serão identificados com as letras de A até Y. Com relação às respostas analisadas, é importante que salientemos que elas foram obtidas entre novembro de 2010 e março de 2011. Assim, dos 25 sujeitos da pesquisa, cinco ainda não haviam se formado no curso de licenciatura em Física da UFSC (B, C, D, T e U), sendo que um desses já é formado em Engenharia Química e leciona há dezesseis anos (S), outro possui três anos de experiência docente (T). Dois sujeitos dos 25 se formaram no curso de bacharelado da mesma instituição (G, V), sendo que um possui mais de 10 anos de experiência docente (G).

Outros 12 sujeitos são licenciados em Física pela UFSC (A, E, F, J, K, M, N, O, Q, R, W, X), sendo que quatro desses possuem mais de oito anos de experiência docente (K, N, O, W). Desses quatro, dois são mestres pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC (K, O) e os outros são mestrandos do mesmo programa. Ainda dentre esses 13 sujeitos, há um mestre (E) e um mestrando (X) do mesmo programa, ambos com mais de três anos de experiência docente.

Além dos 19 alunos e ex-alunos dos cursos de Física da UFSC, um sujeito é formado em engenharia química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e leciona Física há mais de oito anos (P). Os demais cinco sujeitos são formados pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) (H, I, L, U, Y), sendo que desses, três são mestrandos do PPGECT (I, U, Y). Ou seja, dos sujeitos participantes da pesquisa, 88% são ou foram alunos da UFSC.

Segue abaixo a Tabela 4 que sintetiza os dados que obtivemos do perfil de cada sujeito.

Tabela 4 – Perfil dos sujeitos participantes da pesquisa.

PERFIL DOS SUJEITOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Sujeitos	Sexo	Idade (anos)	Formação	Experiência docente	Turmas em que já lecionou				
					1 ^o Ano	1 ^a Série	2 ^a Série	3 ^a Série	ES
A	M	21	Licenciatura em Física (2009) / UFSC	2 meses				X	
B	M	19	Licenciatura em Física (incompleto) / UFSC	Nenhuma					
C	M	21	Licenciatura em Física (incompleto) / UFSC	1 ano				X	
D	F	22	Licenciatura em Física (incompleto) / UFSC	4 meses				X	
E	F	26	Licenciatura em Física (2006) / UFSC Mestrado PPGECT	3 anos	X	X	X		X
F	M	25	Licenciatura em Física (2006) / UFSC	18 meses	X	X	X		
G	M	35	Bacharelado em Física (2006) / UFSC	10 anos	X	X	X		
H	F	25	Licenciatura em Física (2008) / UDESC	18 meses	X	X			
I	M	31	Licenciatura em Física (2008) / UDESC Mestrado PPGECT	4 meses	X	X	X		
J	M	39	Licenciatura em Física (2010) / UFSC	Nenhuma					
K	M	31	Licenciatura em Física (2004) / UFSC Mestrado PPGECT	10 anos	X	X	X	X	X
L	M	25	Licenciatura em Física (2009) / UDESC	Estágio					
M	M	27	Licenciatura em Física (2009) / UFSC	1 ano	X	X	X		

N	M	27	Licenciatura em Física (2004) / UFSC Mestrado PPGECT (incompleto)	8 anos	X	X	X	X
O	M	37	Licenciatura em Física (2004) / UFSC Mestrado PPGECT	8 anos	X	X	X	X
P	M	37	Engenharia Química / UFRJ	8 anos	X	X	X	X
Q	M	30	Licenciatura em Física (2007) / UFSC	4 anos	X	X	X	X
R	M	23	Licenciatura em Física (2008) / UFSC		X	X	X	
S	M	37	Engenharia Química (1995) / FURB Licenciatura em Física / UFSC (incompleto)	16 anos	X	X	X	X
T	F	23	Licenciatura em Física (incompleto) / UFSC	3 anos	X	X	X	
U	F	30	Licenciatura em Física (2002) / UDESC Mestrado PPGECT (incompleto)	10 anos	X	X	X	X
W	M	32	Licenciatura em Física (2002) / UFSC – Mestrado PPGECT (incompleto)	10 anos	X	X	X	
V	M	21	Bacharelado em Física (2010) / UFSC Licenciatura em Física (2008) /	6 meses	X	X	X	X
X	M	28	UFSC – Mestrado PPGECT (incompleto)	3 anos	X	X	X	X
Y	F	23	Licenciatura em Física (2009) / UDESC – Mestrado PPGECT (incompleto)	6 meses				X

Fonte: O autor (2012).

Conforme exemplificado acima, os sujeitos serão identificados pelas letras de A a Y do alfabeto, sendo que suas respostas às questões serão identificadas com a letra do alfabeto que identifica o sujeito seguido do número das questões a que se refere. Ou seja, as respostas B3 ou P8 – por exemplo – indicam a resposta do sujeito B à questão 3 e do sujeito P à questão 8, respectivamente. Essa codificação se constituiu como o primeiro momento do processo de unitarização do *corpus*, do qual, na medida em que a análise evoluiu, puderam ser destacadas e citadas as partes mais relevantes para o objetivo da pesquisa.

Conforme colocam Moraes e Galiuzzi (2007, p. 20), a unitarização ou fragmentação dos textos:

[...] é concretizada por uma ou mais leituras, identificando-se e se codificando cada fragmento destacado, resultando daí as unidades. Cada unidade constitui um elemento de significado pertinente ao fenômeno que está sendo investigado, entretanto, como na fragmentação sempre se tenta a descontextualizar as ideias, é importante reescrever as unidades de modo que expressam com clareza os sentidos construídos a partir do contexto de sua produção. Isso implica incluir elementos de unidades anteriores ou posteriores dentro da sequência do texto original. Isso se faz necessário porque as unidades, quando levadas à categorização, estarão isoladas e é importante que seu sentido seja claro e fiel às vozes dos sujeitos da pesquisa.

No contexto desta pesquisa, é preciso levar em conta que cada sujeito respondeu a uma série de questões que diziam respeito, direta ou indiretamente, a um assunto comum. Assim, assumimos a perspectiva que o conjunto de respostas de cada sujeito forma um discurso único, que pode encerrar em si elementos coerentes e contraditórios. De maneira prática, na perspectiva de sermos fiéis às vozes dos sujeitos da pesquisa, assim como correlacionar as falas entre si e com a literatura no sentido de nos aprofundarmos e propiciar a emersão de novas compreensões, pudemos evidenciar que, nas respostas a uma determinada questão, os sujeitos traziam complementos (coerentes ou contraditórios) de respostas às outras questões.

Esse processo de correlação entre as unidades em si e com a literatura diz respeito ao processo de categorização, cuja função explicitaremos na seção seguinte.

4.3 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Cientes de que não seja possível apreender os sujeitos em sua totalidade, é na relação entre as respostas deles aos quatro blocos que podemos ter alguns subsídios para aprofundarmos nossa compreensão acerca do papel que os sujeitos da pesquisa atribuem aos erros ao pensarem o ensino de Física.

Assim, foi na perspectiva de partir das respostas dos sujeitos na busca de sínteses que desenvolvemos as análises que culminaram em nosso terceiro capítulo. Ou seja, nosso objetivo não teria relação exclusiva em compreender na totalidade o que cada sujeito pensava, mas também no que cada um poderia – a partir de suas apreensões expressas em suas respostas – nos ajudar a compreender e construir sentidos sobre os erros, de forma que também nos entendemos como aprendizes nesse processo. Conforme Moraes e Galiuzzi (2007, p. 91), “[...] o processo de análise e da categorização é um modo de aprender sobre os fenômenos investigados [...]”.

Dessa forma, entendemos que, no processo em que as categorias emergem a partir da análise dos dados pelo pesquisador, esse, sendo considerado também como um aprendiz – coerentemente com nossos pressupostos –, também não é considerado como neutro nessa relação com o objeto cognocente, isso porque assumimos que “[...] o processo de categorização é diretamente influenciado pelas teorias analíticas e interpretativas que o pesquisador assume em suas pesquisas” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 77). Ou seja, como sujeitos cognocentes estamos nos vendo condicionados pelo contexto sócio-histórico o qual constituímos e do qual fazemos parte.

Em vários momentos reiteramos como objetivo de análise a construção de categorias a partir dessa análise dos dados ou dos dados já decodificados/desconstruídos. Entretanto, as categorias são apenas um meio para se chegar às novas compreensões sobre o objeto de

investigação, compreensão que se materializa na comunicação ou construção dos metatextos. Conforme colocam Moraes e Galiuzzi (2007, p. 23):

No seu conjunto, as categorias constituem os elementos de organização do metatexto que se pretende escrever. É a partir delas que se produzirão as descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise.

Ou seja, é a partir das categorias que emergiram da análise que se estruturará a terceira etapa da ATD – a comunicação ou a construção do metatexto “final” –, que constitui o entendimento que obtivemos a partir da análise. É exatamente essa comunicação que será o objeto dos próximos capítulos.

Permitimo-nos, neste momento, a uma meta-reflexão a partir do tema dos erros. Assim, em nossos passos em direção a novas compreensões, partimos da premissa de que antes de surgirem os erros é necessário que os sujeitos do conhecimento busquem construir caminhos. Dessa forma, também só é possível errar na medida em que nos é dado ou que conquistamos oportunidades de experimentar, de tentar, de buscar respostas a partir dos esforços que são possíveis mobilizar naquele momento. É nesse sentido que entendemos a fala do filósofo e educador Cortella (2006, p. 112), de que “[...] o erro não ocupa um lugar externo ao processo de conhecer; investigar é bem diferente de receber uma revelação límpida, transparente e perfeita. [...] Errar é, sem dúvidas, decorrência da busca e, pelo óbvio, só quem não busca não erra [...]”.

Nesse sentido e com esse espírito é que nos abrimos a críticas e reapreensão de nossas compreensões apresentadas nos próximos capítulos. Ou seja, colocamo-nos abertos para repensar essas compreensões construídas nos processos de unitarização, categorização e comunicação, ocorridos em uma relação dialética entre pesquisadores e o objeto de pesquisa em um contexto determinado.

5 ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS

Enquanto não alcançares a verdade, não poderás corrigi-la. Porém, se a não corrigires, não alcançarás. Entretanto, não te resignes.
(José de Sousa Saramago)

Este capítulo está dividido em três seções, nas quais explicitamos as compreensões obtidas sobre a crença dos professores acerca dos erros dos seus alunos. Cada seção corresponde a um enfoque, sendo a dimensão epistemológica na primeira seção, dos erros em si na segunda seção e a dimensão prática na terceira seção. Essa última concerne aos fins do ensino de Física segundo a dimensão afetiva e as possibilidades de lidar com os erros.

5.1 DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA DO ERRO

Esta seção diz respeito às compreensões que tivemos a partir da análise das respostas dos sujeitos da pesquisa ao questionário – principalmente às duas primeiras questões. Com a questão 1, tivemos o intuito de apreender qual é a relevância que os professores de Física atribuem à epistemologia no ensino de Física. Ou seja, distintamente da questão 2, por meio da qual buscávamos ter uma ideia de como os sujeitos situavam o erro em suas compreensões acerca da construção do conhecimento científico, na questão 1 nos interessava apreender quais as ligações que esses professores faziam entre epistemologia e o ensino de Física.

Assim, nesta seção, primeiramente discutiremos sobre como a epistemologia pode contribuir com o ensino de Física na **desmistificação com relação ao conhecimento científico**, na **postura do professor com relação à aprendizagem** e na **contextualização dos conteúdos ensinados**. Esses três eixos, a partir dos quais estruturaremos nossos argumentos, constituem as três categorias que emergiram a partir, principalmente, da análise da primeira questão.

Entendemos que essas categorias e as subcategorias dizem respeito a recortes a partir dos quais apresentaremos nossas interpretações sobre um objeto complexo (o pensamento dos sujeitos expresso em suas respostas), que podem ter várias interpretações possíveis. Nesse sentido, esses três enfoques (as categorias emergentes) – a partir dos quais buscamos apreender o objeto de análise – não são excludentes entre si, constituindo-se apenas como uma separação didática em busca de uma apreensão mais complexificada do objeto.

Em termos práticos, dizer que as categorias não são excludentes se reflete na possibilidade de uma resposta contribuir simultaneamente para emergência de mais de uma dessas categorias, pois entendemos que um mesmo sujeito pode atribuir distintas relações entre epistemologia e ensino de Física. Abaixo segue uma tabela com a distribuição das respostas dos sujeitos nas categorias e subcategorias correspondentes.

Tabela 5 – Síntese dos sujeitos que contribuíram – com suas respostas – para a emergência de cada uma das três categorias e a contagem do número de sujeitos que se refere a cada categoria.

CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA PAR AO ENSINO DE FÍSICA		
CATEGORIAS	Sujeitos (A-Y)	Contagem
Desmistificação com relação ao conhecimento científico	A, C, D, E, H, I, J, K, L, M, N, R, T, U, W, X, Y.	17
Postura do professor com relação à aprendizagem	A, D, E, F, G, H, I, J, L, N, P, X, R, S.	14
Contextualização dos conteúdos ensinados	C, D, F, H, J, L	6

Fonte: O autor (2012).

A partir da Tabela 5, temos a distribuição do número percentual dos sujeitos que tiveram suas respostas em cada categoria, na seguinte seqüência: **desmistificação com relação ao conhecimento científico**,

com 68% dos sujeitos; **postura do professor com relação à aprendizagem**, com 56% dos sujeitos; **contextualização dos conhecimentos ensinados**, com 24% dos sujeitos. Contudo, percebemos que 84% dos sujeitos aparecem na tabela, o que significa que 16% dos sujeitos ou não responderam a essas questões (4%) ou suas respostas não tem relação com o que nos propomos a discutir.

Após termos uma imagem sobre o papel que os sujeitos da pesquisa atribuem à epistemologia no ensino de Física, buscamos identificar como esses sujeitos situam os erros no contexto epistemológico. Essa busca se deu principalmente a partir da análise das respostas à questão 2³⁶, que se constituía em solicitar que os sujeitos escolhessem uma entre duas afirmações antagônicas sobre o papel dos erros no processo de conhecimento, bem como justificassem a sua escolha. Em síntese, dos 25 sujeitos respondentes, 20 (80%) concordaram que os erros são intrínsecos ao processo de conhecer. Dentre os outros quatro, tivemos o sujeito O que não respondeu à questão e mais outros três cujas respostas analisaremos a seguir.

O sujeito B nos coloca o seguinte:

Acho que a resposta certa seria a i) [“No processo de conhecer cientificamente não há erros, exceto os experimentais que podem, inclusive, ser calculados.”], mas depende do que você chama de erro. O conhecimento não é perfeito, mas cada vez chega mais perto. Não acredito que seja um erro uma imperfeição de uma teoria[...]. (B2, grifo nosso).

Mesmo parecendo um pouco confuso o que B quer dizer com imperfeição de uma teoria, ou do conhecimento científico, podemos perceber – com base no que responde B e pela sua escolha à opção i em detrimento da opção ii – que há certa relutância em assumir os erros como fazendo parte do processo de conhecimento científico. Contudo, apesar de B não aceitar o termo “erro” como próprio do processo de produção do conhecimento científico, aceita-o implicitamente ao considerar que o próprio conhecimento é imperfeito.

³⁶ Veja nos Anexos.

Compreendemos que a posição de B se distingue das tomadas pelos sujeitos H e I, quando esses explicitam o seguinte:

Acredito que não possa haver erros no processo do conhecimento, no caso dos experimentos, os erros, devem ser mínimos e com justificativas convincentes, podendo ser discutidos. (H2, grifo nosso).

Acredito que o principal objetivo da ciência é conhecer e descrever a natureza da melhor forma possível e neste processo não existem "erros" (no sentido de fracasso) [...]. (I2, grifo nosso).

Tanto em H2 quanto em I2 é possível identificar que, para eles, o erro não existe no processo de conhecer. Essas colocações incitam a questionar se esses posicionamentos não teriam relação com a representação social acerca do termo “erro” que pode ser muito negativa por ele estarem vinculados a acontecimentos em outros contextos que não o científico – como os erros médicos, por exemplo – o que evidenciaria as limitações do enfoque apenas epistemológico na apreensão do que os sujeitos pensam sobre os erros.

Outra questão que as respostas dos sujeitos supracitados nos incitam é concernente à possibilidade de existência de um método infalível que propicie se chegar a conhecimentos inquestionáveis, ou se são pessoas de carne e osso que fazem ciência, uma vez que os erros não podem estar presentes no processo de conhecer. Também nos questionamos se esses posicionamentos não teriam relação com a ênfase que pode estar sendo dado, nas aulas de Física, ao produto da ciência em detrimento do processo do qual, inerentemente, esse produto é decorrente.

A seguir trataremos sobre a nossa compreensão a partir das análises das respostas dos sujeitos acerca de contribuições da epistemologia para o ensino de Física, seja na desmistificação com relação ao conhecimento (subseção 5.1.1), com relação à postura do professor em sala de aula (subseção 5.1.2) ou sobre a contextualização do conhecimento a ensinar (subseção 5.1.3). E como síntese, discutiremos sobre as compreensões que tivemos das respostas dos sujeitos acerca da contribuição dos erros para a compreensão do processo de conhecer e vice-versa (subseção 5.1.4).

5.1.1 Desmistificação com relação ao conhecimento

Estaremos identificando por **desmistificação com relação ao conhecimento científico** as respostas dos sujeitos que indicam alguma importância da epistemologia para uma apreensão menos simplificada do processo de conhecer, fomentando, assim, uma visão mais crítica sobre o que é ensinado nas aulas de Física.

Essa categoria, de maneira geral, poderia ser representada por respostas que explicitam a preocupação com a imagem de ciência passada aos alunos: seja partindo de pressupostos de que há uma visão correta, ou seja, de que “[...] *é importante para que os alunos tenham uma visão correta acerca da Física enquanto ciência*” (H1, grifos nossos), ou do pressuposto de que há uma visão mais adequada, quer dizer, que “[...] *é importante compreender a construção do conhecimento científico para que o estudante possa formar uma imagem mais adequada da ciência [...]*” (X1, grifos nossos).

Também podemos elencar como representante mais geral dessa categoria as respostas em que se considera importante ressaltar o lado humanístico da ciência, ou seja, que a ciência é, sobretudo, uma construção humana, no sentido que ressalta o sujeito R, segundo o qual “[...] *possuir a compreensão acerca da história da construção do conhecimento científico é importante para dar uma visão humanista da ciência [...]*” (R1, grifo nosso). Da mesma forma, Y afirma que, em suas aulas, busca “[...] *explicitar aos alunos que a ciência é uma construção humana [...]*” (Y1, grifo nosso).

Poderíamos ainda tomar como representante a resposta de E, que ressalta ser importante a compreensão de como são construídos os conhecimentos científicos “[...] *porque permite o desenvolvimento de uma visão crítica, isto é, não-ingênuo, sobre o conhecimento físico [...]*” (E1, grifo nosso).

Uma comparação direta entre os destaques é suficiente para percebermos nuances entre o teor das respostas. Os sujeitos que falam em termos de “*visão correta*”, “*imagem mais adequada*”, “*visão humanista*” ou “*visão mais crítica (não ingênuo)*” podem estar representando a diversidade de interpretação e pressupostos assumidos, mesmo que implicitamente, por esses sujeitos.

Contudo, ainda que consideremos cada sujeito como único, que constrói suas compreensões a partir de determinadas condições sócio-históricas, o objetivo, nesse momento, constitui-se apenas na busca pelas semelhanças entre as respostas de cada sujeito, ou seja, as semelhanças nas diferenças que se mostram em suas respostas. Dessa forma, em todas as respostas destacadas é possível identificar que está sendo atribuída importância à compreensão sobre a construção do conhecimento científico devido a potencialidade de superação das visões inadequadas da Física e do conhecimento científico.

Ainda dentro dessa categoria, agrupamos repostas em subcategorias que dizem respeito a desmistificações em específico, como a de que o conhecimento científico é **absoluto, acumulativo e construído linearmente**, e caracteriza-se pelo emprego de um **método único**, que é **construído individualmente por grandes gênios** (concepção individualista e elitista) e que **só se constitui de contas** (visão exclusivamente analítica).

Faremos relação aqui de algumas falas com o que denominamos por desmistificação quanto ao conhecimento ser **absoluto**, ou seja, uma verdade imutável. Nesse sentido, são falas que, de alguma forma, denunciam a sobrevalorização do produto do conhecimento em detrimento do seu caráter processual, sendo que até o conhecimento atual pode ser caracterizado por não estar acabado.

Como representantes dessa subcategoria, podemos destacar as respostas dos sujeitos M, X e U, segundo os quais: “[...] *o conhecer cientificamente não é absoluto, pois uma teoria científica só é verdadeira até o momento que não explique um novo fenômeno relacionado a ela [...]*.” (M2, grifo nosso); “*Não existem verdades irreversíveis na ciência [...]*.” (X2, grifo nosso); “*Compreender como foram construídos os conhecimentos de Física torna-se importante para desmistificar a ideia de que esses conhecimentos são fruto de uma verdade única e imutável [...]*.” (U1, grifo nosso). Da mesma forma, o sujeito A ressalta que a epistemologia é importante para o ensino de Física, pois “[...] *mostra a ciência como um processo humano, com falhas e sucessos.*” (A1, grifo nosso).

Percebemos que M e X aceitam a possibilidade das teorias científicas serem verdadeiras de maneira não absoluta, e, a partir da resposta de M e U, ainda poderíamos interpretar que essa verdade

sempre dirá respeito a um determinado recorte temporal, o que tem sintonia com a concepção de verdade histórica (SCHAFF, 1995) discutida no capítulo 3. Já na resposta do professor A, é trazida a questão das falhas como parte da ciência, ao passo que a ciência é constituída por humanos, que são, inevitavelmente, passíveis a erros.

Essas compreensões explicitadas por M, X, U e A têm como fundamento a crítica à concepção dogmática com relação à possibilidade do conhecimento, concepção que reverbera no ensino a partir da própria postura do professor com relação ao conteúdo ensinado em sala de aula, ainda que essa concepção esteja implícita (CACHAPUZ et al., 2005; HARRES, 2008; BORGES, 2008). Ou seja, resquícios de uma concepção dogmática sobre o conhecimento, objeto de ensino, podem se mostrar tanto na relação entre alunos-professor-saber – caracterizada por Brousseau (1986, apud SILVA, B., 2002) como “contrato didático” (CD) – quanto no planejamento das aulas e, em especial, na avaliação que, apesar de estar relacionada com o CD, possui uma dimensão mais ampla (BALDINO, 1998).

Ainda com relação à problemática da visão absoluta do conhecimento ensinado, corroborando as falas dos sujeitos anteriormente citadas, um dos professores respondentes relaciona a visão da Física como verdade absoluta com o ensino de Física ao colocar que: “[...] *ao compreender a Física como um produto histórico, podemos amenizar a forma dogmática e a-histórica como ela é ensinada nas escolas.*” (W1, grifo nosso). Da mesma forma que W, o sujeito I faz relação explícita com os conhecimentos tratados em sala de aula, ao dizer que:

Na minha opinião, a maior contribuição da epistemologia das ciências em aulas de Física é a de mostrar que os conhecimentos são construções humanas, não tendo o status de "verdade", ideia muito comum entre os alunos do ensino médio. [...]. A compreensão destes aspectos pode contribuir para compreender que a Física é uma ciência cujas teorias são tentativas humanas de descrever os fenômenos naturais, e como tal, são passíveis de erro e substituíveis. Além disso, chamar a atenção para o fato de que natureza é quem rege a Física, e não o inverso, onde a

Física, com o seu status de "verdade" determina como a natureza deve se comportar. (11, grifo nosso).

Além de reiterar o que outros sujeitos colocam sobre a concepção do conhecimento como construção humana e, dessa forma, passível a erros, o professor I – contraditoriamente ao que responde na questão 2 analisada anteriormente – nos dá um exemplo concreto de como uma concepção dogmática do conhecimento pode influenciar as aulas de Física. Ou seja, de que uma visão dogmática pode, além de confundir o que seja o objeto de conhecimento e o conhecimento sobre o objeto (DELIZOICOV et al., 2007), subordinar o primeiro ao segundo, ao passo que as teorias científicas não estariam sendo entendidas como instrumentos que poderiam ajudar a compreender os fenômenos, mas sim como esses deveriam se comportar.

Das respostas dos sujeitos, podemos dizer que há certa clareza com relação a um dos papéis da compreensão epistemológica quando se tem em vistas o ensino de Física. Ou seja, o fato do ensino de Física pressupor saberes das ciências físicas não implicaria em uma influência das concepções de ciência nas próprias aulas? Assim, uma melhor compreensão de como se chegou a esses saberes, pelo menos à parcela desses que será disseminada na escola³⁷, teria como não influenciar as aulas de Física?

Mesmo que alguns sujeitos estejam se referindo ao conhecimento produzido pelos cientistas e não necessariamente ao conhecimento veiculado nas aulas de Física ou na relação entre ambos, é possível perceber uma preocupação com relação à disseminação de uma visão ingênua da atividade e do conhecimento científico. Em resumo, podemos dizer que a visão de que o conhecimento científico não é uma verdade absoluta está explicitamente relacionada com a ideia de considerar o erro como parte constituinte do processo de conhecer.

Com relação ao que denominamos por desmistificação quanto ao conhecimento ser **acumulativo e construído linearmente**, apesar de podermos abranger mais as discussões acerca dessa visão de ciência,

³⁷ Apesar dos conhecimentos escolares serem simplificados (FLECK, 2010; DELIZOICOV, 2010) ou transpostos (CHEVALARD, 1997; ALVES FILHO, 2000).

estaremos nos referindo, a partir da resposta dos sujeitos, para o reconhecimento de que há rupturas e reformulações entre os conhecimentos construídos ao longo do tempo. Relacionamos essa subcategoria com o que Gil Pérez et al. (2001) e Cachapuz et al. (2005) chamam de “visão acumulativa e de crescimento linear”, discutida no capítulo 3. Assim, como representante dessa subcategoria, temos a resposta do sujeito N que faz a seguinte colocação sobre a importância da compreensão de como se constroem os conhecimentos de Física que são ensinados: “*Considero oportuno esta compreensão [de como se constroem os conhecimentos que são ensinados] para levarmos em conta que o conhecimento científico não foi construído de maneira linear, de maneira meramente acumulativa [...]” (N1, grifo nosso).*

No mesmo sentido, o sujeito X, fazendo uma relação entre erros e rupturas, coloca que “[...] *o erro faz parte, pois o conhecimento científico avança com a continuidade e também com as rupturas.*” (X2, grifo nosso). Assim, ao interpretar os erros usando algumas terminologias kuhnianas, o professor X parece entender que os erros, ou a retificação deles, mostravam-se principalmente nos períodos de revoluções científicas, assim, a emergência deles ocorreria na medida em que a comunidade científica começa a levar em consideração as anomalias do paradigma vigente.

Conforme explicita Fleck (2010), havia erros de predição com relação à teoria da gravitação newtoniana, contudo, esses erros só passaram a ter ressonância na medida em que o “paradigma” newtoniano já estava sendo amplamente questionado. Nesse sentido, o trecho da resposta do professor X, de associar os erros com as rupturas, incita-nos a argumentar que a ocorrência de erros no processo de conhecer se dá não apenas em períodos de revolução científica, muito embora fossem nesses que vários erros teriam reverberação na comunidade científica daquela época. Ou seja, em uma perspectiva fleckiana, poderíamos dizer que a não consciência, ou não abordagem de maneira sistemática de determinada comunidade científica, dos erros relacionados aos conhecimentos e práticas compartilhados em uma época seriam decorrentes do que Fleck (2010) denomina por harmonia das ilusões.

Com relação à função da epistemologia para desmistificar que a ciência possui **um único método**, apenas um dos sujeitos colocou que

“Não existem verdades irreversíveis na ciência, nem um único método que conduz ao conhecimento correto [...]” (X2, grifo nosso). Essa Preocupação tem relação com uma das visões deformadas da ciência que Gil Pérez et al. (2001) chamam “visão rígida (algorítmica, exata, infalível)”, no ponto em que os autores interpretam que, segundo essa visão, o método científico é apresentado como uma etapa a ser mecanicamente seguida.

Contudo, essa mesma categoria de Gil Pérez et al. (2001) diz respeito a uma visão que entende a ciência como produzida a partir de tratamentos exclusivamente quantitativos, controlados rigorosamente, em que não cabem dúvidas, tentativas que são inerentes ao processo criativos. Esses pressupostos estão relacionados com outra subcategoria que emergiu de nossas análises, a qual foi chamada de desmistificação com relação à Física **apenas ser constituída de contas**, em que há uma sobrevalorização do caráter lógico, racional e fragmentário, em detrimento de uma visão mais orgânica e contextualizada sobre a construção daqueles conhecimentos e sobre os próprios conhecimentos em si. Essa subcategoria é representada pelas seguintes falas:

[...] Infelizmente a grande maioria [sic] dos professores se prendem nas fórmulas e cálculos, que por si só não tem significado com o mundo que vivemos [...]. (J1, grifo nosso).

Os alunos têm a ideia de que a Física só envolve cálculos e que eles estão muito distantes do nosso cotidiano [...]. (D1, grifo nosso).

Entendemos que a subcategoria relativa à desmistificação da Física como sendo **apenas constituída de contas** também tem relação com a chamada “visão exclusivamente analítica” (GIL PÉREZ et al., 2001), que diz respeito à “[...] necessária divisão parcelar dos estudos, o seu caráter limitado, simplificador. Porém esquece os esforços posteriores de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos [...]” (GIL PÉREZ et al., 2001, p. 132). Essa relação fica evidenciada quando D fala que “[...] os alunos têm a ideia de que a Física só envolve cálculos [...]” (D1). Isso que o sujeito D percebe certamente tem relação com a resposta de J, quando esse coloca que “[...] professores se prendem nas fórmulas e cálculo [...]” (J1). Ou seja, se entendemos o professor como o principal

disseminador de conhecimentos de Física e, simultaneamente, de uma visão da própria Física, poderíamos interpretar que o que aponta o sujeito J poderia ter influência substancial no que o sujeito D percebe.

Embora uma visão *exclusivamente* analítica possa representar uma visão simplista de como se dá a atividade científica, a falta de clareza sobre a dimensão analítica da ciência, que tem relação com a consciência das suas limitações e a necessidade de idealizações e recortes, poderia gerar a ideia de que o conhecimento científico é exato.

Das respostas do sujeito T e E, emergiu a subcategoria que tem relação exatamente com o papel da epistemologia para a desmistificação quanto ao **conhecimento científico ser exato**. Segundo o sujeito E, ao aceitarmos que o conhecimento científico é aproximado, estamos aceitando junto a ideia de que os erros fazem parte desse conhecimento em função da necessidade de abstração e idealização, por isso, nesse sentido, os conhecimentos não são exatos. Conforme a professora E nos coloca:

[...] se aceitarmos que o conhecimento científico é aproximativo, não existe conhecimento que não contenha nenhum erro! E é um erro "epistemológico", por assim dizer, não um erro por desatenção ou inércia do investigador. A abstração e a idealização, processos inerentes na construção do conhecimento científico, são fontes inesgotáveis de erros, ao mesmo tempo em que são o início do conhecimento. Portanto, na perspectiva crítica, não existe conhecimento sem erro. (E2, grifo nosso).

Podemos dizer que a professora E entende que uma das fontes dos erros está nos processos de abstração e idealização próprios da atividade científica. Em outras palavras, o fato de ser impraticável uma ciência que busque levar em consideração todas as variáveis de um fenômeno torna necessários recortes, abstrações e idealizações dos objetos de estudo, que, muitas vezes, podem trazer erros nesses processos.

No mesmo sentido, a professora T nos coloca que “[...] fazemos muitas aproximações, não existe uma ‘fórmula’ que nos dê a exatidão [...] são essas aproximações que nos ajudam a entender o

comportamento dos fenômenos naturais.” (T2). Assim, entendemos que as professoras E e T dão margem para serem interpretadas da seguinte forma: reflexões sobre os erros no movimento de recorte, abstração e idealização do objeto de estudo poderiam contribuir para que se tenha essa compreensão de que não é possível apreender o objeto do conhecimento sem que se façam aproximações, pois são essas que – mesmo podendo trazer erros em si – nos permitem alguma compreensão sobre os objetos de conhecimento.

Isso estaria em sintonia com o que alguns epistemólogos enfatizam sobre o conhecimento científico sempre ser aproximado, dentre os quais podemos citar: Bachelard (2004), que, ao assumir como inegável a existência do erro no processo de conhecer e que esse não poder ser totalmente eliminado, obriga a nos contentarmos com o conhecimento aproximado; e Mário Bunge (1974, apud MACHADO, 2008), segundo o qual as teorias científicas, ou seja, a apreensão conceitual da realidade, iniciam-se pelas idealizações.

Entendemos que essas questões – suscitadas pelas respostas das professoras E e T – possuem algum grau de relação com a resposta do professor J, quando esse responde que:

Se formos para o laboratório da UFSC [aqui J se refere aos laboratórios didáticos de Física] ou de qualquer escola e repetirmos as experiências nos kits determinados para cada experimento, veremos que os erros não podem ocorrer já que seguimos uma receita de bolo, a qual deve sair o resultado esperado. No entanto, se voltarmos no tempo e verificarmos todas as condições que cada cientista tinha no momento em que chegou a algum resultado, vamos verificar que o erro era constante [...]. (J2, grifo nosso).

Ou seja, o sujeito J nos traz uma questão já discutida (ALVES FILHO, 2000; GONÇALVES, 2009) sobre a imagem da ciência a partir de atividades experimentais propiciadas por roteiros fechados. Ou seja, o erro do qual fala o professor J não são os erros estatísticos (aleatórios e sistemáticos) que se trabalha nas disciplinas de laboratório durante a sua formação inicial. Parece-nos que o professor J possa estar se referindo aos erros na relação entre teoria e realidade, ou seja, ao

processo de idealização e abstração que estão inteiramente ausentes das atividades que descreve. Assim, entendemos que J não esteja criticando em si os *kits* experimentais, mas sim as formas pobres com que são explorados, sendo que esses, muitas vezes – pela mecanicidade com que são usados –, deixam de discutir o grau de abstração que esses *kits* já passaram até a sua elaboração correta³⁸, fomentando visões reducionistas acerca da própria atividade científica. Se a visão do fazer ciência se restringisse às práticas nos laboratórios didáticos, qual a visão acerca do sujeito epistêmico que essas práticas propiciariam?

Já a partir das respostas dos sujeitos C, I e L, emergiu a subcategoria que diz respeito à desmistificação de que a ciência é **produzida individualmente por grandes gênios**, ideia que eximi o caráter sociológico que condicionou o processo de conhecer em cada espaço-tempo. Destacamos e discutimos, em seguida, os fragmentos das respostas dos sujeitos supracitados:

Acredito que seja importante contextualizar a época em que o conhecimento foi construído, pois, assim, é possível mostrar aos alunos que a ciência não é desenvolvida simplesmente por super gênios e/ou por ideias que surgem do nada, mas que é fruto de muito trabalho e de uma, ou mais motivações que tem relação com o ambiente em que está inserido o cientista e sua história de vida [...]. (C1, grifos nossos).

Podemos, ao falar sobre o ambiente em que está inserido o cientista como um condicionante da produção de conhecimento, interpretar que C está levando em consideração, mesmo que implicitamente, o elemento mediador da relação entre sujeito e objeto de conhecimento no processo de conhecer (DELIZOICOV, 2010), ou seja, os conhecimentos e práticas compartilhados naquele determinado contexto. Nessa perspectiva, interpretamos que sempre há esse elemento mediador a partir do qual os sujeitos compartilham determinados conhecimentos e práticas que, apesar de se transformarem ao longo do tempo, também condicional o sujeito cognocente a produzir

³⁸ Correta no sentido de que o instrumento permite obter dados em conformidade com as teorias.

determinados conhecimentos, até porque seriam esses conhecimentos e práticas compartilhadas que direcionariam o seu olhar. Caso contrário, sua produção surgiria de onde?

Já o sujeito I nos coloca o seguinte, “[...] *acredito que ela [a epistemologia] também é útil para desmistificar a figura do cientista, mostrando-o como um ser humano, passível de cometer erros, diferente da ideia do senso comum de que cientista é sinônimo de gênio ou de uma pessoa 'iluminada' [...]” (I1, grifo nosso). Assim, o sujeito I contrapõe a imagem do cientista como um gênio com a imagem do cientista como um homem. Ou seja, I entende que a epistemologia serve também para propiciar uma ruptura com a visão romântica e ingênua de que o cientista é impecável.*

O sujeito L, por outro lado, nos coloca que acredita “[...] *que compreender como os cientistas constroem os conhecimentos de Física [...] leva ao aluno a entender que a ciência está ao alcance de todos e fortalece a ideia de que todos os avanços científicos e tecnológicos não acontecem da noite para o dia [...]” (L1, grifo nosso). A partir de sua resposta, percebemos que L não explicita, como C e I, que se referem à desmistificação quanto aos grandes gênios e aos avanços isolados que eles supostamente propiciam à ciência. Talvez isso ocorra porque L já não esteja pensando na imagem de ciência em si, a qual a epistemologia pode ajudar a desmistificar, mas sim na apreensão que os alunos podem vir a ter. Ou seja, a resposta de L teria mais relação com o que pode vir a ser um reflexo dessa desmistificação para o contexto de ensino de Física.*

Assim, podemos perceber a relação dessa subcategoria de que a ciência é construída individualmente apenas por grandes gênios, com o que Gil Pérez et al. (2001) chamam de “concepção individualista e etilista”, que diz respeito à visão de que a ciência se constitui a partir de “[...] obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes [...]. Em partícula faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria.” (GIL PÉREZ et al., 2001, p. 133, grifo nosso).

Como consequências dessa visão, e sendo corroborados pelas respostas de L, C e I, os autores supracitados colocam que essa visão reflete num certo elitismo em sala de aula, de forma que o conhecimento

científico só poderia ser alcançado e aprendido por poucos. Assim, por parte dos professores que compartilham dessa visão, não é feito “[...] um esforço para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem para mostrar o seu caráter de construção humana, em que não faltam hesitações nem erros, situações semelhantes às dos próprios alunos.” (GIL PÉREZ et al., 2001, p. 133, grifo nosso).

É desse ponto destacado da citação acima que poderíamos dizer que vem a sinergia que nos move com relação a essa pesquisa, na medida em que consideramos a ciência, que é, em algumas compreensões, o único referente do objeto que se ensina nas escolas, como construção essencialmente humana. Então, poder-se-ia pensar na reverberação dessa concepção nas salas de aula, que, afinal, também são inevitavelmente constituídas por humanos.

Independente de assumirmos ou não uma postura educacional que vise prioritariamente à humanização dos sujeitos, não nos parece absurdo uma compreensão dos sujeitos como incompletos e inconclusos e, dessa forma, passíveis a acertos e erros. Assim, os professores que compartilham compreensões elitistas com relação à educação, ao se manifestarem em frases do tipo “aprender Física não é para qualquer um”, mesmo esses professores e seus alunos na condição de humanos também estão passíveis a erros na medida em que lhes são dadas oportunidades.

Outro ponto que emergiu, apesar de apenas ter sido referido por um dos sujeitos, diz respeito à neutralidade dos sujeitos do conhecimento. Assim, o professor K se refere, mesmo que implicitamente, ao papel da epistemologia para desmistificar a ideia de que o conhecimento e **os sujeitos do conhecimento são neutros**, ao dizer que: “[...] o processo de conhecer também prevê erros que são inerentes às concepções formadas acerca das experiências anteriores.” (K2, grifo nosso).

Ou seja, ao assumir que existem concepções relacionadas às experiências anteriores, esteja se referindo à aprendizagem ou à produção de conhecimentos novos, K está levando em consideração que os sujeitos do conhecimento não são *tábulas rasa*. Dessa forma, mesmo sendo um dos pontos menos frequentes nas respostas, essa visão talvez tenha mais condições de se fazer refletir sobre o trabalho dos

professores, uma vez que, assumindo uma postura crítica com relação a esse ponto, o professor teria melhores condições de compreender e levar em consideração que os alunos, tal como os cientistas, ao se depararem com um objeto do conhecimento novo, mobilizam conhecimentos que já possuem para apreendê-lo. Sem falar que, quando pensamos nos conhecimentos de Física, esses dizem respeito a um objeto não apenas acessível, mas no qual os alunos estão imersos interativamente desde o início de suas vidas; ou seja, estamos nos referindo ao mundo físico.

Na Tabela 6³⁹, segue uma síntese das subcategorias emergentes relacionadas ao papel que os sujeitos respondentes atribuem à epistemologia como desmistificadora do conhecimento científico, assim como a recorrência das respostas e as categorias de Gil Pérez et al. (2001) com que buscamos relacioná-las.

³⁹ A apresentação das subcategorias na tabela segue a mesma ordem em que foi apresentada no texto, no qual o critério para ordená-las se deve exclusivamente à coerência interna do texto.

Tabela 6 – Síntese das análises referentes ao papel da epistemologia para desmistificar determinadas compreensões sobre o conhecimento científico.

CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA PARA AS AULAS DE FÍSICA – 1/3			
Categoria	Subcategorias	Concepções/Visões - Referências	Recorrência (Total 25)
Desmistificação com relação ao conhecimento científico ser:	Absoluto	Aproblemática e ahistórica – Gil Pérez et al. (2001)	9
	Acumulativo e construída linearmente	Acumulativa e construída Linearmente – Gil Pérez et al. (2001)	2
	Possui um método único	Rígida (algorítmica) – Gil Pérez et al. (2001)	1
	Só constituindo-se de conta	Exclusivamente analítica – Gil Pérez et al. (2001)	2
	Produzido por grandes gênios individualmente	Individualista e elitista – Gil Pérez et al. (2001)	3
	O sujeito do conhecimento é neutro	Delizoicov et al. (2007)	1
	O conhecimento científico é exato e não aproximado	Machado (2009)	2

Fonte: O autor (2012).

5.1.2 Postura do professor com relação à aprendizagem

A partir das respostas dos sujeitos sobre o papel da epistemologia para o ensino de Física, emergiu a categoria “postura do professor com relação à aprendizagem”, em que os sujeitos dão indicativos de que a compreensão de como foram construídos os conhecimentos de Física pode contribuir para a postura dos professores, seja na relação didática ou no planejamento das aulas, com vias à aprendizagem dos alunos.

Nas respostas dos sujeitos, pode-se identificar não uma uniformidade em como esses sujeitos compreendem que as reflexões epistemológicas podem contribuir para o planejamento das aulas, a relação didática e a conseqüente aprendizagem dos alunos, mas sim distintas visões que agrupamos em subcategorias conforme recorrência e similaridades.

Na maioria das respostas relacionadas a essa categoria, é indicado que a clareza sobre como foram construídos os conhecimentos que são ensinados nas aulas de Física pode contribuir para a aprendizagem dos alunos. Contudo, não é explicitado como ocorre essa contribuição, assim como não se faz menção à influência na relação didática e no planejamento das aulas, conforme podemos observar em X e R ao colocarem, respectivamente, que “[...] *é importante compreender a construção do conhecimento científico para que o estudante possa formar uma imagem mais adequada da ciência. Essa compreensão ainda pode ajudar no entendimento conceitual dos objetos teóricos da ciência.*” (X1, grifo nosso), e também que “[...] *essa compreensão [epistemológica] influencia em sala de aula muitas vezes melhorando a compreensão do aluno em determinados assuntos.*” (R1).

Contudo, podemos identificar também que alguns sujeitos se referem explicitamente ao planejamento de aulas com vias à aprendizagem dos alunos, conforme as seguintes respostas: “*É muito importante compreender a construção dos conhecimentos de Física, pois facilita a elaboração das aulas ajudando os alunos no processo de aprendizagem.*” (G1, grifo nosso). Ainda: “[...] *Com base nesse conhecimento o professor consegue estruturar as aulas de forma a facilitar a aprendizagem do aluno.*” (S1, grifo nosso).

Tanto nas respostas dos sujeitos X e R, que, apesar de não explicitarem a influência no planejamento, talvez tenham isso implícito em seus discursos, quanto nas respostas dos sujeitos G e S não há indicativos de como efetivar a relação entre epistemologia e planejamento das aulas com vias a potencializar a aprendizagem dos alunos, como também não há indícios de como isso influenciaria na relação didática. Poderíamos dizer que o que é comum no discurso entre os sujeitos supracitados é a relação com a reprodução de um discurso acadêmico que ressalta a necessidade dos conhecimentos sobre epistemologia, preocupado mais com a apropriação de distintas teorias

do conhecimento (MOREIRA et al., 2007; MASSONI, 2005) do que com a relação/repercussão dessas compreensões epistemológicas nos contextos de sala de aula. Melhores compreensões sobre essa relação poderiam se constituir de justificativas mais contundentes ainda sobre a importância desses conhecimentos para professores de Física, conforme exploraremos nas considerações finais.

Entendemos que alguns dos sujeitos da nossa pesquisa avançam no sentido de explicitar possíveis relações que justificam a importância da epistemologia, pensando na postura do professor nas aulas de Física e nas influências no aprendizado dos alunos. Dentre as relações explicitadas por alguns dos sujeitos, temos seis respostas que indicam possibilidades de fazer **analogias** entre teorias do conhecimento e processos de ensino-aprendizagem, duas dessas se referindo às discussões sobre concepções alternativas (CA) e ao papel da história da ciência. Também houve respostas que diziam respeito às contribuições para **memorização** do conteúdo em questão, por **torná-lo significativo**, assim como por **promover curiosidade e motivação**. A classificação das respostas dos sujeitos conforme as subcategorias referidas anteriormente podem ser acompanhadas na tabela a seguir.

Tabela 7 – Síntese das análises referentes ao papel da epistemologia na postura do professor com relação à aprendizagem.

CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA PARA AS AULAS DE FÍSICA 2/3

CATEGORIA	SUBCATEGORIAS	Recorrência (Total 25)
Postura do professor com relação à aprendizagem		5
	Analogias	3
	Facilitar a memorização	1
	Tornar significativo o que está sendo tratado	2
	Motivar/promover curiosidade	3

Fonte: O autor (2012).

Com relação às analogias entre teorias do conhecimento e processo de ensino aprendizagem, além das respostas dos sujeitos sugerindo que “[...] *Podemos fazer um paralelo com a forma como os alunos constroem seus conhecimentos (conceitos) científicos, em especial a Física.*” (W1, grifo nosso), não identificamos propostas de analogias nessas respostas, mas sim indicativos da contribuição que elas poderiam trazer – inclusive na não simplificação do processo de ensino-aprendizagem de Física – tal como faz o sujeito N quando nos coloca que:

[...] independente do referencial teórico (Kuhn, Lakatos, Popper etc.) ao reconhecermos a complexidade da construção do conhecimento científico podemos ter outro olhar sobre as dificuldades que os estudantes possuem na aprendizagem de certos conceitos.

Acredito que [o conhecimento sobre como construíram os conhecimentos que são ensinados na aula de Física] influencia na minha postura docente quando os alunos realizam questionamentos, apresentam dificuldades (N1, grifo nosso).

Poderíamos dizer – a partir da resposta de N – que uma das contribuições de tomar as teorias do conhecimento como análogas ao processo de ensino-aprendizagem se constitui em propiciar reflexões sobre a complexidade do saber que é tratado nas aulas de Física. Contudo, constitui-se um desafio para cursos de formação inicial e em serviço promover reflexões que propiciem o reconhecimento, por parte dos professores, da complexidade inerente à construção dos conhecimentos referentes ao que é tratado por eles em sala de aula.

Interpretamos que o professor N crê que um olhar mais detido para o processo de conhecer, na medida em que possibilita uma conscientização sobre a complexidade desse processo, pode também influenciar a postura do professor na relação com os saberes e os seus alunos, ou seja, no “contrato didático” (BROUSSEUAU, 2008). Contudo, nos questionamos se uma apropriação crítica com relação à produção dos conhecimentos científicos por si implica necessariamente um “*outro olhar*” para as dificuldades dos alunos.

É nesse sentido que acreditamos que a conscientização sobre a complexidade do processo de conhecer poderia ter dimensões ainda mais abrangentes se vinculada com a conscientização sobre a concepção de educação dos professores, na medida em que houvesse a busca de coerência entre determinadas concepções epistemológicas e educacionais que culminasse em outras posturas dos professores em sala de aula. É exatamente nesse ponto que nos questionamos, dentre outros elementos, sobre como a dialogicidade pode efetivamente entrar em sala de aula e em que nível modifica a relação didática (pelo menos entre perspectivas que interpretam que é na relação dialética entre sujeito e objeto que se origina novos conhecimentos). Um dos pontos que pode contribuir para evidenciar essas incoerências talvez fosse a própria análise da concepção de sujeito assumida (ao se assumir determinada concepção educacional e epistemológica) em contraste com a praticada em sala de aula. Em que nível os alunos não estão sendo efetivamente considerados como “tábulas rasas (não neutros)” em relação aos objetos de conhecimento nas aulas de Física?

Outra analogia feita entre o contexto epistemológico e o de sala de aula diz respeito aos erros. Sobre isso, P nos coloca o seguinte:

[Acredito] *que só existem erros quando tentamos construir novos caminhos, os cientistas erram, pois tentam descobrir e provar novas teorias, até conseguirem chegar ao objetivo proposto. Alunos que não erram são alunos que não tentam acertar, ou seja, se provam das descobertas (P2, grifos nossos).*

Ou seja, em sua resposta, mesmo falando em termos de descobrimento e provas de novas teorias, P esboça uma analogia acerca da atitude com relação aos erros, em que os alunos podem se inspirar em cientistas, não com a pretensão de se verem como cientistas, mas sim de conceber os cientistas como humanos que também erram e, assim, não se inibirem diante de seus erros. Esse é um dos sentidos que julgamos importante pensar analogamente o aluno e o cientista, sem que, com isso, seja assumido ingenuamente que ambos tenham incursão nos mesmos erros, mas sim que até os cientistas – que deveras referenciamos ao ensinar Física – não estão eximidos de suas condições humanas, quanto mais os alunos em relação à “cultura elaborada”.

Da mesma forma que os sujeitos P e N, o sujeito I, logo após pontuar o papel da epistemologia para desmistificar a visão absolutista e a de que o conhecimento físico é construído por grandes gênios isolados (conforme discutido na sessão anterior), coloca-nos que, “[...] *por fim, mesmo que de utilidade discutível, em alguns casos a evolução das ideias científicas ao longo da história se assemelha às ideias preliminares dos alunos [...].*” (I1, grifo nosso). Poderíamos dizer que a resposta do sujeito I tem sintonia com a ideia geral de comparar cientistas, iniciantes ou não, no processo de produção de conhecimento científico com os alunos no processo de aprendizagem de ciências, ideia que serve de base para modelos pedagógicos tal como o modelo de mudança conceitual que inspiraram diversos trabalhos como desdobramentos dos estudos sobre concepções alternativas das décadas de 80 e 90 na Europa, nos EUA e no Brasil (VILLANI, 2007; 2001).

Também entre as relações explicitadas pelos sujeitos, identificamos a seguinte resposta que situa uma possibilidade de relações entre aprendizagem e epistemologia por um elemento em comum, **o problema**:

*Além de que pode proporcionar a melhor apreensão do conhecimento pelos alunos, à medida que expõem problemas históricos que culminaram na confecção de tal conhecimento, podendo ser estes **os mesmos problemas enfrentados pelos alunos** na tentativa de assimilação do conhecimento. (A1, grifos nossos).*

Mesmo que dificilmente sejam os problemas enfrentados por um estudante ao aprender Física **os mesmos** problemas que os cientistas se depararam em determinados períodos históricos, são inegáveis as semelhanças já pontuadas (ZILBERSTAJN, 2009; VILLANI, 2007; DELIZOICOV, 2007; entre outros) sobre as proximidades entre concepções dos alunos e concepções científicas que já foram historicamente aceitas. Dessa forma, entendemos que esse tipo de aproximação feita pelos professores se refere às potencialidades de aproximações entre problemas históricos que condicionaram o surgimento de determinados conhecimentos com metodologias de ensino que levem em consideração esse ponto.

Embora isso tenha sido sinalizado apenas em uma resposta, cabe salientar que foi atribuída à abordagem epistemológica a contribuição que essa pode conferir para a **memorização** dos conteúdos pelos alunos. Segundo o sujeito H: “*Com certeza fica muito mais fácil entender como as necessidades da época fizeram com que os cientistas buscassem soluções, ou, mesmo que fosse por acaso elas ajudam na memorização do conteúdo.*” (H1, grifo nosso). Embora seja questionável a forma como ocorre essa ajuda à memorização, assim como a própria preocupação com a memorização do conteúdo, podemos relacionar a resposta de H com o que o sujeito E chama de **favorecer a atribuição de significado ao conhecimento** para o aluno. O que poderia ter relação com a memorização, mas essa, nesse caso, estaria sendo vista não como um fim em si mesmo, conforme é passível de interpretação a resposta da professora H. Assim, embora tenha um discurso mais sustentado com relação a sua visão epistemológica, E acena para um possível motivo pela qual poderíamos dizer que a epistemologia também contribui com a memorização dos conteúdos, ao colocar que:

[...] o fator que acredito ser mais importante para justificar esta compreensão [de como são produzidos os conhecimentos que são ensinados nas aulas de Física] é que ela favorece, inclusive, a aprendizagem desses próprios conteúdos, pois permite compreender os problemas com os quais os cientistas se depararam; por que os encararam da forma como fizeram; enfim, os fatores objetivos e subjetivos que tomaram parte da criação dos modelos e das teorias. Penso que isto favorece a atribuição de significado aos conhecimentos. É neste sentido também que procuro planejar minhas aulas, isto é, trazendo estes fatores, na expectativa de que venham a auxiliar nesta significação. (E1, grifos nossos).

Ou seja, nesse caso, compreender os problemas na história da construção dos conhecimentos científicos possui, na medida em que sejam recontextualizados os problemas e as condicionantes que propiciaram sua gênese, um potencial de tornar mais significativo esses conhecimentos para os alunos. Apesar de ter sintonia com a analogia apontada pelo sujeito A, quando E explicita que compreende a criação

de modelos e teorias sempre referente a determinados problemas científicos, interpretamos que a tônica da resposta não está no apontamento de analogias entre problemas no contexto científico e de sala de aula, mas sim na importância de significar os conteúdos ensinados para os alunos.

Com preocupações semelhantes, ao colocar a importância de aspectos epistemológicos, a saber, “[...] *a compreensão do período e condições onde os desenvolvimentos científicos aconteceram*” (F1), que possibilitam a recontextualização, sem a qual entende que não seria possível a compreensão e a apropriação de determinados conhecimentos, o sujeito F coloca que esses aspectos epistemológicos “[...] *se tornam de grande valia [...] até mesmo em trazer para os alunos de uma maneira muito mais intensa a importância que aquele assunto tem.*” (F1).

Apesar de F não falar explicitamente sobre tornar mais significativo o conhecimento para os alunos, entendemos que, quando explicita a preocupação em “[...] *trazer [...] de uma maneira muito mais intensa a importância [daquele assunto]*”, ele esteja se referindo de maneira próxima ao que o sujeito E se refere por **favorecer a atribuição de significado ao conhecimento**. Essa aproximação pode ser interpretada como restrita, por entendermos que F está se referindo à atribuição de um significado mais objetivo, quiçá independente dos alunos, ao passo que o que o sujeito E chama de “significado” pode ser entendido como algo que está mais relacionado com o aluno subjetivamente. Ou seja, só estamos chamando atenção para a possível polissemia do termo “significado” que, no contexto da resposta do sujeito E, pode ser interpretado pelo que entendemos como “sentido”, que está mais próximo do nível intrassubjetivo, distanciando-se, assim, do que entendemos por “significado”, que se refere ao nível intersubjetivo ou até objetivo.

Outro ponto para o qual foi atribuído um papel para os conhecimentos sobre como se deu a origem dos conhecimentos ensinados nas aulas de Física diz respeito à possibilidade que possui de **promover curiosidade e motivação**, conforme coloca o sujeito A:

[...] *Ainda, a visão histórica pode estimular a curiosidade e atingir mais pessoas em sala de aula, numa abordagem dosada entre história da*

ciência e ciência, é mais fácil que todos sejam atingidos, de alguma maneira, pelo tema tratado em sala de aula. (A1, grifo nosso).

O sujeito A, mesmo que esteja articulando com os motivos pelo qual ele acredita ser importante conhecer sobre epistemologia, nesse ponto destacado ele se refere ao papel da história da ciência como motivadora, estejamos vendo-a como articulada às questões epistemológicas ou não. Nesse sentido, julgamos importante salientar que em vários pontos pode-se interpretar que os sujeitos quase identificam epistemologia como história da ciência. Supostamente os sujeitos concordam com a paráfrase que Lakatos (1979) faz a Kuhn, segundo a qual a história da ciência sem filosofia da ciência é vazia, e esta sem aquela é cega (LAKATOS, 1979, apud ARTHURY, 2009). Certamente a formação desses professores no contexto da UFSC tem alguma influência sobre isso, refletindo questões discutidas tanto em disciplinas como “Evolução dos Conceitos da Física”⁴⁰ no curso de graduação em Física quanto em disciplinas obrigatórias⁴¹ do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Já os sujeitos D e J trazem, em termos distintos, um mesmo problema relacionado com a falta de motivação dos alunos para estudar Física. Segundo eles:

Os alunos têm a ideia de que a Física só envolve cálculos e que eles estão muito distantes do nosso cotidiano, por isso não se sentem atraídos pela mesma. Acredito que saber de onde a ciência surgiu pode mostrá-los o quanto ela é eficiente e como a grande maioria [sic] das coisas desenvolvidas foram pra suprir nossas necessidades (D1, grifo nosso).

[...] No meu dia a dia, lido com alunos com muita dificuldade em entender ciência, principalmente Física. Diante desse cenário, percebo que muitos deles vão partir para cursos que não envolvam cálculos. Então de que vale ficar fazendo contas e

⁴⁰ Para detalhes sobre a disciplina “Evolução dos conceitos da Física”, ver Peduzzi (2006), Arthury (2009), Cordeiro (2011) e Tenfen (2011).

⁴¹ Ver Zylbersztajn (2009; 2007), Delizoicov (2007) e Borges (2007).

contas se os alunos não têm o mínimo de interesse? Será que não seria mais aproveitado entender como a ciência se desenvolveu (a fase preliminar da mecânica – Física aristotélica – Física medieval) num contexto histórico, sem deixar de valorizar os conceitos? (J1, grifo nosso).

Essa nos parece uma questão mais de cunho afetivo e axiológico que é pouco levada em conta no ensino de Física. Ainda que não explicitamente, D traz a tona questionamentos sobre a própria Física a ser ensinada na escola, ao passo que, como disciplina, passa a ser vista de forma socialmente neutra, passando uma visão de ciência que não condiz com o papel efetivo que os conhecimentos científicos possuem sócio-historicamente. Já no sujeito J, quando defende uma abordagem mais conceitual e histórica em detrimento de uma abordagem mais matematizada, podemos perceber uma preocupação que também diz respeito a mudanças tanto de forma quanto de conteúdo a ser ensinado, uma vez que forma e conteúdo sempre estarão correlacionados. Ou seja, queremos dizer que essas questões levantadas pelos sujeitos D e J dizem respeito tanto às questões afetivas quanto às questões curriculares, o que nos incita a questionar se a própria definição do “o quê” e do “por que” ensinar, para além das preocupações apenas com o “como”, não teria relação com o vínculo afetivo que o aluno estabelece com o objeto de estudo.

5.1.3 Contextualização dos conteúdos a ensinar

A categoria que chamamos de “contextualização” emergiu das falas dos sujeitos que remetem à epistemologia um papel de situar o que está sendo estudado pelos alunos. Contudo, conforme discutiremos mais detidamente no próximo capítulo, pode haver distintos entendimentos sobre o que seja contextualização, e o buscamos neste trabalho é apenas discutir – a partir de nossas interpretações – sobre o que os sujeitos estão se referindo quando colocam como uma das funções da epistemologia (ou de questões epistemológicas) contextualizar o que se ensina.

A forma de apresentar as respostas dos sujeitos e as interpretações que tivemos foi a partir de subcategorias que em nossa compreensão estão imbricadas, mas que discutiremos detidamente por questão didática e porque entendemos que pode haver compreensões, inclusive dos sujeitos da nossa pesquisa, que não articulem essas subcategorias.

Dentre as respostas dos sujeitos, identificamos três relacionadas ao que chamamos de contextualização **histórica externalista**, duas relacionadas ao que chamamos de contextualização **histórica internalista** e duas relacionadas à contextualização **cotidiana**, conforme síntese da tabela a seguir.

Tabela 8 – Síntese das análises referentes ao papel da epistemologia na contextualização dos conteúdos a ensinar.

**CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA PARA AS AULAS DE
FÍSICA 3/3**

CATEGORIA	SUBCATEGORIAS	Recorrência (Total 25)
Contextualização dos conteúdos ensinados	Histórica internalista	3
	Histórica externalista	3
	Cotidiana	2

Fonte: O autor (2012).

O que entendemos como papel da epistemologia na contextualização histórica externalista tem relação com as questões sócio-históricas que condicionaram determinados progressos na ciência/tecnologia. Ou seja, está dentro de uma perspectiva histórica e epistemológica mais ampla, que leva em consideração não apenas a Física como disciplina científica em questão, como no caso do que chamamos de contextualização histórica internalista.

Como representantes dessa, temos os sujeitos H e F, ao afirmarem que:

Com certeza fica muito mais fácil entender como as necessidades da época fizeram com que os cientistas buscassem soluções [...]. (H1).

A meu ver não existe compreensão e apropriação de um conhecimento a menos que exista a contextualização deste. Para tal, a compreensão do período e condições onde os desenvolvimentos científicos aconteceram se tornam de grande valia tanto no âmbito de entendimento dos conceitos, quanto na imersão da Física em conteúdos interdisciplinares [...]. (F1).

Mesmo que apenas com esse fragmento não possamos inferir no porquê de H e F julgarem importante entender o que condicionou determinadas construções (acredito que aqui podemos falar tanto em produtos conceituais quanto materiais), essa parece ser uma premissa a partir da qual H parte e na qual julga ter a epistemologia um papel na elucidação dessas questões.

Interpretamos que F esteja se referindo à epistemologia quando fala em “*períodos e condições onde os desenvolvimentos científicos aconteceram*” (F1), ou seja, traz esse ponto como potencial para que haja contextualização, sendo nesse sentido que poderia contribuir com a própria apropriação de conhecimentos, assim como às abordagens interdisciplinares. A resposta do professor F incita questões sobre as formas como a contextualização poderia contribuir tanto para apropriação dos conhecimentos dos alunos quanto para abordagens interdisciplinares. Sobre esses aspectos, voltaremos neste e no próximo capítulo, ao falarmos dos tipos de erros percebidos pelos professores.

Já o sujeito C, em sua resposta à questão 1 que questiona a relevância de considerar a construção dos conhecimentos científicos nas aulas de Física, pode ser interpretado como compreendendo essa consideração como uma contextualização, ao passo que inicia sua resposta colocando o seguinte: “*Acredito que seja importante contextualizar a época em que o conhecimento foi construído [...].*” (C1). Os motivos que fazem C julgar importante essa “contextualização” dizem respeito à desmistificação com relação ao conhecimento científico, ponto que foi analisado e discutido na subseção 5.1.1. O que nos chama a atenção é a visão que C possui de que o conhecimento

científico “[...] *é fruto de muito trabalho e de uma ou mais motivações que tem relação com o ambiente em que está inserido o cientista e sua história de vida [...].*” (C1, grifo nosso).

Ou seja, se o papel da epistemologia, que C identifica como o que chama de “contextualização”, tem relação com passar uma imagem de ciência que leve em conta os condicionantes sócio-históricos na construção dos conhecimentos, então as respostas de C teriam relação com as resposta dos sujeitos H, F e, conseqüentemente, com a subcategoria contextualização **histórica externalista**. Contudo, se o que C estiver se referindo com relação ao que chama de “*ambiente em que está inserido o cientista*” como condicionantes pessoais, ou de uma comunidade científica restrita, sua resposta se relacionaria com a subcategoria contextualização **histórica internalista**. Assim, o que podemos afirmar é que entrevistas poderiam complementar e fomentar com precisão as nossas interpretações.

Também interpretamos como relacionados à última subcategoria referida as respostas dos sujeitos J e L, sendo que esse último, ao reconhecer a importância da epistemologia para desmistificar a ideia de que o conhecimento científico é construído individualmente por grandes gênios, complementa com o seguinte: “[...] *posso também mencionar que o contexto histórico bem abordado pode elucidar melhor conceitos muito abstratos, como a primeira lei de Newton, por exemplo, que derrubou mais de 2000 anos de pensamento aristotélico. [...]*” (L1, grifos nossos). Percebe-se que, ao chamar a atenção para o quanto a história da ciência pode contribuir para a compreensão de determinados conceitos, o sujeito L está se referindo a uma concepção da evolução de determinados conceitos da Física em si, fazendo referência apenas a aspectos internos à própria Física.

Já o sujeito J, além de se referir ao papel da epistemologia para desmistificar a imagem da ciência como **constituída apenas de contas** assim como contribuindo à aprendizagem no que diz respeito à **motivação**, coloca o seguinte:

Acredito plenamente que aprender Física sem saber como ela foi desenvolvida e constituída ao longo dos séculos, até os dias atuais, não vale de nada. Ou seja, é perda de tempo. E isso é válido para a ciência como um todo. [...] Será que não

seria mais aproveitado entender como a ciência se desenvolveu (a fase preliminar da mecânica – Física aristotélica – Física medieval) num contexto histórico sem deixar de valorizar os conceitos? (J1, grifos nossos).

Apesar de, na primeira frase, J expressar uma visão radical com relação ao que seja aprender Física ao absolutizar a necessidade de uma abordagem histórico-epistemológica, podemos dizer que sua resposta, da mesma forma que a resposta do sujeito L, relaciona-se com a contextualização histórica internalista.

A subcategoria que chamamos de **contextualização cotidiana** está estreitamente relacionada com a contextualização histórica externalista, por dizer respeito às condições sócio-históricas na produção dos conhecimentos científicos. Porém, a contribuição da epistemologia para a segunda categoria, conforme nossa análise, diria respeito mais à evidência, por meio da história, de que o conhecimento científico tem relação com demandas e condicionantes externos à própria ciência, ou seja, evidenciando o seu caráter social. Já no que chamamos de contextualização cotidiana, a epistemologia teria contribuições na relação entre as teorias e a realidade concreta, que entendemos sempre estar mediada pelos conhecimentos e práticas que cada coletivo de alunos compartilha. Ou seja, a contextualização nesses termos teria uma relação com as representações que os alunos possuem da realidade, pois o vínculo dos modelos e das teorias científicas ensinados com a realidade muitas vezes é contraditório com a forma como é apreendida pelos alunos a mesma realidade objetiva, seja pelas explicações ou mesmo pelos valores e visões de mundo implícitos nos conhecimentos e práticas prevalentes que medeiam a relação desses alunos com os objetos de conhecimento.

Assim, identificamos como pertencendo a essa subcategoria a crítica na resposta do sujeito J, quando coloca que “[...] *infelizmente a grande maioria [sic] dos professores se prendem nas fórmulas e cálculos, que por si só não tem significado com o mundo que vivemos [...].*” (J1, grifo nosso); o que corrobora a seguinte colocação do sujeito D:

Os alunos têm a ideia de que a Física só envolve cálculos e que eles estão muito distantes do nosso

cotidiano, por isso não se sentem atraídos pela mesma. Acredito que saber de onde a ciência surgiu pode mostrá-los o quanto ela é eficiente e como a grande maioria [sic] das coisas desenvolvidas foram pra suprir nossas necessidades. (D1, grifo nosso).

Ambas as falas destacadas, além de dizerem respeito ao papel da epistemologia para desmistificar a visão da Física como se **constituindo apenas de conta**, justificam suas críticas a essa visão – ou abordagens que trazem consigo essa visão – por ela não contribuir com a relação (contextualização) daquele conhecimento com a realidade vivencial. Ou seja, em outros termos, a ênfase na preocupação de que haja apropriação dos conhecimentos pelos alunos sem uma atitude crítica dos professores sobre a própria função do porquê e do o quê se ensina pode ser um dos fatores que leva às abordagens que D e J criticam. Abordagens que, em geral, trazem os conteúdos de forma fragmentária, simplificada e idealizada, em nome de um pretense ensino efetivo que busca – mesmo que de maneira implícita – mostrar que o poder das generalizações dos conceitos físicos autoriza o tratamento desses conceitos de forma totalmente descontextualizada, ou seja, abstraída de situações concretas às quais dizem respeito.

5.2 OS ERROS NA SALA DE AULA

Nesta seção, apresentaremos nossa compreensão das análises sobre a visão que os sujeitos da pesquisa possuem dos erros em sala de aula. Essas análises estão centradas principalmente nas questões 8, 9 e 10, sendo que a questão 8 diz respeito ao perfil dos alunos que erram nas aulas de Física, a questão 9 se refere às situações em que os erros são percebidos e a questão 10 diz respeito aos tipos de erros percebidos.

Contudo, foi necessária primeiramente uma análise do todo, na qual constatamos que as respostas dos sujeitos a uma determinada questão poderiam estar implícitas, ou mesmo explícitas, na resposta a outra questão. Dessa forma, para além de uma análise de questão por questão, tomamos como foco, na análise de todo o bloco, a busca de

uma compreensão sobre como os sujeitos da nossa pesquisa apreendem os erros sob determinados enfoques, o que dividiremos em subseções, quais sejam: a subseção 5.2.1, sobre os alunos que erram; a subseção 5.2.2, sobre os contextos em que os alunos erram; e a subseção 5.2.3, sobre os distintos tipos de erros percebidos em suas aulas.

Assim – mesmo com poucos sujeitos se colocando com relação às características dos alunos que erram –, na subseção 5.2.1, damos início às discussões sobre a possibilidade ou não de haver um perfil de alunos que erram e, a partir aí, damos início às discussões sobre características dos alunos que percebem os seus erros e dos que não percebem.

Na subseção 5.2.2, discutimos sobre a percepção dos sujeitos acerca das situações em que os alunos erram nas aulas de Física, a partir de quatro categorias que emergiram da análise das respostas. Essas categorias dizem respeito aos erros dos alunos: nas avaliações, situação citada por 13 dos 25 sujeitos; nas resoluções de exercícios/problemas, situação citada por 12 sujeitos; durante as situações de diálogo em sala de aula, citadas por 12 sujeitos; e nas situações que envolviam experimentos, citadas por apenas três sujeitos.

Apresentamos e discutimos na subseção 5.2.3 oito tipos de erros que emergiram da análise das respostas dos sujeitos. São os erros matemáticos, erros de leitura e interpretação, erros devido à falta de interesse, erros conceituais, erros de falta de atenção, erros devido à interpretação das expectativas, erros de unidades, erros relativos à transferência de competências e erros de escrita. Ao mesmo tempo em que caracterizamos cada tipo de erro, buscamos evidenciar como esses distintos tipos de erros estão correlacionados, o que implica dificuldade de identificação em situações concretas. A seguir, abordaremos cada uma das subseções citadas.

5.2.1 Os alunos/ professores que erram

Da busca pela apreensão dos sujeitos da pesquisa sobre quais os alunos que erram nas aulas de Física, evidenciamos três pontos. Um deles é relativo à consideração de alguns desses sujeitos sobre a possibilidade de todos os alunos cometerem erros nas aulas de Física

(A8; C8; E8; R8; Y8) ou que – por todos estarem sujeitos ao erro – não há um perfil dos alunos que erram (I8, J8, X8). Outro ponto destacado é que poucos sujeitos se referiram a características próprias dos alunos, deslocando o foco das suas respostas para caracterizar determinados tipos dos erros, ou a causa dos erros de determinado tipo (o que será discutido mais detidamente na próxima subseção). Contudo, isso não nos impediu totalmente de avançarmos no terceiro ponto, relativo à discussão acerca de diferenças entre os alunos que erram e algumas características dos que erram mais frequentemente.

Primeiramente podemos citar a resposta do sujeito I, que chama a atenção para a complexidade do assunto devido à tríade relação entre professor, aluno e saber. Ele destaca que “[...] *devem ser levados em conta o fato de que as atitudes do professor e o interesse pessoal de cada aluno frente ao conteúdo influenciam diretamente no processo de aprendizagem [...].*” (I8), e, por consequência, poderíamos dizer, esses pontos influenciariam os erros que os alunos cometem nesse processo. Até porque, conforme continua o professor I, “[...] *o comportamento dos alunos durante as aulas também é diretamente influenciado pela maneira com que as aulas são ministradas, o que pode determinar o perfil de um aluno e até mesmo de uma turma inteira.*” (I8).

Podemos interpretar que I, ao tentar apreender o aluno que erra nesse complexo contexto de relações recíprocas, entende que não há possibilidade de traçar um perfil generalizado ao explicitar que “[...] *fica difícil traçar um perfil específico, acredito que cada caso é particular [...].*” (I8). E ainda justifica o porquê dessa posição, ao colocar o seguinte: “[...] *Creio que os alunos podem errar ou ser levados ao erro [...].*” (I8).

Assim, podemos interpretar que o professor I possui forte crença sobre a dificuldade de traçar perfis específicos, por reconhecer a complexidade e as múltiplas relações (que transcendem a relação professor-aluno-saber) que podem influenciar de maneira particular cada caso.

Levando em consideração a complexidade do contexto em que alunos e professores estão inseridos, podemos dizer que é particular a noção expressa por A, C, E, R e Y de que todos os alunos erram. Dentre esses sujeitos, podemos destacar que o professor R reconhece que, além de todos os alunos estarem sujeitos a errar,

alguns alunos erram mais que outros. Também explicitando nuances entre os alunos que erram, temos a professora Y que diz o seguinte: “*Percebo que todos os alunos cometem erros ou falhas no processo de aprendizagem. Entretanto, alguns deles percebem quase que imediatamente e corrigem/tratam a fonte desse erro. Outros não compreendem ou encontram tão facilmente a fonte do erro [...].*” (Y8, grifos nossos).

Entendemos que, para a professora Y, há alunos que erram e percebem seus erros e alunos que não percebem tão facilmente os seus erros. E os alunos que percebem os seus erros, segundo interpretação de Y, sabem lidar com eles. Assim, seu entendimento se aproxima com o que nos coloca Macedo (1994), exceto por esse considerar que há os alunos que percebem os erros e não sabem como lidar com esses.

Conforme discutido no capítulo 3, Macedo (1994), baseado nos estudos do Piaget sobre o desenvolvimento infantil, traz uma interpretação dos erros nos três níveis de desenvolvimento. O primeiro seria aquele em que a criança não consegue perceber que errou. O segundo nível é aquele “[...] em que a *posteriori* admite-se ter errado, ou em que ainda não há antecipação ou pré-correção do erro” (MACEDO, 1994, p. 75). Já no terceiro nível ainda há erros, mas o modo de lidar com eles muda, assim, “os problemas se tornam internos ao sistema” (MACEDO, 1994, p. 75); ou seja, a criança, nesse caso, sabe lidar sozinho com os seus erros.

Dessa forma, poderíamos interpretar que há alunos que não percebem seus erros – e tão pouco eles teriam possibilidades de superá-los sozinhos –, alunos que percebem seus erros não imediatamente – ou se assim o fazem, não sabem como lidar com eles sozinhos – e também há alunos que, como ressalta a professora Y, percebem e rapidamente corrigem seus erros. Ou seja, esses últimos são alunos que sabem lidar com os erros, que os têm como seus problemas internos, o que pode levar alguns professores a pensar que esses alunos não erram.

Conforme continua a professora Y, “[...] *o professor deve estar atento a esses alunos [os que não percebem facilmente o seu erro] que geralmente se mostram inseguros nas atividades da disciplina de Física desenvolvidas em sala de aula. Além dos alunos inseguros, identifico outro perfil, aquele dos alunos que estabelecem uma relação fraca com a Física, geralmente de repúdio.*” (Y8). Assim, a própria insegurança

dos alunos que erram e não percebem sozinhos os seus erros pode acabar fazendo o aluno se desmotivar em estudar Física, configurando-se como um obstáculo para a superação dessa situação. Nesse sentido, a professora U afirma que “[...] *o aluno que erra constantemente geralmente apresenta maior insegurança em participar da aula [...]*.” (U8). Ou seja, o próprio perfil identificado por Y pode estar ligado aos erros que os sujeitos não conseguiriam superar sozinhos, e muitas vezes sequer identificá-los.

Em síntese, podemos dizer que alguns dos professores reconhecem que todos os alunos podem errar nas aulas, sendo que pode haver alunos que erram mais do que outros. E essa maior incidência nos erros por alguns alunos poderia ter como uma de suas explicações o fato desses alunos se sentirem inseguros por não conseguirem lidar com seus erros, muitas vezes dificultando até que tenham uma percepção deles sem ajuda do professor ou dos colegas.

5.2.2 Situações em que os alunos erram

Identificamos, a partir das falas dos respondentes, quatro principais situações nas quais surgem os erros dos alunos. As situações mais explicitadas pelos professores estão sintetizadas na Tabela 9, a partir da qual temos uma ideia da recorrência das situações em que os alunos erram. Essas situações em que são percebidos os erros podem nos dar indicativos sobre as dinâmicas de sala de aula promovidas por esses professores, dinâmicas essas que entendemos como contextos em que alunos possuem um papel efetivamente ativo nas aulas.

Tabela 9 – Síntese das situações em que os erros são observados e a quantidade de sujeitos que se referem a cada situação.

SITUAÇÕES EM QUE OS ERROS SÃO OBSERVADOS	
SITUAÇÕES	Nº DE SUJEITOS QUE CITAM
Avaliação	16
Resolução de problemas/exercícios	13
Diálogo (formulação de perguntas, explicação, diálogo inicial)	12
Experimentos	5

Fonte: O autor (2012).

É importante ressaltar que, ao nos referirmos à avaliação como uma situação em que os sujeitos da pesquisa percebem os erros de seus alunos – principalmente na contagem explicitada na Tabela 9 –, estamos levando em consideração as avaliações sem fazer distinção das formas avaliativas que cada sujeito relata usar em suas aulas. Assim, os sujeitos poderiam estar levando em consideração tanto atividades de resolução de problemas, trabalhos que os alunos precisam apresentar, ou até atividades experimentais. De maneira semelhante, as situações em que os experimentos estão envolvidos, como em usos demonstrativos, podem também ser situações abertas ao diálogo, ou mesmo resolução de problemas. Dessa forma, reconhecemos que, em situações reais de sala de aula – ou mesmo nas situações que os sujeitos da pesquisa se referiram ao responder o questionário –, pode haver intersecções entre esses contextos em que os erros são perceptíveis. Contudo, entendemos que as situações sintetizadas na Tabela 9, devido a recorrências de suas

citações nas respostas dos sujeitos, fornecem-nos uma imagem de situações típicas nas quais os erros dos alunos podem ser percebidos nas aulas de Física. A seguir, discutiremos cada um dessas situações.

5.2.2.1 Erros nas avaliações

As avaliações são indicadas como contexto de percepção dos erros dos alunos por 16 dos 25 sujeitos da pesquisa. Contudo, poderíamos nos questionar se a concepção de avaliação de cada professor não implicaria em distintas formas de avaliar, bem como em distintas maneiras de apreender os erros em cada uma dessas formas de avaliação.

Nesse sentido, identificamos que seis sujeitos – dos 16 – que percebem erros em situações de avaliação estão se referindo especificamente às provas. Os outros 10 sujeitos se referem à avaliação sem uma distinção da forma específica, apesar de alguns nos darem indicativos, a partir de suas respostas à questão 7, sobre como avaliam os alunos em suas aulas. Sobre essa questão, 18 dos 25 sujeitos explicitam que uma das formas de avaliação que fazem uso é a prova, sendo que dois desses sujeitos (X, D) ministravam aulas apenas em cursinhos, outros dois não ministravam aulas formalmente (J, B) (ou seja, não avaliavam os alunos) e um dos sujeitos não respondeu a pergunta. Também foram bastante citadas as avaliações por meio de trabalhos (10 sujeitos), por meio de listas de exercícios (três sujeitos) e as avaliações qualitativas (cinco sujeitos).

Conforme já pontuado no capítulo 3, consideramos a **avaliação** como contexto de observação de erros independente da lógica que a subjaz. Assim, não nos surpreende que praticamente todos os sujeitos que ministram aulas formalmente se refiram à avaliação como situação em que percebem os erros dos alunos.

Destacamos a resposta do sujeito R, segundo a qual “[...] *infelizmente, não tenho condições de perceber os erros dos alunos durante as aulas, pois não fazemos exercícios em sala com participação dos alunos, nem discussões e nem experimentos. Os erros aparecem mais no momento da avaliação.*” (R9).

Do perfil dos sujeitos, podemos verificar que o sujeito R atua em colégios privados, que são contextos muito particulares, e que não nos parece interessante discutir sobre suas peculiaridades como tão pouco contrastar com o ensino público. Contudo, apesar de que R não tenha a possibilidade/liberdade – no contexto em que atua – de fazer atividades experimentais e de resolução de problemas em sala de aula, ele leva em consideração esses contextos ao pensar situações em que os erros aparecem. Assim, o que nos coloca o sujeito R corrobora a interpretação de que a avaliação – por sua própria natureza, seja classificatória ou diagnóstica (LUCKESI, 1995), em escolas públicas ou privadas – seja uma situação em que os erros dos alunos indiscutivelmente se mostram aos professores, por ser um momento – único em alguns casos – em que é dada ao aluno a possibilidade de participar efetivamente das aulas.

Sobre os erros percebidos especificamente nas provas, o sujeito A declara que “[...] *erros incomuns acontecem em situações de provas, ou seja, exercícios que foram resolvidos certos fora de prova são resolvidos errados na prova.*” (A9). Nesse caso descrito, entendemos que os erros podem ocorrer devido às questões mais relacionadas às afetivas ou mais relacionadas à cognição, embora assumamos que afetividade e cognição são indissociáveis na prática.

Esses erros percebidos por A podem estar relacionados a questões afetivas, pois é possível que a prova seja vista – por seus alunos – como um momento de tensão, que bloqueia os alunos para desenvolver até as atividades que cada um já desenvolvia sozinho. Nesse caso, os erros estariam dando indicativos do estado emocional dos alunos naquele contexto.

Por outro lado, o caso relatado também poderia ser interpretado de outra forma. Se considerarmos que apenas antes da prova os alunos pudessem ter a ajuda dos colegas – e/ou do professor – para realizar as atividades, os erros descritos por A poderiam ser vistos como um indicativo do que corresponderia à “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP) dos alunos – noção discutida no capítulo 3 –, o que implicaria a necessidade de se trabalhar a partir desses erros no sentido de propiciar que os alunos consigam, sozinhos, desenvolver determinadas atividades.

5.2.2.2 *Os erros nas resoluções de problemas*

As resoluções de problemas/exercícios, como pode ser observado na Tabela 9, foram citadas por pouco mais da metade dos sujeitos como um contexto em os erros podem ser observados. Essa alta recorrência era previsível, dado o que indicam pesquisas empíricas (CUSTÓDIO et al., 2012; FERREIRA et al., 2009) e apontamentos (DELIZOICOV, 2005a; PEDUZZI, PEDUZZI, 2005; entre outros) de que esse tipo de atividade toma a maior parte do tempo das aulas e dos planejamentos das aulas de Física.

Consideramos que a própria noção de “problema” como contexto em que os erros dos alunos são observáveis remeteria a pesquisas mais aprofundadas, tal como o trabalho de Gehlen (2009), pois mesmo que a noção de problema de um determinado professor/pesquisador esteja fundamentada teoricamente, ainda assim pode derivar e sofrer influência de diferentes matizes, conforme a autora pontua. Contudo, no escopo deste trabalho, não teríamos condições de levar em consideração as nuances e as complexidades concernentes à própria compreensão que os sujeitos de pesquisa têm sobre os problemas. Assim, a categoria **resolução de problemas**, como um dos contextos das aulas de Física relatados pelos professores como passível de surgirem os erros dos alunos, diz respeito às atividades de resolução de problemas de forma geral, independente de possíveis orientações teóricas dos sujeitos da pesquisa. Até porque, dos 13 sujeitos que citam esse contexto, todos eles só explicitam “nas resoluções de problemas/exercícios”, sem fornecerem qualquer detalhe sobre como ocorrem essas atividades em suas aulas.

5.2.2.3 *Os erros nos diálogos*

Outra categoria que emergiu das respostas dos sujeitos, que diz respeito a um contexto mais amplo em que os erros são observados pelos professores, são as **situações em que ocorrem os diálogos**. Exemplos dessas situações são todos os momentos em que o professor propicia (permite) que o aluno se manifeste oralmente durante as aulas

acerca do que está sendo estudando. Entendemos que esse é um contexto mais amplo porque diz respeito tanto aos erros que os alunos cometem “[...] *no começo da aula, onde é iniciado o assunto [...].*” (C9), nos momentos de “[...] *respostas das perguntas em sala de aula [...].*” (M9), “[...] *durante a explicação, resolução ou correção de exercícios [...].*” (I9), “[...] *quando proponho uma situação-problema e peço para que dêem suas opiniões sobre o que acontecerá [...].*” (A9), ou mesmo “[...] *na formulação de suas perguntas [...].*” (E9), “[...] *quando participam as perguntas são sem sentido, ou demonstram que a própria dúvida não tem relação direta com o assunto tratado.*” (X9, grifo nosso).

Embora esses momentos, que chamamos de **momentos de diálogo**, possam propiciar níveis distintos de interação entre alunos-professor e alunos-alunos, entendemos que o fato dos professores perceberem os erros dos alunos durante as manifestações orais dos alunos já significa um avanço no sentido de que, além de possibilitar que o aluno se expresse sobre o que está pensando, o professor está atento para o conteúdo do que é expresso. Porém, uma ressalva que podemos fazer é que o avanço no sentido descrito acima pode maquiar uma concepção apenas transmissiva, que é vastamente considerada anacrônica e, contraditoriamente, ainda se faz muito presente, evidenciando a dicotomia entre os discursos (inovadores) e as práticas (tradicionais). Assim, entendemos que, se não houver um real interesse do professor em compreender o que pensa o aluno sobre o tema tratado, aquele considerará este sempre como errado de antemão e, apesar de poder haver um diálogo, sua qualidade para o processo de ensino-aprendizagem poderia ser questionado.

Em outra passagem, a professora S argumenta que os erros dos alunos surgem “[...] *quando são apresentadas situações do cotidiano no qual o aluno busca o conhecimento do senso comum para tentar explicar e compreender a situação. Geralmente o conhecimento do sendo comum difere do conhecimento científico historicamente construído.*” (S9, grifo nosso).

5.2.2.4 *Os erros nas atividades experimentais*

Outra categoria que emergiu da análise se refere aos contextos envolvendo **atividades experimentais**. Sobre esses, apenas cinco professores citam – sem dar detalhes – que essa é uma atividade em que percebem seus alunos errarem, por isso suas falas não são citadas. Uma possível explicação para essa pequena recorrência pode indicar a pouca utilização de atividades dessa natureza nas aulas desses professores, pois mesmo que as atividades experimentais possam ser reconhecidas “pelo senso comum pedagógico” como importante para o aprendizado de Física (ARAÚJO; ADIB, 2003), na prática são pouco usadas e, além disso, quando usadas, muitas vezes trazem consigo a ideia de método científico como um saber a ensinar (ALVES FILHO, 2000).

5.2.3 **Tipos de erros percebidos**

As oito categorias emergentes se referem a erros matemáticos, erros de leitura de texto, de escrita, erros devido à falta de interesse, erros conceituais, erros de falta de atenção, erros de leitura das expectativas e erros de transferência de competências, sendo que, na fala dos sujeitos, identificamos outros quatro tipos relacionados aos erros conceituais e outros três relacionados aos erros matemáticos.

Abaixo segue a Tabela 10 que sintetiza a tipologia de erros decorrente da análise das respostas dos sujeitos, organizada por ordem de recorrência dos sujeitos que citam cada tipo de erro.

Tabela 10 – Tipologia de erros e respectivo número de sujeitos que se referiram a cada tipo de erro.

TIPOLOGIA DE ERROS	Contagem
Erros matemáticos	18
Leitura de gráficos	3
Regras de multiplicação	1
Equações de 1ª e 2ª grau	1
Erros de leitura	14
Erros devido à falta de interesse	14
Erros conceituais	10
Concepções prévias (senso comum)	6
Assimilação do conceito	3
Modelização	2
Natureza do conhecimento	1
De unidades	3
Erros de falta de atenção	8
Erros de leitura das expectativas	7
Erros de transferência de competências	2
Erros de escrita	2

Fonte: O autor (2012).

Reconhecemos que as categorias explicitadas não contemplam todos os tipos de erros que podem surgir nas aulas de Física, pois outros tipos poderiam surgir em atividades diferenciadas. Assim, a tipologia emergente da análise se deve ao fato de os sujeitos da pesquisa se referirem a erros que percebem em situações específicas (avaliações, resolução de problemas, diálogos e atividades experimentais), refletindo de alguma forma os momentos em que os alunos podem participar ativamente das suas aulas.

A seguir, trataremos sobre cada tipo de erro, sendo que a ordem não seguirá o critério exposto na tabela, mais sim a busca por uma coerência da discussão e consequente menor repetição de assuntos.

5.2.3.1 Erros matemáticos

A maior recorrência das citações dos sujeitos, 18 dos 25, sobre os tipos de erros que surgem nas aulas de Física diz respeito ao que chamamos de **erro matemático**. Essa grande recorrência pode ter relação com a própria amplitude da categoria, que se desdobra em outras que se referem a erros mais específicos de matemática.

Identificamos cinco tipos de erros específicos que configurariam subcategorias dos erros matemáticos, são eles: os **erros relativos à leitura**⁴² **de gráficos** (L10, R10), **erros referentes às regras de multiplicação** (L10) e **erros em determinar as raízes das equações de 1º e 2º grau** (P10).

Podemos dizer que, em muitos casos, classificamos as respostas nesta categoria não pelos sujeitos citarem o erro matemático como um tipo de erro, mas por apontarem “*problemas com a matemática*” (K10) como causa para um tipo de erro não explícito, sendo elas a “*falta de conhecimento matemático*” (A10), “*dificuldade nos cálculos*” (N10, T8), “*dificuldade com o ferramental matemático necessário*” (O8), “*desconhecimento da base matemática*” (P9), e “*quando dispõem de uma matemática básica fraca*” (U10). Já outros sujeitos falam em termos de erros de “*cálculo matemático*” (C10, J9), erros “*na matemática*” (H10), erros “*no desenvolvimento matemático*” (T9), ou seja, de tipos de erros.

Podemos dizer que os professores citados valorizam a abordagem matemática nas suas aulas de Física, pois, caso contrário, problemas matemáticos não seriam apontados como fonte dos erros dos seus alunos. Contudo, entendemos que seria necessário conhecer como cada

⁴² Estamos considerando o termo **leitura** num contexto mais amplo, não apenas relacionada a textos verbais, mas também a contextos em que se fazem presentes símbolos e números, podendo (ou não) haver também linguagem verbal.

sujeito percebe as relações entre Física e Matemática, pois essa visão certamente exerce influência nas expectativas dos professores e nas observações de determinados tipos de erros matemáticos em detrimento de outros.

5.2.3.2 Erros de leitura de texto

Outra categoria que emergiu da análise das respostas dos sujeitos diz respeito ao que chamamos de **erros de leitura de texto**⁴³. Dos 14 sujeitos que se referiram a esse tipo de erro, grande parte coloca que os alunos cometem erros de interpretação de textos (A10, C10, D10, F10, G10, H10, K10, L10, Q10, R10, V9), sendo que alguns se referem aos textos dos enunciados dos exercícios/problemas (D10, G10, R10). Da resposta de L10, interpretamos esses textos como sendo o livro didático, quando ele coloca que percebe a ocorrência de erros de “[...] *interpretação de gráficos; interpretação de texto (Alguns livros didáticos tem dificuldades em expressar certas leis Físicas) [...]*” (L10).

Um exemplo típico dessa categoria é encontrado na fala do sujeito N, quando diz que os alunos eram “*na compreensão de um problema*” (N10). Na mesma direção, o professor O afirma que “[...] *os alunos costumam errar quando não compreendem a questão proposta, talvez por não ser clara o suficiente ou por exigir uma leitura mais atenciosa [...]*” (O8). Mesmo que os professores se refiram apenas aos erros de leitura devido a não compreensão de textos verbais, a não compreensão desses pode ter relação tanto com **erros de leitura de texto** quanto com **erros conceituais**, pois para a compreensão de um texto verbal de Física – tal como em outras áreas –, são necessárias competências relacionadas à leitura e também ao conteúdo veiculado. Assim, os erros de leitura de texto dizem respeito restritamente à leitura de textos verbais, mesmo que a diversidade de materiais que podem ser usados com fins didáticos nas aulas de Física – assim como os próprios *papers* de Física – encerre em si uma abundância de elementos de outras

⁴³ Neste caso, estamos nos referindo à leitura de textos que fazem uso de linguagem verbal.

linguagens, tais como linguagens audiovisuais e matemáticas (gráficos, equações, funções etc.).

Sobre os próprios erros de leitura de texto nas aulas de Física, poderíamos dizer que há questões relacionadas a outras áreas do conhecimento (refiro-me à Linguística) que precisariam ser levadas em consideração para que outros tipos de erros não sejam identificados como erros de leitura. Sobre essa questão, destacamos a seguinte resposta do sujeito F:

[...] A meu ver não é o aluno que não compreende, mas naquele ambiente (prova e avaliação) ele não está acostumado a ler e realmente compreender. A ponto de alunos me responderem oralmente uma pergunta e eu fazer a mesma pergunta na prova e os mesmos alunos não entenderem a pergunta e não saberem se expressar (F10, grifos nossos).

Aqui poderíamos retomar a discussão da seção 5.2.2 sobre a prova como um momento estanque e suas consequências quando se trata dos erros. Além disso, na resposta do professor F, percebemos o entendimento de que leitura, oralidade⁴⁴ e produção textual são competências indistintas. Ao contrário, entendemos como diferentes os problemas relativos a cada uma dessas habilidades e suas implicações, que culminam em erros durante as aulas.

Assim, os problemas relacionados à leitura poderiam implicar erros de interpretação dos enunciados de questões de Física, o que estamos chamando de **erros de leitura**. Consideramos que os problemas relativos à oralidade estariam mais relacionados com um distinto espectro de erros que os alunos podem incorrer em situações de diálogo. Já os problemas relativos à produção textual teriam relação com o tipo de erro – relatado em F10 – que aparece apenas em textos escritos, não em situações de diálogo (ou em provas orais), o que estamos denominando de **erros de escrita**.

⁴⁴ Entendemos como oralidade o ato de se comunicar por meio da fala, em contraposição à comunicação em meio escrito.

5.2.3.3 Erros de escrita

Quando nos coloca o fato de, nos momentos das provas escritas, os alunos “*não saberem se expressar*” (F10), o professor F está nos exemplificando o que seja erros de escrita, da mesma forma que o professor I, quando – dentre os tipos de erros que cita ao responder a questão 10 – se refere a erros de gramática que os alunos cometem. Assim, entendemos que, dessas duas recorrências, uma nos coloca o problema (resposta do professor F) e a outra nos dá um exemplo do que seria um dentre os vários outros erros relacionados às competências de produção textual. Embora essas competências de produção textual, assim como as competências de leitura de texto e matemática, tenham mais relação com outras disciplinas que não a Física – com campos epistemológicos próprios –, poderíamos considerá-las dispensáveis no processo de ensino-aprendizagem de Física?

Nesse sentido, entendemos que o desafio de lidar com os erros dos alunos nas aulas de Física diz respeito não apenas ao professor de Física, ou ao professor de Física junto a outros professores, incluindo o de Matemática e o de Português, mas sim à escola como um todo, que dará condições, ou não, para os professores terem uma concepção de escola menos fragmentária, que pretende ver os alunos como um todo e não como a soma de alunos de Física, de Matemática, de Português, de História etc.

5.2.3.4 Erros devido à falta de interesse dos alunos

Outro tipo de erro que identificamos a partir das respostas dos sujeitos diz respeito aos **erros devido à falta de interesse dos alunos**. Ou seja, está estritamente ligada à dimensão axiológica que tem relação com o valor que os alunos atribuem àquela disciplina/conteúdo. Dos 14 sujeitos que citam essa questão como fonte de erros, a maioria fala explicitamente sobre a falta de interesse, mas também são citados o não comprometimento com os estudos (T10, O8, H10), as faltas nas aulas (R10) e a falta de motivação (G8).

A professora E nos dá um exemplo mais concreto do que estamos nos referindo como erros devido à falta de interesse, quando diz que “[...] *existem os erros de quem simplesmente não abriu a primeira página do livro e simplesmente chutou qualquer coisa.*” (E8); e complementa ao responder a questão 10, dizendo que, para ela, esses são “*Erros 'bobos', que seriam 'chutes' que o aluno dá apenas para responder algo, mesmo sem fundamento [...].*” (E10). A recorrência de sujeitos da pesquisa que se referem a esse tipo de erro nos dá uma ideia da necessidade de serem pensadas maneiras de promover maior envolvimento dos alunos com a disciplina de Física, talvez levando em consideração não apenas aspectos cognitivos e partindo de lógicas provenientes da “cultura elaborada”, mas buscando considerar a “cultura primeira”, na qual o aluno esteja imerso, e a dimensão afetiva inerentes às interações em sala de aula.

Ao mesmo tempo em que o professor I chama a atenção para a complexidade das situações didáticas e para a necessidade do professor se ver como medida para o que considera como erro dos seus alunos – discussão da seção 5.2.1 –, ele nos coloca sobre o perfil dos alunos que erram o seguinte: “[...] *Acredito que a resposta trivial seria: um aluno desinteressado e não participativo cujo único interesse na disciplina é ser aprovado [...].*” (I8).

Entendemos que a recorrência da atribuição do desinteresse dos alunos como causa de erros pelos sujeitos da pesquisa pode ter relação com a crítica que o sujeito I faz sobre deslocarmos a causa dos erros para o aluno, quando ele acrescenta o seguinte:

[...] *Contudo, creio que esta [citação anterior] é uma visão ingênua e, infelizmente, muito comum entre professores, que procuram pôr toda a responsabilidade do que acontece em sala de aula nos ombros dos alunos sem analisar as suas próprias práticas [...].* (I8).

O sujeito I nos expõe também que os erros dos alunos também têm relação com a falta de interesse do aluno por determinados assuntos. Entendendo que o professor pode ter influência no interesse dos alunos, questionamo-nos se, e até que ponto, o interesse do professor por determinados assuntos também não influenciaria o interesse do aluno. O desinteresse dos alunos nas aulas de Física não poderia também ser um

reflexo do desinteresse dos professores pela realidade dos alunos e o que eles pensam?

Entretanto, nos chama a atenção o que I compreende que seria a resposta trivial dos professores de Física, ao colocar que, para eles, um aluno que erra seria desinteressado das aulas, tendo interesse apenas em ser aprovado. Se o que argumenta I representa mesmo as respostas triviais dos professores em relação aos alunos que erram, necessitaríamos de uma pesquisa de maior amplitude para identificar.

5.2.3.5 *Erros de leitura das expectativas*

Entendemos que esses pontos relativos à influência dos professores nos erros que os alunos cometem se intersectam com outro tipo de erro identificado com a seguinte categoria emergente das análises: os **erros de leitura das expectativas**. Esses erros dizem respeito à relação professor-aluno-saber e as leituras dos alunos às expectativas dos professores quanto a essa relação. Nesse caso, estamos sugerindo o nome dessa categoria como tradução para o segundo tipo de erro apontado por Astolfi (1997) conforme Tabela 2. Como nos coloca o sujeito I, “[...] *o comportamento dos alunos durante as aulas também é diretamente influenciado pela maneira com que as aulas são ministradas [...]*” (I8), ou poderíamos dizer que a leitura das expectativas do professor pelos alunos influencia os comportamentos desses. Contudo, essas expectativas – que seriam as expectativas dos professores com relação às regras do contrato didático – não podem ser totalmente explícitas⁴⁵, fazendo com que alguns alunos tenham dificuldade para interpretá-las e, em função disso, incorrem em erros. São esses tipos de erros que chamamos de erros devido à leitura das expectativas.

Dos 25 sujeitos da pesquisa, interpretamos esse tipo de erro na resposta de sete, dentre eles o professor M, que nos coloca o seguinte:

⁴⁵ Tendo relação com o que Brousseau (2008) chama de **paradoxo da devolução das situações**.

Os alunos não lêem as questões procurando compreender a situação, só se preocupam em encaixar os números em uma determinada equação.[...]. Não avaliam a quantidades adquiridas nos resultados quanto à coerência. Não avaliam a unidade utilizada nos resultados. “Só se preocupam em passar”. (M10, grifo nosso).

Ao explicitar sua compreensão sobre os motivos que fazem os alunos errarem, M cita suas expectativas não atendidas pelos alunos, dentre elas podemos destacar a relacionada com o a necessidade que os alunos vêem em identificar dados nos enunciados para usar em uma das equações (que representa uma lei física), ponto que também é apontado pela professora D, quando ela diz que os alunos “[...] Saem em busca de uma equação onde possam colocar os dados e obter um resultado [...].” (D10). Também sobre esse ponto, o sujeito V coloca que “[...] os erros na Física se dão justamente pelo fato de [os alunos] verem o problema e não pensarem nele, mas sim em qual fórmula usar [...].” (V8, grifo nosso), e X cita os erros devido à “[...] mera substituição de números na fórmula.” (X10). Essa situação apontada por D, M, V e X fornece dados sobre a relação didática estabelecida, sugerindo que, frequentemente, há mecanização internalizada dos procedimentos de resolução de problemas pelos alunos, relacionadas às regras – explícitas e implícitas – do contrato didático vigente. Além dessa mecanização dos procedimentos passar uma visão simplista de que a Física só se constitui de contas, ela pode ser entendida como contrária à aprendizagem, pois – segundo pontua Astolfi (1997) – possibilita aos alunos chegar às respostas sem necessariamente enfrentar os obstáculos concernentes à questão. Além do mais, com relação a essa propensão dos alunos à procura de dados numéricos nos enunciados para gerar uma resposta numérica⁴⁶, podemos dizer que os alunos não começariam a ter esse comportamento a partir do nada, sugerindo que isso é aprendido de alguma forma nas próprias aulas de Física.

⁴⁶ Um exemplo bucólico relacionado com esse tipo de erro é discutido no capítulo 1, a partir das ideias originárias do texto “A idade do capitão”, de Yves Chevallard (1997).

Conforme nos coloca a professora U sobre os tipos de erros que percebe, “[...] *geralmente alunos desatentos à ênfase dada pelo professor a determinado ponto que se julga importante não respondem ao que se espera e acabam errando [...].*” (U10, grifos nossos). A situação descrita por U também exemplifica o que chamamos de erros relativos à leitura das expectativas, pois mesmo se referindo diretamente à falta de atenção, essa implica um problema de interpretação do aluno sobre o que o professor julgava importante e que certamente constitui o que é cobrado em avaliações.

5.2.3.6 Erros devido à falta de atenção

O mesmo trecho da resposta destacada anteriormente exemplifica também o que chamamos de **erros relativos à falta de atenção** dos alunos, que, no caso da professora U, implica problemas na leitura das expectativas do professor. Contudo, além de U, outros sete sujeitos se referem a esse tipo de erro, seja com relação à atenção na leitura das questões (O8, T8), seja a falta de atenção durante a explicação, ao colocar que “*A maioria dos erros são devidos a falta de atenção, geralmente quando o professor está na parte da explicação.*” (P8, grifo nosso).

Os demais sujeitos que se referem aos erros devido à falta de atenção o fazem sem explicitar o contexto. Assim, entendemos que esse tipo de erro pode ter relação íntima com cada um dos outros tipos de erros destacados – e os que ainda iremos destacar –, podendo ser percebido tanto em situações de resolução de problemas quanto em situações de avaliação, de diálogo e atividades experimentais.

5.2.3.7 Erros conceituais

Outra categoria emergente das análises diz respeito aos **erros conceituais**, que estão mais relacionados com a natureza do conhecimento físico e a apropriação desses. Dos 10 sujeitos que

interpretamos se referirem a esse tipo de erro, dois deles (K10, O10) apenas colocam que percebem erros conceituais – sem especificar a que se referem –, das respostas dos demais identificamos ainda subcategorias referentes a esse tipo de erros.

Dentre as subcategorias emergentes, temos as que se referem aos erros devido às **concepções prévias** dos alunos no processo de **assimilação dos conceitos físicos, à relação entre conteúdos de Física e Matemática, à natureza do conhecimento físico** em questão e os **erros de unidade**.

Sobre os **erros devido às concepções prévias**, interpretamos que seis sujeitos (A10, E10, W8, O9, S10, Y9) citam os erros devido às concepções prévias em suas respostas, sendo que três deles o fazem diretamente, enquanto os sujeitos S e O colocam, respectivamente, que:

A causa principal dos erros conceituais é o senso comum. Como exemplo, podemos citar a confusão entre as definições de calor e temperatura, a tendência de associar o peso do corpo ao movimento de queda livre, fazendo com que o mais pesado caia antes, entre outros. (S10).

[...] quando o conhecimento prévio sobrepõe o que seria cientificamente aceito como correto [...]. (O9).

Em ambos os casos, entendemos que os sujeitos se refiram às concepções prévias como fonte de erros, sendo que S identifica esses erros como confusões, e O como evidência de sobreposições das concepções prévias com os conhecimentos de referência. Esse tipo de erros, também apontado por Astolfi (1997), traz um desafio que diz respeito à permanência dessas concepções e o papel da escola em promover a sua ruptura. Parecendo identificar as próprias concepções prévias com um tipo de erro, a professora Y nos coloca que “[...] *nas atividades de resolução de exercícios/problemas e nas avaliações (geralmente baseados nessas atividades) aparecem, além das concepções prévias, erros relativos ao processo de ensino-aprendizagem.*” (Y9, grifo nosso). Já discutimos na seção 5.2.2 sobre a concepção de avaliação como um momento estanque que está implícito na resposta de Y. Além disso, percebemos que, ao citar as concepções

prévias como um tipo de erro que se manifesta, ele distingue esse tipo de erro dos relativos ao processo de ensino-aprendizagem.

O fato de Y dissociar as “concepções prévias” do “processo de ensino-aprendizagem” poderia ser entendido como uma falta de clareza da relação entre ambas. Assim, entendendo as concepções prévias como um tipo específico de erro, sempre relacionado com algum conceito físico, como poderíamos dissociar essas concepções do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que ensinar Física na escola tem sentido justamente na medida em que propicia rompimento, modificação ou ampliação dessas concepções (superação desses erros)?

Por outro lado, o que entendemos por **erros devido à assimilação dos conceitos** foi referido por três sujeitos da pesquisa: pelo professor J, ao colocar que percebe que “[...] *os erros na grande maioria [sic] está no processo de assimilação dos conceitos.*” (J10); pelo professor N, quando identifica erros “[...] *na compreensão de um determinado conceito [...].*” (N10); e na resposta de Y, que percebe “[...] *erros relacionados ao entendimento ou significação feita pelo aluno daquilo que estava sendo tratado, sejam conceitos, leis, fenômenos [...].*” (Y10). Embora em diferentes termos, esses sujeitos se referem à apropriação conceitual, que podem estar intrinsecamente relacionada às concepções alternativas, uma vez que é essa apropriação que pode propiciar alterações nas concepções.

Sobre os **erros devido à relação entre conteúdos de Física e Matemática** (erros no processo de modelização das situações), estamos nos referindo ao processo de abstração e idealização inerente à apreensão do objeto de conhecimento nas aulas de Física. Esses podem ser relativos às atividades de modelização ou mesmo nas apreensões críticas de objetos de conhecimento já modelizados em que as fórmulas matemáticas tenham não apenas significado – expressando leis e conceitos físicos – mas relações explícitas com o referente. Ou seja, estamos nos referindo a erros que envolvem a relação entre o mundo real e os conceitos físicos, em geral, mediados pela linguagem matemática. Nesse sentido, W nos coloca que os alunos “[...] *erram porque não compreendem as relações matemáticas existentes entre variáveis pertencentes a um modelo matemático [...].*” (W8).

Outra subcategoria diz respeito aos **erros devido à natureza dos conceitos**. A professora E, em sua resposta à questão 10, classifica os

tipos de erros em três grupos, sendo um deles entendido por nós como relacionado com nossa subcategoria. São eles:

Erros "bobos", que seriam "chutes" que o aluno dá apenas para responder algo, mesmo sem fundamento;

Erros "legítimos", advindos da tentativa autêntica de aprender, que podem vir de concepções espontâneas por exemplo;

E os erros inerentes do conhecimento que está sendo estudado, os quais apenas após um tempo longo o estudante terá condições de perceber como erros (pelo menos no caso das primeiras fases da formação inicial) (E10, grifos nossos).

Entendemos que o que E chama de “erros bobos” esteja relacionado com os erros devido à falta de interesse, conforme discutimos anteriormente. Os erros legítimos estariam relacionados aos que chamamos de erros devido a concepções prévias, o que E explicita na própria resposta. Já o que E chama de “erros inerentes do conhecimento”, interpretamos que seja referente ao que entendemos por **erros relacionados à natureza do conhecimento**, ou poderíamos chamar de complexidade inerente do próprio objeto de conhecimento da Física, que pode ir aumentando à medida que se avança nos conhecimentos físicos e matemáticos relacionados. Os próprios modelos explicativos do átomo para alunos de nono ano do Ensino Fundamental, terceiro ano do Ensino Médio e últimas fases do curso superior de Física elucidam que há um nível de profundidade ascendente de um para o outro. Seria também o caso do próprio estudo de determinados movimento de corpos no espaço, considerando agora outras variáveis, como a resistência do ar, que pelo ferramental matemático necessário seria inviável o seu tratamento em aulas de Física no Ensino Médio.

Também são referidos nas respostas dos professores **os erros de unidades**, acerca dos quais podemos perceber a diferença de sentido que cada sujeito que se refere a esse tipo de erro constrói. Das respostas da professora D (D9 e D10), pode-se perceber um apontamento para os erros relativos a unidades de medidas, quando coloca que os alunos “[...] não analisam unidades, ordens de grandeza, e acabam troçando em

detalhes.” (D10, grifo nosso); ou na resposta à questão anterior, quando coloca que “*Eles confundem muito unidades de medida que eu insisto em perguntar toda aula, afirmando que eles precisam saber diferenciar as mesmas [...].*” (D9, grifo nosso).

Assim, D parece preocupada com a recorrência desse tipo de erro, ao apontar que os questiona sobre isso toda aula, contudo, do trecho destacado de D10, parece que D está entendendo esse tipo de erro como um detalhe. Certamente, se uma resposta final de um problema de Física tem o valor esperado e a unidade diferente, numa primeira vista parecerá um detalhe que o aluno errou – que foi mais um dentro dos “erros bobos”. Nesse caso, não se estará levando em consideração o que pode estar por detrás desse erro. Ou seja, a ênfase em se chegar a uma resposta certa camufla o que poderia estar evidenciando problemas de ordem conceitual.

Além disso, essa ênfase pode estar passando uma visão de que a Física se constitui apenas de contas, visão criticada em D1, onde também há indicativos de como superar essa visão, que interpretamos como sendo possível a partir de uma abordagem que contextualize epistemologicamente o que se está tratando. Contudo, entendemos que há uma contradição entre o que a professora D indica na resposta da questão 1 e a sua abordagem e visão simplificada acerca dos erros de unidade, na resposta da questão 9.

Uma interpretação distinta da professora D, com relação aos erros de unidades, parece ter o sujeito L quando cita, dentre outros tipos de erros, que há erros devido à “[...] *confusão com as grandezas físicas (misturar grama com litro ao tentar expressar volume, por exemplo)* [...]” (L10, grifo nosso). Ou seja, mesmo que de maneira sucinta, L dá indicativos de que, quando o aluno erra unidades, esse pode não ser um erro bobo, mas sim um reflexo de erros conceitual. Diríamos que esse tipo de erro pode ser relativo a não assimilação pelo aluno da relação direta entre grandeza física e unidade ou da não diferenciação entre as unidades correspondentes a cada grandeza física em questão. Nesse sentido, o que se mostra como um erro de unidades pode ter relação com falta de atenção ou operações lógico-matemáticas, mas também pode estar camuflando erros conceituais.

5.2.3.8 Erros na transferência de competências

Finalmente, a última categoria que identificamos a partir das respostas dos sujeitos é relativa aos **erros na transferência de competências**, seja essa transferência de um tipo de atividade para outro, ou de uma atividade para outra no mesmo tipo de atividade. Podemos dizer que esse tipo de erro se relaciona com situações em que o aluno consegue resolver satisfatoriamente um problema específico mas tem dificuldades para resolver outros que necessitam de competências semelhantes.

Assim, quando C percebe erros “[...] *relacionados ao uso incorreto do conhecimento físico para resolução do problema [...].*” (C10), estamos interpretando o conhecimento físico como sendo algo já apropriado, e os erros surgem quando o aluno precisa mobilizar tais conhecimentos para resolver satisfatoriamente determinados problemas. É nesse sentido que esse tipo de erro teria relação com erros na transferência de competência.

Segundo o sujeito X, os alunos erram pois

[...] não percebem que muitos conceitos estão em diversas áreas da Física, pois o material didático trás uma definição em cada contexto, sem qualquer esforço de integração. Assim, possuem dificuldade de relacionar as coisas e erram em exercícios além da mera substituição de números na fórmula. (X10, grifo nosso).

No caso citado por X, entendemos que ele se refere a erros devido a não transferência de competências entre os próprios conteúdos de Física estudados, uma vez que esses se inter-relacionam em diversos pontos.

5.2.3.9 Em busca de uma síntese

Poderíamos dizer que as categorias aqui expostas podem servir para instrumentalizar os professores com relação à necessidade de olhar

para o aluno como sujeito ativo diante do objeto de conhecimento, levando em consideração, em seus planejamentos, os tipos de erros que podem surgir em cada situação específica, ou mesmo contribuindo na identificação da natureza de erros recorrentes.

Contudo, não entendemos como sendo tarefa fácil realizar essas recomendações, pois se configuram como rupturas nas ideias usuais de aluno como receptor passivo e do próprio erro como algo a ser evitado nas aulas. Também a identificação da natureza dos erros em situações de sala de aula pode ser algo muito complexo, uma vez que os distintos tipos de erros podem aparecer superpostos, em função de causas distintas.

Um exemplo da dificuldade da interpretação dos tipos de erros aparece no professor T. Ao responder a questão 9, sobre as situações em que os alunos erram, T coloca que eles surgem “[...] *em grande parte quando surge uma questão e eles se confundem em tirar os dados, [...] como também no desenvolvimento matemático.*” (T9). Já ao responder a questão 10, sobre os tipos de erros que observa em suas aulas, o professor nos coloca o seguinte: “*O que foi citado na questão 9. Causa desses erros, falta de atenção, pouco hábito de leitura e comprometimento com estudos.*” (T10, grifo nosso).

Ou seja, quando T se refere à dificuldade em tirar os dados das questões, podemos interpretar essa situação como relacionada com erros de leitura, erros de falta de atenção e erros devido à falta de interesse, conforme citados em T10. Contudo, entendemos que, nesse caso, essa dificuldade também pode dizer respeito a erros conceituais (pois a interpretação dos dados de uma questão implica, além de habilidades de leitura, uma compreensão conceitual do que do que se trata), erros na transferência de competências (pois o problema em questão pode exigir as mesmas habilidades matemática, de leitura e conceitual de problemas já solucionados com sucesso) e erros devido à leitura das expectativas (relacionados ao contrato didático estabelecido e mal interpretado pelo aluno).

5.3 DIMENSÃO PEDAGÓGICA

5.3.1 Justificativas para o ensino de Física no Ensino Médio

Esta sessão se constituirá principalmente da análise das respostas à questão 3, em que os sujeitos da pesquisa nos colocam distintos pontos que justificam o ensino de Física no Ensino Médio, os quais foram compreendidos como devido a motivos intrínsecos e extrínsecos à Física. Ou seja, ao passo que identificamos – nas respostas dos sujeitos – pontos relativos à formação intelectual dos alunos, à natureza da disciplina e às perspectivas segundo as quais é possível a Física contribuir para a formação dos alunos, também entendemos que, em cada uma dessas instâncias, estão contidos tanto argumentos advindos da própria Física – das habilidades necessárias para aprender Física bem como o que ela é para a ciência (motivos intrínsecos) –, quanto sobre a necessidade dessa na sociedade (extrínsecos), ou seja, da relação entre Física e a sociedade.

Alguns dos pontos que surgem nas respostas dos sujeitos careceriam de uma análise individual mais profunda, pois se referem a termos e conceitos controversos, e alguns têm sido pouco discutidos no âmbito do ensino de Física em nosso País. Dado essa ressalva, as compreensões que emergiram da análise indicam que os sujeitos sugerem um ensino de Física para distintos fins não excludentes, ou seja, emergiram distintas perspectivas em que os professores entendem que a Física pode contribuir na formação dos alunos. A seguir, apresentaremos as compreensões que emergiram da nossa análise para as respostas dos sujeitos.

5.3.1.1 *Formação intelectual dos alunos*

Dentre as colocações dos professores sobre a importância do ensino de Física, tivemos cinco justificativas que entendemos estarem relacionadas **à formação intelectual que a disciplina propicia**. Seriam

essas relacionadas ao desenvolvimento do raciocínio lógico (C3, G3, R3), ao aumento da capacidade cognitiva (O3, X3), ao desenvolvimento da autonomia intelectual (C3, X3) e ao despertar da curiosidade (P3, Y3) e da criatividade (C3).

Nos casos em que não faremos citações diretas das respostas representativas dos sujeitos, isso se dará por essas falas serem sucintas, muitas vezes idênticas umas às outras e também aos termos que usamos para nomear a categoria a que corresponde. Assim, nesses casos, discutiremos as respostas que não falam diretamente, mas que compreendemos como constituintes de alguma categoria. Diante disso, podemos destacar a seguinte fala de Y, que costuma enfatizar para os seus alunos “[...] *que concebam o mundo e a ciência com olhares questionadores. Nesse sentido ela [a Física] é importante.*” (Y3). Assim, mesmo não falando explicitamente que despertar a curiosidade é um dos seus objetivos ao ensinar Física, o professor parece considerar a importância dos alunos se tornarem questionadores.

Outras justificativas para se ensinar Física dizem respeito à própria natureza do conhecimento físico, seja a partir de um olhar de “fora para dentro” – explicitando o que é a Física como argumento para o seu ensino –, ou de um olhar de “dentro para fora”, que considera importante ensinar Física por entenderem que “[...] *Física faz parte da cultura.*” (N3, A3). No primeiro caso, temos como exemplo os sujeitos que dizem que é importante ensinar Física no Ensino Médio “[...] *porque é uma ciência que tenta explicar o comportamento de fenômenos naturais [...].*” (T3); e outro argumento no mesmo sentido afirma que “*a Física é uma ciência que visa explicar a natureza, por isso a Física é algo importante a se ensinar.*” (V3).

Por outro lado, temos a colocação da professora E, que representa esse olhar “de dentro para fora”, ao passo que expõe o seguinte:

Penso que a racionalidade científica é, antes de tudo, uma conquista que pertence à humanidade. Somada a alguns poucos outros tipos de vivências, é uma das propriedades que nos torna diferentes do restante dos animais. Acredito que todas as pessoas devam ter o direito de, pelo menos em algum momento da vida, olhar o mundo com os olhos da ciência (e, por conseguinte, da Física). (E3, grifo nosso).

Coerentemente com outras falas em que se destacara a importância da racionalidade científica, a professora E traz implícita em sua resposta a argumentação de que essa racionalidade faz parte da cultura, por ser uma das atividades que possibilitam diferir os homens de outros tipos de animais, a exemplo da linguagem e da meta-reflexão. Nesse sentido, E explicita que o ensino de Física se justifica pela necessidade das pessoas terem acesso a essa racionalidade científica, que possibilita uma reapreensão do mundo a partir das lentes da ciência, racionalidade que não pertence a um ou outro sujeito, mas sim à humanidade. Dessa forma, interpretamos de E3, N3 e A3 que os respectivos professores estejam se referindo ao que chamamos de “cultura elaborada”, convergindo com nossa posição sobre essa cultura não ficar restrita a grupos privilegiados.

5.3.1.2 Perspectivas em que Física contribui para a formação dos alunos

Outros motivos referidos pelos professores como justificativas para o ensino de Física dizem respeito a questões mais fundamentais, na medida em que respondem para que o ensino de Física e, conseqüentemente, para que promover essa específica “formação intelectual dos alunos”.

As respostas tomam distintas direções, partindo deste uma óptica de ensino médio propedêutico, segundo a qual é importante o ensino de Física nesse nível de ensino, pois “[...] *muitos alunos pretendem fazer engenharias, e outras profissões ligadas à Física, no entanto precisam ter algum conhecimento prévio.*” (H3), até visões de um Ensino Médio mais abrangente e quicá finalista, conforme preconizado na LDB. Dentre essas visões mais abrangentes, os professores entendem que é importante ensinar Física para propiciar ao aluno um autorreconhecimento na sociedade em que vive (A3, J3, U3), para contribuir em tomadas de decisões (A3, I3, O3, W3), para propiciar uma formação mais cidadã (A3, M3, N3) e para compreender melhor o mundo vivencial.

Entendemos que 16 dos sujeitos da pesquisa se referem à compreensão do mundo vivencial, propiciado pela Física, como argumento para justificar o ensino de Física, sendo que parte deles está se referindo à melhor compreensão do cotidiano (B3, D3, G3, I3, K3, R3), da natureza (F3, H3, Q3, R3, S3, T3, U3) – considerando já o corte epistemológico que nos permite dizer que estão se referindo à natureza física –, ou das tecnologias na sociedade (A3, C3, L3, O3, S3, W3) e do desenvolvimento delas (J3, K3, U3). A seguir, traremos respostas que representam as classificações que emergiram da análise e das respectivas discussões.

5.3.1.2.1 Propicia o autorreconhecimento dos sujeitos

Dos sujeitos que se referem ao ensino de Física com vias a **propiciar aos alunos que se reconheçam no contexto em que vivem**, destacamos as seguintes respostas:

[...] Quando é contextualizada historicamente, podemos compreender o porquê foi criada algumas das tecnologias usadas no passado ou no presente, e mais ainda, compreender um pouco do universo que habitamos. Assim, poderemos entender melhor quem somos, de onde viemos e para onde vamos. (J3, grifo nosso).

Principalmente para que este indivíduo se reconheça como membro participante da sociedade em que vive, entendendo os processos tecnológicos, fenômenos e processo de construção do conhecimento científico, conhecimento que foi construído para responder as problemáticas da sociedade atual ou das anteriores. (U3, grifo nosso).

Entendemos que J e U expressam que o ensino de Física se justifica pela possibilidade que fomenta de compreendermos o processo de desenvolvimento tecnológico, mas essas compreensões não teriam um fim em si mesmo, podendo contribuir para o autorreconhecimento dos sujeitos em seus contextos. Assim, quando o professor J explicita que a Física propicia “[...] *compreender um pouco do universo que*

habitamos. Assim, poderemos entender melhor quem somos, de onde viemos e para onde vamos [...].” (J3), podemos interpretar como dizendo respeito ao reconhecimento do aluno não apenas na sociedade em que vive hoje, mas numa perspectiva mais abrangente. Assim, poderíamos – a título de exemplificação – falar da possibilidade de o aluno se situar entre a origem dos elementos químicos que o constitui até a morte do Sol após a “queima” de todo hidrogênio e hélio.

Por outro lado, da ênfase de U, ao dizer que é importante o ensino de Física “*principalmente para que este indivíduo [o aluno] se reconheça como membro participante da sociedade em que vive [...].” (U3), podemos entender que se refere à inserção dos alunos nas práticas sociais, na medida em que esse compreenda os processos de construção conceituais sobre os fenômenos e a compreensão dos produtos materiais dessa sociedade. Estamos chamando de produtos materiais os processos tecnológicos ao quais se refere U.*

5.3.1.2.2 Contribui para tomadas de decisões

Destacamos como representantes da justificativa segundo a qual a Física **contribui para tomadas de decisões** as seguintes respostas:

Acredito que o ensino de Física no Ensino Médio é importante por proporcionar que os alunos conheçam uma ciência que é relevante em vidas cotidianas de uma forma que este conhecimento possa ser aplicado aos problemas do mundo real. Por exemplo, compreender os conhecimentos científicos descritos pelos meios de comunicação para tomar decisões que afetam suas vidas cotidianas. Creio que isto é importante para todos que vivem em nossa sociedade atualmente. (I3, grifos nossos).

Vivemos em uma sociedade técnico-científica. O cidadão necessita de conhecimentos científicos e tecnológicos para tomar decisões coletivas e individuais. A Física está presente neste rol de conhecimentos científicos e tecnológicos. (W3, grifo nosso).

Por ser capaz de aumentar a capacidade cognitiva dos alunos e por torná-los mais conscientes dos benefícios e riscos que o modo de vida atual proporciona, especialmente no que diz respeito aos avanços tecnológicos. (O3, grifo nosso).

Assim, estaremos entendendo da resposta de O que o papel de conscientizar sobre benefícios e riscos – dos avanços tecnológicos – está relacionado com contribuir para que os sujeitos tomem decisões acerca dessas questões. Percebemos também que a resposta de I – que ele se refere também à compreensão do mundo real se referindo ao cotidiano – diz respeito às decisões que os conhecimentos de Física podem ajudar os alunos a tomarem sobre questões cotidianas, distintamente de O e W, que se referem à tomada de decisões referentes aos aspectos tecnológicos presentes na sociedade – o que não exclui a possibilidade de eles estarem se referindo também às tecnologias acessíveis no cotidiano, mas não estão necessariamente limitados a elas. Ainda podemos dizer que W parece estar preocupado também em situar o aluno como um cidadão no contexto social que denomina por técnico-científico, o que será o próximo tópico a ser discutido.

5.3.1.2.3 Propicia uma formação para a cidadania

Poderíamos, a princípio, interpretar que **propiciar uma formação para a cidadania** é pensar o papel da Física para contribuir que os alunos – atuais e futuros sujeitos transformadores da sociedade – tomem decisões acerca do mundo (da realidade a ser transformada). Contudo, não temos dados para dizer que os mesmos sujeitos que falam de formação cidadã se referem à tomada de decisão, como é o caso de M, ao colocar que “[...] *o seu [da Física] amplo conhecimento auxilia no exercício da cidadania.*” (M3), ou do professor N, ao dizer o seguinte:

[...] acredito que a aprendizagem de elementos desta disciplina [da Física] pode fazer com que tenhamos uma formação mais cidadã, pois vivemos num contexto em que vários produtos são resultados do avanço e da aplicação da ciência. É necessário, por exemplo, que o estudante consiga

se posicionar sobre implicações da Física na sociedade. (N3, grifos nossos).

Assim, entendemos que, quando N fala que “[...] *é necessário [...] que o estudante consiga se posicionar sobre as implicações da Física na sociedade.*”, não significa que esteja necessariamente se referindo à tomada de decisão do mesmo.

5.3.1.2.4 Propiciar compreensão sobre o mundo vivencial

Com relação à justificativa de ensinar Física para **propiciar uma melhor compreensão do mundo vivencial**, entendemos que as respostas dos sujeitos se referem a três subcategorias distintas, relacionadas, de forma não excludente, à compreensão do cotidiano, à compreensão da natureza e à compreensão sobre as tecnologias presentes na sociedade. Sobre a **compreensão cotidiana**, destacamos as seguintes respostas:

Eu sinto falta de não saber como funciona um motor elétrico, uma geladeira ou um filtro de ar de um carro. Sinto que é importante que a pessoa tenha uma ideia básica dos aparelhos que constituem o seu dia a dia e para tal vejo necessária uma noção de ciência. (B3).

Porque ela está diretamente relacionada com a grande maioria [sic] das coisas que nos cercam no dia-a-dia. Poderíamos facilmente trocar o nome da disciplina para algo como “Ciência no cotidiano” fazendo com que a mesma se torne mais atrativa aos alunos [...]. (D3).

Mesmo que B não tenha tido experiência docentes, sua resposta corrobora as afirmações de D, ao passo que, de sua perspectiva discente, explicita pontos comuns. Segundo os sujeitos B e D, poderíamos dizer que ver o cotidiano como objeto de estudo pode tornar a disciplina mais atrativa, além de propiciar uma melhor compreensão da realidade mais imediata dos sujeitos.

Entretanto, uma das críticas acerca da natureza dessa justificativa para o ensino de Física diz respeito à limitação de um ensino que tenha como finalidade apenas a compreensão da realidade cotidiana, uma vez

que essa perspectiva restringiria os mesmos estudantes apenas para aquela realidade.

Quanto às respostas calcadas na justificativa de que a Física **propicia uma melhor compreensão da natureza**, temos a professora H dizendo o seguinte: “[...] *mais do que importante, é fundamental, a Física explica o mundo e seus fenômenos, os alunos precisam ter o mínimo de conhecimento das coisas que acontecem ao seu redor [...].*” (H3, grifo nosso). No mesmo sentido, o professor Q traz a seguinte justificativa: “[...] *porque a Física é uma ciência natural e todos os fenômenos presentes na natureza possuem uma explicação que a Física fornece só ou até mesmo integrada com outras disciplinas.*” (Q3, grifo nosso).

Ambas as respostas, quando se referem aos fenômenos explicados pela Física, entendemos que possam estar se referindo – mesmo que os respondentes não tenham clareza disso – a fenômenos já idealizados. Ou seja, a Física como ciência específica explica aspectos específicos desse mundo e, mesmo para se chegar a esses aspectos específicos, é necessário que se abstraia outros aspectos da realidade objetiva. Ou seja, em toda apreensão curiosa da realidade há um corte epistemológico que pode estar relacionado mais a uma ou outra disciplina científica, de acordo com que se quer conhecer. Nessa perspectiva, o que Q coloca sobre a existência de explicação para todos os fenômenos naturais pode ser entendido como uma premissa ingênua que identifica o conhecimento sobre o objeto com o próprio objeto, uma vez que o que é natural é muitas vezes entendido com o que a ciência explica, em contraposição com o que é sobrenatural.

O sujeito F, em sua resposta, tangencia as questões discutidas acima, quando nos coloca a seguinte justificativa para ensinar Física no Ensino Médio:

Pelo fato da Física, assim como a Matemática, exigir que o aluno compreenda modelos, simplifique problemas complexos e utilize-se de ferramentas que o proporcionam resolver situações com uma grande quantidade de informação e variáveis. Em suma, a Física ensina o aluno (e isso se fortalece na graduação) a compreender sistemas, identificar as grandezas relevantes e a partir destas, solucionar casos e

prever situações e condições do sistema em diferentes momentos (F3, grifos nossos).

Em F3, diferentemente de H3 e Q3, é levado em consideração esse processo de idealização inerente à produção de conhecimento e, conseqüentemente, ao que seja a própria Física; ou seja, de que o aluno precise compreender os modelos, na medida em que é necessário simplificar os problemas complexos para que seja possível a sua apreensão.

Outra resposta que interpretamos como se referindo à importância de ensinar Física por propiciar uma melhor compreensão da natureza é a da professora T, segundo a qual,

O ser humano têm sede em descobrir novas soluções de problemas em diversas áreas e a Física ajuda a compreender com mais clareza estes acontecimentos. Até porque a tecnologia tem avançado muito devido aos conhecimentos da Física. (T3).

Apesar de T fazer menção à tecnologia, entendemos essa menção como um exemplo da importância da Física. Dessa forma, poderíamos dizer que, quando se refere aos acontecimentos que a Física ajuda a compreender, a professora T esteja se referindo já a fenômenos ditos físicos (com um corte epistemológico próprio).

Com relação às respostas que justificam o ensino de Física no Ensino Médio por acreditar que propicia uma melhor compreensão sobre as tecnologias, temos como exemplo a resposta do professor L, segundo a qual é importante o ensino de Física nesse nível de ensino:

Porque a Física está em todo o lugar, principalmente agora! Este mundo tecnológico e globalizado exige que a sociedade entenda como as coisas funcionam. Acredito que as pessoas que hoje cursam o ensino médio são as mais familiarizadas com a tecnologia e se não entenderem agora, acredito que será mais complicado de entender quando estiverem mais velhos e cheios de manias e superstições. (L3).

Quando o sujeito L fala de “mundo tecnológico e globalizado”, estamos lendo “mundo” mais como se referindo à sociedade do que ao mundo físico citado anteriormente. Assim, além de entendermos que L também esteja falando de propiciar ao aluno que se reconheça como parte da sociedade atual, sua tônica parece estar na possibilidade/necessidade de conhecer o mundo em que se vive, hoje, mais do que nunca, extremamente permeado por tecnologias. Já o sujeito S nos coloca que é importante o ensino de Física “[...] *porque é uma das poucas disciplinas que dão suporte ao entendimento das tecnologias, muito presente nos dias atuais, além de permitir ao aluno compreender os fenômenos naturais que nos cercam.*” (S3, grifo nosso).

Além de se referir à compreensão dos fenômenos naturais – conforme discutimos anteriormente –, S coloca que a Física é uma disciplina que possibilita o entendimento das tecnologias, e isso seria um dos motivos pelos quais é importante ensinar Física no Ensino Médio.

Numa outra perspectiva, o sujeito W nos coloca que, “[...] *vivemos em uma sociedade técnico-científica. O cidadão necessita de conhecimentos científicos e tecnológicos para tomar decisões coletivas e individuais. A Física está presente neste rol de conhecimentos científicos e tecnológicos.*” (W3, grifos nossos). Assim, nessa resposta, já citada anteriormente, W se refere à Física não como sendo necessária para compreender as tecnologias, mas que a própria Física se constitui de conhecimentos científicos e tecnológicos. O que converge com algumas interpretações de que, na prática, não podemos mais separar o que é ciência e o que é tecnologia.

Apesar de próximas, percebemos como distintas as perspectivas explicitadas nas respostas acima com as de J3 e U3 – anteriormente citadas –, isso porque essas se referem não ao ensino de Física para compreensão do mundo tecnológico atual e da repercussão dessa na sociedade, mas sim para compreender o processo de desenvolvimento dessas tecnologias. Ou seja, ambas as perspectivas podem estar juntas, inclusive se complementando, mas não podemos inferir isso apenas a partir das falas dos sujeitos.

5.3.2 Dimensão afetiva

Nesta seção, apresentaremos as compreensões que obtivemos a partir principalmente da análise das respostas às questões 12, 13, 14 e 15, que se referem à apreensão dos professores, sujeitos da pesquisa, sobre algumas questões afetivas.

Dessa forma, seguindo a sequência das questões (Anexos), tomamos como foco, nessa etapa, compreensões que obtivemos sobre o que os professores sentem ao perceberem seus alunos errarem (subseção 5.3.2.1), sobre as crenças dos sujeitos sobre a percepção dos alunos sobre os seus próprios erros (subseção 5.3.2.2), sobre como acreditam que os alunos se sentem ao perceberem os seus erros, assim como as reações dos alunos diante do erro de um colega (subseção 5.3.2.3).

5.3.2.1 *O sentimento dos professores ao perceberem seus alunos errarem*

Dentre as respostas sobre o que os professores sujeitos da pesquisa sentiam ao perceberem que seus alunos haviam errado, foram relatados – em alguns casos pelos mesmos sujeitos – “sentimentos” distintos, explicitamente dependentes dos tipos de erros percebidos e também da frequência (C12, L12) com que ocorrem.

São indicadas pelos professores, dentre as distintas reações afetivas à percepção dos erros de seus alunos, o que entendemos como **emoções positivas, emoções negativas que implicam em atitudes positivas, emoções negativas e indiferenças** dos professores com relação aos erros.

Como **emoções positivas**, temos os casos de professores que dizem sentirem-se: interessado/curioso (F12, X12), animado (A12), desafiado (I12), satisfeito (E12, V12) e feliz (L12), ao perceberem determinados tipos de erros dos seus alunos. Assim, respectivamente, relatam se sentir: curioso sobre o que levou os alunos a errarem; interessado em compreender os conflitos de ideias que geram os erros; animado em perceber erros devido a concepções alternativas, ao

entender que isso pode enriquecer mais ainda as discussões em sala de aula; desafiado a fazer os alunos refletirem sobre os seus erros e, conseqüentemente, sobre o que pensam; satisfeitos por perceberem que há buscas dos alunos em direção à aprendizagem; e feliz ao entender que erros conceituais podem ser explorados didaticamente.

Todos esses sujeitos percebem um caráter positivo ao se depararem com alguns tipos de erros (erros conceituais) pelo fato de os entenderem como potenciais indicativos do estágio da aprendizagem em que os alunos se situam ou como elementos possíveis de serem explorados didaticamente.

Por outro lado, indicando **emoções negativas**, temos professores que se sentem decepcionados, tristes, desconfortáveis e incapacitados. Decepcionados pelos alunos terem entendido as aulas e errarem na prova por falta de atenção (P12); tristes pela maioria dos alunos ter entendido o que foi trabalhado e outros não se interessarem pela disciplina (F12); tristes ao perceberem erros – como de unidades – que entendem como sendo devido à falta de interesse e de dedicação (D12); desconfortáveis porque, na situação da escola pública, não há condições para os professores se aterem aos diversos tipos de erros que surgem nas aulas de Física (A12, A11); e incapacitados com relação a erros matemáticos e de leitura (V12, V8, V9).

Percebemos que os sentimentos de tristeza (F, D) e de decepção (P) são relativos aos alunos que erram, e os sentimentos de desconforto (A) e de incapacidade (V) estão dizendo respeito à instituição escolar. No primeiro caso, há certa insatisfação com os alunos que não atingiram a expectativa esperada, centrando no aluno a responsabilidade pela falta de interesse, que gera os erros. Já no segundo caso, há insatisfação dos professores A – que também se refere, em outro momento, aos erros devido à falta de interesse dos alunos (A10) – e V com relação à escola e às restrições que um professor de Física tem em lidar sozinho com erros de naturezas distintas. Isso dá indicativos de que os sujeitos A e V partem de uma visão mais abrangente de erros e de escola.

Como exemplares de **sentimentos de indiferença** com relação a determinados tipos de erros dos alunos, temos professores que dizem não sentirem nada ao perceberem erros de cálculo matemático (L12) e que se sentem indiferentes com erros que consideram irrelevantes, como os devidos à falta de atenção (F12), erros de unidades e de operações

matemáticas (C12). Ou seja, os sujeitos L, F e C entendem que erros – identificados por eles como sendo devido à falta de atenção – fazem parte do processo de ensino-aprendizagem, sendo comuns ao ponto de sentirem indiferença com relação a eles. Contudo, questionamos se todos os erros devido à falta de atenção – em operações matemáticas ou de unidades, por exemplo – possuem exclusivamente essa causa.

Já os casos interpretados como **emoções negativas que implicam em atitudes positivas**, temos exemplos de sujeitos que dizem se sentirem frustrados, preocupados e parcialmente responsáveis. Sentem-se frustrados por não ter deixado claro o que seriam os erros (E12), por pensarem na possibilidade de não adequação de suas metodologias (H12); sentem-se preocupados por terem que retomar determinados assuntos que os alunos não se apropriaram (U12), buscando utilizar outras metodologias (N12, L12); e se sentem parcialmente responsáveis por entenderem que pode ter relação com sua falta de preparo docente (T12) e com o fato de determinadas aulas não terem sido claras o suficiente (R12).

Percebemos que esses sentimentos de responsabilidade, frustração e preocupação que os professores sentem sobre si mesmos indicam uma sensibilização desses sujeitos para uma reflexão sobre si próprios, sobre a forma como percebem o seu desempenho docente em decorrência do desempenho que observam dos seus alunos. Assim, os sujeitos E, H, U, N, L, T e R, quando se referem ao que sentem sobre si, apesar de entendermos com sendo emoções negativas, parecem ter uma atitude positiva diante dela, ao repensarem suas próprias práticas em sala de aula.

5.3.2.2 Crenças dos professores sobre a percepção dos erros pelos alunos

Com relação à percepção dos próprios alunos quanto aos seus erros, parte dos sujeitos da pesquisa (13 sujeitos) acredita que os alunos percebem os seus erros, sendo que seis explicitam as situações e os tipos de alunos ou de erros percebidos, ou seja, delimitam as condições em que os alunos percebem seus próprios erros.

Assim, alguns sujeitos indicam que os alunos que percebem os seus erros o fazem em momentos que se interessam e, em função disso, prestam atenção (C13) e são interessados e participativos (W13), ou seja, quando os alunos estão envolvidos afetiva e cognitivamente (Y13), embora que, quando percebem, podem sentir vergonha de explicitar em função dos colegas (X13).

Outros também apontam que os erros são percebidos pelos alunos quando esses possuem paciência ao revisar as questões que resolvem (R13), que percebem apenas os erros mais simples como os de cálculo matemático (S13) ou que percebem ao final das avaliações (G13).

Por outro lado, 15 dos sujeitos apontam que os alunos não percebem os erros ou possuem dificuldades para percebê-los, apontando que raramente os erros são percebidos (E13, M13) ou que não percebem os erros sozinhos, precisando da ajuda dos colegas (F13) ou da mediação dos professores (D13, I13, O13, P13, Q13, S13, U13, T13), seja ao questionar as limitações das suas respostas (U13), nos momentos de correções no quadro (Q13), ou ainda nos momentos de revisões ou outras discussões sobre o assunto (O13). Alguns desses sujeitos (S13, U13) estão se referindo explicitamente aos erros conceituais.

Assim, mais da metade dos sujeitos colocam que a percepção que os alunos têm dos seus erros, sendo que dentre esses apenas os conceituais foram citados explicitamente, está condicionada a algum tipo de mediação. E seis sujeitos – dentre os que acreditam que os alunos podem perceber os seus erros – se referem a situações bem específicas, por se referirem explicitamente aos alunos interessados e a erros que consideram mais simples, como de desenvolvimento de cálculos.

Dessa forma, podemos dizer que pensar em como promover condições para que os alunos percebam os seus erros é algo a ser levado em consideração pelos professores no planejamento de suas aulas. Contudo, segundo a resposta do sujeito A, que acredita ser possível que os alunos percebam seus erros, as condições que os professores possuem – com grande número de alunos por turma – impossibilitam um acompanhamento mais individual e, conseqüentemente, a observação dos professores com relação à percepção dos erros pelos alunos.

Ou seja, as discussões sobre a necessidade de levar em consideração que muitas vezes os próprios alunos não percebem sozinhos os seus erros, quanto mais superá-los, não podem estar dissociadas de discussões acerca das condições de trabalho dos professores, seja sobre a carga horária excessiva, o grande número de alunos por classe, o grande número absoluto de alunos, a falta de articulação e integração entre as equipes docentes etc.

5.3.2.3 Crenças dos professores sobre como se sentem os alunos ao perceberem seus próprios erros

Com relação à questão 14, sobre o que acreditam que os alunos sentem ao perceberem os próprios erros, os sujeitos da pesquisa colocam que os alunos sentem tanto emoções positivas e negativas quando indiferença com relação a determinados tipos de erros.

Os sujeitos que acreditam que há alunos indiferentes, que não sentem nada ao errarem (H14), ou que pouco se importam quando erram (F14), relacionam isso com a falta de interesse, provavelmente a mesma que os fazem errar nas aulas.

Com relação às emoções positivas, temos os sujeitos que acreditam que os alunos se sentem mais seguros (M14), bem (A14, Y14, F14, V14, M14) quando percebem também a fonte do erro (Y14), incitados a procurarem superar os seus erros (F14), por estarem crescendo (V14) e felizes por terem superado um obstáculo (X14). Em todos os casos, os sujeitos associam essas emoções positivas com a crença de que, com os erros, os alunos percebem que estão aprendendo.

Por outro lado, com relação às emoções negativas, os sujeitos acreditam que os alunos se sentem decepcionados (A14), humilhados (I14), infelizes (L14), surpresos (P14), fracassados (W14), incapazes (E14), incompetentes (E14), irritados (A14) por alguém ter percebido que eles erram (I14), envergonhados (L14) diante da classe (N15, X14), chateados (I14, N14, O14), frustrados (I14, L14, U14, T14, Y14) e desmotivados (A14, K14, N14, R14) quando os erros persistem (U14).

A partir dos apontamentos acima, podemos dizer que grande parte dos professores (quase dois terços) acredita que os erros podem

trazer emoções negativas para os alunos com relação às aulas e à própria Física, o que entendemos ter relação com a própria visão de erro transposta para o contexto de sala de aula. Nesse sentido, o desafio seria mudar o *status* dos erros nas aulas e quiçá propiciar condições para que os alunos tenham emoções positivas com relação aos próprios erros.

Uma das emoções apontadas como negativas pelos sujeitos da pesquisa é a vergonha que os alunos sentem ao errarem com relação aos seus colegas, o que parece ter relação com a reação dos alunos frente aos erros dos seus colegas, apontada pela maioria dos sujeitos nas respostas à questão 15, em que questionamos sobre a percepção dos professores sobre a relação entre os alunos quando algum deles comete erros.

Nesse sentido, mais de dois terços dos sujeitos apontam que os alunos costumam fazer piadas e chacotas, muitas vezes ridicularizando os erros cometidos pelos colegas. Segundo alguns desses sujeitos, essa reação dos alunos com relação aos erros dos colegas é um dos fatores que dificulta a participação nas aulas. Em contrapartida, cinco desses sujeitos (A14, F15, R15, V15) colocam que também percebem alguns alunos sendo solidários com os erros dos colegas, mesmo que essa reação ocorra quando o erro do colega reflete em erros de grande parte da turma (H15). Outros três sujeitos apontam apenas que percebem os alunos ajudarem os colegas que erram (D15, T15), mesmo quando isso ocorre apenas com algum membro do seu grupo de amigos (X15).

5.3.3 Formas de lidar com os erros dos alunos

Nesta sessão, estaremos trazendo as compreensões que obtivemos principalmente a partir da análise às questões 11 e 16, uma vez que ambas dizem respeito à forma que os professores entendem que pode ser lido com os erros dos alunos, mesmo que a questão 16 se refira mais especificamente às percepções dos alunos quanto aos seus erros, o que professores e alunos sentem com relação ao erro e como os alunos reagem quanto aos erros dos colegas.

Apesar de entendermos que, em função das perguntas, as respostas à questão 16 se refiram mais aos aspectos afetivos ligados ao trato com o saber, também em algumas respostas à questão 11 essas

estão presentes, como quando E expõe, sobre a percepção do erro, que “[...] *um caminho importante [...] seria ajudar o aluno a enxergar o próprio erro [...]*.” (E11).

Com relação às formas de lidar com os erros, identificamos distintos apontamentos relativos a cada tipo de erro, dentre esses temos os que estão mais centrados nas ações dos professores, dos alunos e em medidas segundo as quais o professor busca propiciar condições para que o aluno supere seu erro, ou seja, medidas que vislumbram o aluno em seu papel de sujeito do conhecimento.

Além das indicações referentes a como lidar com os tipos específicos de erros, são indicadas algumas medidas mais gerais, tais como a resposta de C, segundo o qual “[...] *primeiro é preciso saber por que o aluno está errando, para então, poder lidar com esses erros. Para isso, o professor deve conversar diretamente com o aluno para poder ajudá-lo nesse sentido.*” (C11).

Entendemos que conversar diretamente com os alunos sobre os seus erros, no intuito de identificar os motivos desses, seja ineficaz para grande parte dos tipos de erros – inclusive os tipos de erros apontados por C em C10 e C13 –, pois, conforme nossa discussão da seção 5.3.2.2 indica, os alunos podem ter dificuldade de perceberem seus erros e, quando percebem, ou são alunos mais envolvidos com a disciplina (certamente os que já sabem lidar com seus erros), ou são erros de natureza específica em contextos determinados (como erros de falta de atenção ao final da prova). Contudo, podemos interpretar que a primeira frase da resposta do sujeito C está de acordo com o que alguns professores pensam, seja quando fazem afirmações diretas de que “[...] *temos que [...] tentar identificar qual tipo de erro.*” (N11), ou quando eles dão indicativos do que fazer com cada tipo de erro que percebem. Ou seja, não há uma forma única de lidar com todos os tipos erros.

Nesse sentido, o sujeito D nos diz o seguinte:

Se eles erram é porque algo não está claro na cabeça deles. É preciso buscar estes pontos falhos e corrigi-los, seja através de experiências, exercícios, pesquisas, desenvolvimentos de projetos. O que o professor não pode é deixar o problema persistir e seguir em frente.” (D11).

Primeiramente poderíamos interpretar a primeira frase de D, embora em outros termos, como o reconhecimento de que os erros evidenciam problemas de aprendizagem. Também podemos entender que a resposta de D se refere à necessidade de identificar os erros e corrigi-los em distintas situações, o que nos parece convergir com as colocações dos sujeitos A, C, G, T, U e X, que explicitam medidas referentes aos tipos de erros que indicam nas suas respostas a outras questões. Entretanto, o que esses sujeitos indicam – para além de evidenciar essa conexão entre mediação, tipo de erro e contexto – são possíveis formas de lidar com tipos de erros específicos.

Dentre as sugestões dos sujeitos com relação à mediação do professor diante dos erros, temos os que se referem aos erros matemáticos (A11, Q11, V11, G16), aos erros de leitura (A11, C16, G16), aos erros devido à falta de interesse (A11, T11), aos erros conceituais (A11, E11) e às medidas que implicam diretamente em repensar a sua prática (F11, J16, O16, U11, X11).

5.3.3.1 *Formas de lidar com os erros matemáticos*

Com **relação aos erros matemáticos**, o sujeito G explicita a seguinte medida: “*Estimular os alunos a [...] praticar mais exercícios de interpretação e matemáticos [...]*” (G16); já o sujeito Q explicita que uma forma de lidar com esse tipo de erro é “[...] *explicar a matemática básica que os exercícios de Física exigem [...]*” (Q11). Embora não explicitando como fazer o que indica, o sujeito J entende que “[...] *ajudando a ter uma visão mais crítica da matemática [...]*” (V11) seria uma forma de lidar com os erros.

Outro sujeito que se coloca com relação a esse tipo de erro sugere que se deve, “[...] *na medida do possível, explicitar o ferramental matemático necessário para cada conteúdo. Na impossibilidade disso, ou na falta de tempo, remeter o aluno a referências que tratam disso, à monitoria, tutoria, aulas particulares etc.*” (A11).

Assim, entendemos que A se refere às condições de trabalho dos professores e, devido a essas, às consequentes medidas que não cabem ao professor isoladamente, pois tanto explicitar o ferramental

matemático de cada conteúdo quanto explicar essa matemática e selecionar um número extra de exercícios exige tempo de dedicação para isso. Sem falar que essas são medidas que dizem respeito à superação de apenas um dos tipos de erros que surgem nas aulas de Física.

5.3.3.2 *Formas de lidar com os erros de leitura*

O sujeito G, **com relação aos erros de leitura**, explicita que podemos “[...] estimular os alunos a ler mais as teorias e praticar mais exercícios de interpretação [...].” (G16, grifos nossos); ou seja, estimular o aluno a ler os livros didáticos, ou notas de aulas dos professores, e estimulá-los também a fazer mais exercícios desse conteúdo, uma vez que necessitam também de interpretação textual.

Outras sugestões para esses tipos de erros são dadas pelo professor C, quando explicita o seguinte:

[...] Uma alternativa é a leitura conjunta de textos em sala, com sua posterior discussão; fazer com que identifiquem palavras e frases que não entenderam a cada parágrafo. Realizar questionários que avaliem a interpretação de um texto, ou relacionado ao uso de um simulador, ou atividade experimental, ou o que foi abordado na aula. (C16, grifos nossos).

Da resposta de C, identificamos três maneiras de trabalhar a leitura nas aulas, o que pode ser entendido como medidas para lidar com erros dessa natureza sem descaracterizar as aulas de Física. Já o professor A nos coloca, com relação aos erros de leitura, que é possível “[...] buscar formas alternativas para a formulação do mesmo problema, tentando elucidar os sinônimos, palavras ou expressões, nas diversas formulações apresentadas [...].” (A11, grifo nosso). Ou seja, A se refere às formas alternativas de formular os problemas se referindo restritamente – conforme seus exemplos – às formas textuais.

5.3.3.3 Formas de lidar com os erros devido à falta de interesse

Sobre os **erros devido à falta de interesse**, dois sujeitos explicitam medidas semelhantes, apesar de identificarmos que a perspectiva dessas parecerem distintas. Um deles explicita o seguinte:

[...] *Erros devidos ao desinteresse: na medida do possível, tentar trazer mais curiosidades acerca do assunto em questão para a sala de aula, seja por meio de história da ciência, de jogos, de desafios etc., fazendo atividades diversas onde os alunos são agentes ativos da sua própria aprendizagem do conhecimento [...]. (A11, grifos nossos).*

Podemos identificar na resposta que o professor A que, além de indicar uma medida – trazer curiosidades para as aulas –, dá-nos exemplares de onde poderiam ser tiradas essas curiosidades e em qual perspectiva elas deveriam ser efetuadas.

Por outro lado, a professora T nos coloca o seguinte sobre sua experiência docente: “[...] *Tento trazer algo diferente nas aulas para que prestem mais atenção.*” (T11). Ou seja, da mesma forma que o professor A, a professora T reconhece a necessidade de trazer curiosidade para as aulas, contudo, o objetivo de ambos se distingue uma vez que T, ao “*trazer algo diferente nas aulas para que prestem mais atenção*”, pode estar vislumbrando estritamente que os alunos prestem mais atenção em aulas expositivas.

Provavelmente a professora T, em sua resposta à questão 11, está se referindo a trazer curiosidades para as aulas de cunho expositivo, uma vez que apenas coloca as avaliações e as resoluções de problemas como momentos em que percebe os erros dos alunos, assim como, com relação à questão 6 (sobre a participação dos alunos nas suas aulas), responde que:

Muitas vezes os alunos (principalmente do primeiro ano) não conseguem formular direito sua pergunta, existe sempre um momento durante a aula em que eles podem questionar, como são mais de 40 alunos em sala deixo um tempo ou

mesmo pergunto se há alguma dúvida, as aulas que são participativas sempre são melhores, pois até o professor aprende com isso (T6).

Ou seja, apesar da professora T considerar a necessidade de fazer algo com relação à falta de interesse dos alunos, as condições de trabalho que lhe foram dadas em seus três anos de experiência podem não ter dado margem para que pensasse como o sujeito A, em formas de trazer curiosidades que fugisse de aulas majoritariamente expositivas, pensando em uma perspectiva que entende os alunos como sujeitos efetivamente ativos.

5.3.3.4 Formas de lidar com os erros conceituais

Com relação aos **erros conceituais**, o sujeito A nos coloca medidas quanto aos **erros devido às concepções alternativas** e aos **erros devido à relação entre Física e Matemática**. Quanto ao primeiro, A nos coloca o seguinte: *“Devido a concepções alternativas: fazer uma “pesquisa”, formal ou informal, com os alunos, problematizando alguma situação para abrir caminho para introduzir alguns conceitos-chave [...]”* (A11, grifo nosso).

Algo que nos chama a atenção com relação a essa medida apontada por A é que pesquisar **com** os alunos remete a uma concepção particular de pesquisa e de problematização. Mesmo que parecendo sutil, pensar em pesquisar *“com os alunos, problematizando alguma situação”* difere substancialmente da simples proposição de uma pesquisa e colocação de um problema **para** os alunos, pois nessa situação, muitas vezes, o professor já possui todas as respostas de antemão, não havendo sentido de ambos terem de pesquisar. Podemos também sinalizar sintonia com as mediações propostas por Astolfi (1997) com relação ao que ele chama de “erros refletindo as concepções alternativas dos alunos”, conforme Tabela 2.

Quanto aos erros devido à relação entre Física e Matemática, A nos responde o seguinte: *“Devido à aplicação errônea da Matemática na Física: idem ao anterior [explicitar o ferramental matemático necessário para cada conteúdo], fazendo uma ponte de funções, gráficos, vetores”*

etc., da Matemática para a Física [...].” (A11, grifo nosso). Percebemos que o sujeito A indica a possibilidade de se fazer uma ponte entre os conteúdos de Física e de Matemática, ou seja, ao apontar a existência desse tipo de erro e entendê-lo como um problema nas aulas de Física, o professor A lembra a necessidade de serem trabalhadas essas relações entre Física e Matemática, mesmo que não tenha explicitado como fazer isso.

Também remetendo aos erros conceituais, temos a menção que a professora E faz à especificidade de cada conteúdo ao pensarmos situações que pudessem contribuir para o aluno perceber seus próprios erros, quando coloca que *“Um caminho importante, no caso dos erros “legítimos”, seria ajudar o aluno a enxergar o próprio erro. Seria necessário escolher situações que favoreçam isso. Nesse caso, cada conteúdo teria sua especificidade.” (E11, grifo nosso).*

5.3.3.5 Mudanças da postura do professor com relação ao erro

Além das medidas acima expostas – que alguns dos sujeitos da pesquisa sugerem para lidar com determinados tipos de erros –, temos outros sujeitos que não falam em como lidar com tipos específicos de erros, mas sim de possíveis mudanças com relação à postura com que o erro é visto pelo professor. Ou seja, são medidas que sugerem possíveis usos estratégicos dos erros dos alunos e que não têm como enfoque resolver um determinado tipo de erro/problema.

Nessa perspectiva, o professor F responde que, para ele, *“[...] os erros parecem o diagnóstico do resultado das aulas, portanto é a partir deles que o professor deve partir para planejar suas próximas aulas [...]” (F11).* No mesmo sentido, o professor O coloca que é possível *“[...] mostrar que os erros podem servir para reavaliações do processo de ensinar e aprender, que por mais negativos que sejam auxiliam o processo como um todo.” (O11).*

Entendemos que ambos percebem um potencial dos erros, na medida que esses fornecem informações sobre o processo de ensino-aprendizagem, possibilitando, assim, uma avaliação das próprias aulas e propiciando informações úteis para o próprio planejamento das aulas

subsequentes. Entendemos que é nessa perspectiva que O explicita que os erros “[...] *por mais negativos que sejam auxiliam o processo como um todo.*” (O11).

Outra medida com relação à postura diante dos erros que ocorrem em sala de aula é trazida pelo professor X, quando diz que “[...] *os alunos possuem medo de errar, e de demonstrar o seu raciocínio. É aí que uma mudança no trato do professor com o saber pode fazê-los entender que errar faz parte da construção do conhecimento, logo da aprendizagem também.*” (X11, grifos nossos).

Podemos inferir que o professor X entende que essa mudança na relação com o erro em sala de aula pode fazer os alunos não se sentirem inibidos de explicitar o que pensam devido ao medo de errar. No mesmo sentido, D afirma o seguinte:

Eu acho que a relação entre professor e aluno, e aluno e aluno precisa ser bem trabalhada já que se trata de um ambiente onde ficam por várias horas, passando por diversas situações. Quando a confiança entre eles aumenta, as coisas ficam muito mais fáceis, ou seja, o medo de perguntar se extingue, a curiosidade aumenta, a participação é mais efetiva, entre outros (D16).

Embora a professora D explicita apenas a relação professor-aluno, entendemos que nessa relação o saber também está presente – mesmo que implicitamente –, na medida em que seria acerca desse que deveria haver curiosidade e questionamentos dos alunos. Segundo ela, o ponto central em rever essas relações é que haja uma confiança recíproca, com isso o aluno ficaria menos inibido em participar nas aulas.

Ainda sobre a mesma questão, de mudança de postura nas relações de sala de aula, a professora U nos coloca que

[...] partindo da ideia de que o conhecimento dos alunos também é um processo de construção, naturalmente erros e acertos fazem parte do processo, logo o professor pode lidar com o erro como um diagnóstico de que etapa está sendo difícil ao aprendizado do aluno. (U11, grifo nosso).

Ou seja, U parece nos dizer que, mudando a concepção sobre a aprendizagem dos alunos, podemos mudar a postura com relação aos erros em sala de aula, tomando-o como diagnóstico das dificuldades dos alunos, o que estaria em sintonia com o que colocam os professores O e F sobre o papel do erro na avaliação do processo de ensino-aprendizagem.

Outra professora que relaciona o trato do erro com a avaliação, só que agora se referindo as situações de avaliação dos alunos, é Y, quando diz que

Algo que deve ser discutido também é como tratamos esse erro; não restam dúvidas que na avaliação, assim como a temos tradicionalmente, o erro é tratado de forma primitiva. Isso deve ser repensado, o que remete à reflexão sobre o processo de avaliação. A frase "O erro faz parte constituinte da construção dos conhecimentos científicos" nos diz muito sobre o tratamento do erro em outra concepção, formativa eu diria. (Y11).

A professora Y, ao mencionar a relação de uma particular visão epistemológica de erro com uma concepção de avaliação, incita-nos a questionar sobre as visões de erros subjacentes às práticas avaliativas nas aulas de Física.

Segundo o professor S, “[...] *se reduzir o caráter punitivo do erro e trabalhar como oportunidade de aprendizagem, imagino que a relação que o aluno estabelece com o erro também mudará e desse processo surgirão novas oportunidades de aprendizagem.*” (S16). Ou seja, segundo S, a mudança de tratamento do erro em sala de aula implica alterações da relação do aluno com o erro. Assim, segundo S16, X11 e D16, como o erro está sempre relacionado com o saber, é possível dizer que a mudança da forma como o professor trata o erro em sala de aula alteraria o contrato didático vigente, ou seja, em toda relação recíproca entre professor-aluno-saber há também implícito uma concepção de erro, e a mudança dessa implica a mudança dessas relações recíprocas. Isso sugere que esses professores estejam dando indicativos de como lidar com os erros devido à leitura das expectativas, mesmo sem que se faça uma análise do contrato didático em vigor

(ASTOLFI, 1997), uma vez que as expectativas do professor seriam outras.

Como **medidas mais simplistas** com relação aos erros dos alunos, podemos citar professores que entendem que os erros poderiam ser tratados simplesmente “[...] *corrigindo-os e explicando o correto.*” (G11), ou que “[...] *devemos ter uma educação mais severa, cobrando mais, para que assim o estudo seja um hábito.*” (H16), pois, conforme a professora H coloca, “[...] *isso [como lidar com os erros dos alunos] não depende apenas do professor, mas sim boa parcela é dos alunos, procurando resolver mais exercícios, buscando sanar as dúvidas.*” (H11).

5.3.3.6 *Uma possível síntese*

A partir das respostas dos sujeitos, identificamos distintas medidas possíveis com relação aos erros, desde as mais simplistas, passando pelas medidas que culminam ou partem de uma resignificação das situações educativas acarretadas pela compreensão dos erros como parte constituinte do processo de ensino-aprendizagem, até as medidas que se referem a tipos específicos de erros.

Entretanto, em todos esses tipos de medidas, é possível perceber distintos enfoques, desde aqueles centrados exclusivamente nas ações dos alunos, quanto nas do professor, ou ainda nas ações do professor que se percebe comprometido em propiciar condições para que os alunos percebam e superem os seus erros.

As medidas centradas exclusivamente nos alunos são aquelas tais como o que aponta a professora H, pois, apesar de depender de ações do professor para operacionalizar avaliações que cobrem mais (H16), essa medida está calcada na premissa de que é o aluno que precisa estudar mais para não errar. Entendemos que, nessa perspectiva, também estão as medidas apontadas pelo professor G, quando defende – como medida para os erros matemáticos e de leitura (G16) – que os professores incentivem os alunos a lerem mais e a praticarem mais exercícios. Ou seja, em ambos os casos podemos perceber que a forma para superar os erros dependerá exclusivamente dos alunos.

Com relação às medidas mais centradas no professor, podemos citar as que se referem aos erros matemáticos, sendo elas a explicitação (A11) e a explicação (Q11) da matemática necessária para cada conteúdo de Física. Com relação aos erros de leitura, podemos citar a formulação do mesmo problema de formas distintas, explicando sinônimos e significados de determinadas expressões (A11). Como exemplo relativo aos erros devido à falta de interesse, temos a medida indicada pela professora T, segundo a qual devemos trazer curiosidades para que o aluno preste atenção nas aulas (T11). Percebemos que todas essas medidas estão mais centradas no professor, pois partem da premissa de que essas **ações do professor** podem contribuir para que os alunos superem determinados erros que cometem.

Tanto na primeira perspectiva quanto na segunda, entendemos que há concepções implícitas que efetivamente podem não favorecer que o aluno supere os referidos erros. Na primeira perspectiva, porque, como já explicitado, as ações para superar os erros ficam a cargo exclusivo dos alunos, o que certamente impossibilitará diversos desses alunos de superarem seus erros e continuarem aprendendo sobre determinado assunto. Não significa que, por exemplo, cobrar e incentivar mais os alunos não possa ser positivo e, de alguma forma, contribuir para que os alunos transponham os seus erros; contudo, entendemos que essa medida tem implícito uma atuação passiva por parte do professor.

Na segunda perspectiva, por outro lado, está explícito nas ações a passividade do aluno. Ou seja, explicar, explicitar, formular problemas, trazer coisas interessantes, todas essas ações são inerentes de qualquer atividade docente, contudo, em todos os casos citados, o professor é o único sujeito da ação. Assim, em nenhum dos casos há uma intenção explícita de que o aluno tenha alguma ação se não a receber passivamente. Após essas medidas do professor, cai-se no primeiro caso, pois os erros são dos alunos, e o que eles farão para superar esses erros ficará a cargo exclusivamente deles. Assim, tanto na primeira quanto na segunda perspectiva, há implícita uma ideia dicotomizada de ensino e de aprendizagem, sendo que o primeiro está a cargo do professor enquanto o segundo está a cargo do aluno. O que, conseqüentemente, torna as aulas excludentes para vários alunos, na medida em que, mesmo implicitamente, é-lhes tirado o direito de

superar suas dificuldades e, assim, poder acompanhar efetivamente as aulas.

Por outro lado, entendemos que a terceira perspectiva – referente às ações do professor que se percebe comprometido em propiciar condições para que os alunos percebam e superem os seus erros – supera as duas anteriores na medida em que as ações dos professores implicam necessariamente a participação efetiva dos alunos. Ou seja, nessa perspectiva há outra concepção de aluno, agora concebido como sujeito do conhecimento. Como exemplos de medidas nessa perspectiva, podemos citar as seguintes: promoção de leituras conjunta com posterior discussão em sala e atividades em que os alunos terão de buscar palavras e frases que não entendem (C16). Nessa perspectiva, com relação aos erros devido à falta de interesse dos alunos, temos a indicação de A sobre trazer curiosidades – baseadas em jogos, na história da ciência ou em desafios – para atividades em que os alunos sejam agentes ativos (A11). Com relação aos erros devidos às concepções alternativas, podemos citar o que indica o professor A sobre fazer pesquisas junto com os alunos para, a partir dessas, problematizar as suas concepções (A11). Esses seriam os exemplos das medidas indicadas nessa perspectiva para tipos específicos de erros. Nessa mesma perspectiva, entendemos estarem todas as medidas relativas à mudanças da postura do professor com relação ao erro, que serão sintetizadas a seguir.

Dentre os sujeitos que indicaram medidas relacionadas à mudança da postura do professor com relação aos erros, podemos dizer que todos se referiram à necessidade do professor mudar a maneira como trata os erros em sala de aula por implicar mudança da relação dos alunos com os seus erros. Contudo, também houve indicações de medidas sobre como mudar esse tratamento dos erros pelos professores, o que seria possível a partir de reflexões sobre os fundamentos epistemológicos das avaliações (Y11) ou de uma mudança na concepção de aprendizagem do professor, na qual os erros fossem vistos como diagnósticos sobre a aprendizagem dos alunos (U11, O11). Nesse mesmo sentido, foi apontado que os erros também podem servir como diagnósticos do próprio andamento das aulas, assim como fornecer dados significativos para o planejamento das aulas subsequentes (F11, O11).

Assim, podemos dizer que os professores que percebem os erros dos seus alunos poderiam tomar medidas em mais de uma perspectiva com relação a cada tipo de erro, a exemplo das duas perspectivas aqui explicitadas. Dessa forma, conforme algumas medidas indicadas pelos sujeitos da pesquisa, os erros podem contribuir para que os professores reflitam sobre suas posturas em sala de aula, assim como sobre as concepções que subjazem implicitamente essas aulas.

6 SÍNTESE E CONCLUSÕES

O fim de uma empreitada não se justifica se não possibilita novos inícios, como a busca de respostas a uma pergunta não finda senão em novas perguntas.

Apesar de o título do capítulo sugerir que este se constitui de uma síntese geral, no sentido de tecer e desenvolver todas as relações possíveis entre os pontos levantados, o que será possível neste momento é uma síntese de cada parte, da qual seguiremos apresentando as conclusões relativas aos objetivos assumidos inicialmente, as possíveis articulações como desdobramento deste trabalho, bem como de suas lacunas, e, por fim, as nossas considerações finais.

6.1 SÍNTESE DOS CAPÍTULOS

No capítulo 3, argumentamos sobre a existência dos erros nos contextos em que há ação do homem, apontando que, inclusive, eles são tomados como objeto de estudo em diversas áreas (TORRE, 2007). Entretanto, foi possível identificar parcialmente que a temática dos erros é pouco encarada como objeto de estudo pela comunidade de pesquisadores em ensino de Física no nosso País, sendo que as pesquisas que assim a encaram, em sua maioria, estão interessadas nos erros que chamamos aqui de conceituais, nas análises desses erros em livros didáticos, nas análises de erros experimentais ou em usos de estratégias de análises de erros, sem trazerem consigo discussões e reflexões acerca dos erros que são cometidos no contexto das aulas de Física.

Em contraponto, também foi possível identificar na literatura – não restrita ao ensino de Física – um estatuto positivo para os erros, no sentido de que a aceitação da inevitabilidade deles pode propiciar reflexões em distintos aspectos relacionados à educação e ao ensino de Física em específico. Assim, foi possível pontuar um sentido para os erros em questões de fundo que subjazem à prática docente, como as

ideias que professores fazem – mesmo que de maneira irrefletida – sobre como se dá a aprendizagem e sobre aspectos epistemológicos do conhecimento que trata em sala de aula.

Também evidenciamos que, ao reconhecer os erros em contextos como o epistemológico relativo à ciência ensinada, a avaliação, os livros didáticos e o processo de ensino-aprendizagem como um todo, é possível promover reflexões sobre as visões de ciência, o papel dos erros experimentais e da experimentação no ensino de Física (MACHADO, 2008), a circulação do conhecimento entre o contexto científico e o didático (DELIZOICOV, 2010), no que consiste a prática docente (FREIRE, 2006, 2000, 1996), e as condições que podem dificultar a inovação pedagógica – seja a lógica da excelência inculcada na sociedade (PERRENOUD, 1999) ou os problemas devido às lacunas formativas dos professores (AQUINO, 2002; PINTO, 2000). Ou seja, entendemos que, com o capítulo 3, foi possível dar uma ideia das possibilidades de se tomar os erros não apenas como problema inerente à realidade escolar, mas também como objeto de estudo que pode propiciar reflexões importantes para o ensino e, em particular, para o ensino de Física.

Já no capítulo 4, foi explicitada a perspectiva sob a qual delimitamos a etapa empírica da pesquisa, bem como a forma como ocorreu essa delimitação, ou seja, como ocorreu a construção dos questionários, sua distribuição, o perfil dos sujeitos da pesquisa e como se deram as análises.

A partir dos objetivos da presente pesquisa, com base nos pressupostos epistemológicos e educacionais assumidos no decorrer do trabalho, nossa intenção metodológica consistia em buscar sujeitos para participarem espontaneamente da pesquisa, uma vez que o tema dos erros pudesse ser difícil ou sequer parecesse relevante para muitos dos professores. A ideia de termos sujeitos que participassem espontaneamente esteve balizada por nossa hipótese de que, nessas condições, não teríamos um grande número de sujeitos participantes, mas esses – por talvez já estarem sensibilizados em algum nível com os erros – contribuiriam mais ainda para que, com a pesquisa, apreendêssemos.

Em resumo, obtivemos 25 sujeitos que responderam um questionário constituído de 16 questões abertas que se referiam não

apenas aos erros em específico, mas também diziam respeito indiretamente às concepções epistemológicas e de ensino-aprendizagem. O questionário final foi obtido a partir de poucas modificações de uma versão preliminar, sendo que as respostas foram integradas ao *corpus* de análise.

Dos sujeitos participantes, 88% eram ex ou atuais alunos da UFSC, seja do curso de licenciatura e bacharelado em Física ou da Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, o que pode ter tido influência em suas clarezas epistemológicas com relação aos erros. Também entre esses sujeitos havia grandes diferenças, ou seja, desde professores que lecionavam há mais de 10 anos até sujeitos que ainda não haviam lecionado ou lecionavam e não tinham concluído a graduação.

Podemos dizer que essa hipótese se confirmou na medida em que os 25 sujeitos da nossa pesquisa contribuíram não apenas para que pudéssemos apreender os seus entendimentos acerca dos erros, mas, sobretudo, para que tivéssemos indícios de como os erros podem ser entendidos como importantes nas aulas de Física. Assim, balizando nossas análises na ATD (MORAES; GALIAZI, 2007) e na postura que assumimos a partir de nossa imersão recorrente e curiosa no *corpus* de análise e nos textos produzidos a partir das compreensões iniciais, pudemos explicitar nossas novas compreensões por meio de categorias emergentes articuladas em um metatexto final que se materializou no nosso capítulo 4.

O capítulo 4 estava dividido em três seções: a dimensão epistemológica do que pensam os professores sujeitos da pesquisa sobre os erros; as visões dos professores sobre os tipos de erros e as situações em que esses surgem nas aulas de Física; a dimensão pedagógica dos professores sobre os fins do ensino de Física; a dimensão pedagógica e as formas com as quais os professores acreditam que seja possível lidar com os erros dos alunos.

Sobre a dimensão epistemológica, pudemos evidenciar que grande parte dos sujeitos da pesquisa concordou que os erros são parte constituinte do processo de construção dos conhecimentos pelos cientistas, sendo que parte desses sujeitos pontua aspectos em que o entendimento dos erros nesse processo estaria relacionado a alguns aspectos das desmistificações com relação ao conhecimento científico.

Assim, alguns dos sujeitos se referiram à epistemologia como importante para o ensino de Física por desmistificar as visões do conhecimento científico: como verdade absoluta; como acumulativo e construído linearmente por caracterizar-se pelo emprego de um método único; como construído individualmente por grandes gênios; como só se constituindo de contas; como exato e não aproximado; e cujo sujeito é neutro.

Na seção que chamamos de “os erros em sala de aula”, discutimos sobre o que pensam os professores da pesquisa sobre o perfil dos alunos que erram, as situações em que os erros são percebidos e quais os tipos de erros que surgem nas aulas de Física.

Pela recorrência das respostas, pudemos interpretar que as atividades em que, predominantemente, os alunos possuem uma participação ativa são nos momentos de diálogos (48%), de resolução de problemas (52%) e nas avaliações (64%), sendo que a maioria esteve se referindo à prova. Com uma frequência menor (20%) entre as situações citadas, há também as atividades experimentais. Julgamos que seria necessário um aprofundamento maior sobre as concepções dos sujeitos da presente pesquisa sobre atividades experimentais, avaliações, problemas e diálogo (ou as interações orais de forma geral) em sala de aula para que pudéssemos discutir sobre as possíveis qualidades dos erros que surgiriam nessas situações. Entretanto, com essas respostas foi possível termos um quadro que dá indícios dos contextos nos quais pudemos considerar quando os sujeitos da pesquisa falam dos erros.

Parte dos professores reconhece que todos os alunos podem errar nas aulas, sendo que alguns desses acreditam que possa haver alunos que erram mais do que outros. E essa maior incidência nos erros por alguns alunos poderia ter como uma de suas explicações o fato de esses alunos se sentirem inseguros por não conseguirem lidar com seus erros, muitas vezes dificultando até que tenham uma percepção deles sem ajuda do professor ou colegas.

Sobre os tipos de erros que emergiram de nossas análises, poderíamos dizer que há vários em sintonia com os tipos de erros apresentados por Astolfi (1997). Desses, poderíamos relacionar o que chamamos de “erros de leitura textual”, referidos por 56% dos sujeitos, com o que o autor chama de “erros de compreensão das instruções” (ASTOLFI, 1997, p. 59, tradução nossa), uma vez que o autor também

está se referindo estritamente a textos verbais, conforme os exemplos que dá. Entretanto, percebemos em Astolfi (1997) também a indistinção das habilidades de leitura e escrita, o que sugere não adotarmos a nomenclatura por ele proposta.

Um tipo de erro que emergiu das falas dos sujeitos e que corrobora Astolfi (1997) ao que, traduzindo literalmente, ele chama de erros devido aos “hábitos escolares e má decodificação” (p. 65, tradução nossa), o que, no mesmo sentido, chamamos de “erros devido à leitura das expectativas”, referidos por 28% dos sujeitos.

Outro tipo de erro que emergiu da análise, corroborando a tipologia prevista por Astolfi (1997, p. 69), são os erros devido às concepções prévias, que, traduzindo literalmente o autor, deveríamos ter chamado de erros devido à “presença de concepções alternativas”. Contudo, entendemos que esse tipo de erro é um dentre outros tipos de erros conceituais tais como: erros devido à natureza do conteúdo, erros devido à relação entre Física e Matemática, erros no processo de assimilação dos conceitos, erros de unidade, dentre outros erros conceituais que dizem respeito ao ensino de Física em específico e que não foram identificados nas respostas dos professores investigados.

O que podemos perceber da comparação entre a Tabela 10 (tipologia de erros emergentes) e a Tabela 2 (tipologia de erros segundo ASTOLFI, 1997) é que o autor parecia estar considerando os erros apenas no contexto de resolução de problemas, enquanto os professores sujeitos desta pesquisa se referiam a mais de uma situação, conforme explicitado anteriormente. Assim, podemos dizer que não há erros sem uma situação em que os alunos estejam assumindo um papel ativo diante dela. É nesse sentido que caberia – em outro momento – identificar os tipos de erros que poderiam surgir em cada contexto. O que podemos afirmar, por hora, é que os tipos de erros explicitados na Tabela 10 não ocorrem nas quatro situações citadas pelos sujeitos: nas avaliações, nas resoluções de problemas, durante as situações de diálogo/debate e nas atividades experimentais. Como exemplo disso, poderia ser citada a improbabilidade de haver erros de escrita em situações de diálogo oral.

A tipologia de erros pode instrumentalizar os professores de Física a levarem em conta, em seus planejamentos, distintos tipos de erros que podem surgir durante suas aulas. Todavia, esses distintos tipos podem não surgir isoladamente, mas sim superpostos, tornando a

identificação algo extremamente complexo. Assim, a atenção para com os erros dos alunos, assim como o planejamento das aulas de forma que permita que o aluno erre, está estritamente relacionada com uma concepção de aluno não como receptor passivo, mas sim como “[...] sujeito de sua aprendizagem; é quem realiza a ação, e não alguém que sofre ou recebe uma ação.” (DELIZOICOV et al., 2007, p. 122).

Também os múltiplos erros que podem surgir nas aulas de Física incitam discussões sobre quem é esse sujeito do conhecimento, ou seja, de que esse não é apenas um aluno das aulas de Física, mas também aluno de, pelo menos, aulas de Matemática e de Português, na medida em que cometem erros **nas aulas de Física** mais relativos a essas disciplinas. A partir daí, também é possível pensar que os alunos de Física, além de serem alunos de Matemática, de Português, de História etc., são também “alunos da vida”, ou seja, são aprendizes mesmo antes e também depois de sua passagem pela escola, pois “[...] se a aprendizagem é resultado da ação do sujeito, não é resultado de qualquer ação: ela só se constrói em uma interação entre esse sujeito e o meio circundante, natural e social.” (DELIZOICOV et al., 2007, p. 122).

Os sujeitos também explicitaram justificativas para o ensino de Física, as quais entendemos como estando mais centradas na própria disciplina, ou situando a importância dela em um contexto social mais amplo. No primeiro caso, entendemos todas aquelas justificativas que se referem à importância de ensinar Física no Ensino Médio por motivos mais relativos à própria natureza da Física como disciplina científica que busca explicar a natureza, o que teria relação com as categorias emergentes relativas ao papel da epistemologia para “contextualização internalista”. Já no segundo caso, podemos nos referir aquelas que explicitamente entendem a Física como cultura, como patrimônio da humanidade e, nesse sentido, é importante que os alunos tenham acesso a ela para compreender a sociedade atual com todos os seus avanços tecnológicos, bem como para se situar e possibilitar tomadas de decisões mais críticas.

Com relação à dimensão afetiva, percebemos que o mesmo professor explicita emoções distintas relativas aos erros de seus alunos, muitas vezes relacionadas ao tipo de erro percebido. Alguns professores indicam que, quando percebem os erros dos alunos, sentem emoções positivas por entenderem que os erros – nesse caso estão se referindo

aos erros conceituais – fornecem indicativos sobre a aprendizagem dos alunos, em sintonia com o que discutimos sobre erros e aprendizagem no capítulo 3.

Outros já indicam sentir emoções negativas, sendo essas tanto relativas à insatisfação com relação ao desempenho dos alunos, quanto relativas ao sentimento de incapacidade de lidar sozinho com todos os erros dos alunos (interpretamos que os professores se referem a erros como as disjunções entre o que os alunos demonstram saber e o que eles sabem, enquanto outros se referem aos erros como as disjunções entre o que os alunos aparentam saber e o estado do conhecimento), uma vez que entendem que, sozinhos e sem mudar as condições da escola, não é possível lidar com os distintos tipos de erros que surgem nas aulas de Física – tais como os erros de leitura de texto e erros matemáticos.

Alguns professores relatam se sentirem indiferentes com relação aos erros que eles consideram bobos, como os devido à falta de atenção. Também há professores que indicam sentir emoções negativas, mas essas os fazem refletir sobre suas práticas, ao cogitarem que o desempenho do aluno pode estar relacionado com algum aspecto do seu desempenho docente. Poderíamos dizer que esses sujeitos dão indicativos de que não dicotomizam o ensino e a aprendizagem, conforme discutimos no capítulo 3 ao final da seção 3.2.6.

Com relação às crenças dos professores sobre a percepção dos seus alunos quanto aos próprios erros, grande parte delas diz respeito à necessidade da intervenção do professor para que determinados erros possam ser percebidos, como os erros conceituais, por exemplo. Entretanto, alguns sujeitos também acreditam que os erros podem ser percebidos pelos próprios alunos sim, desde que sejam erros mais simples (como os de falta de atenção) ou erros cometidos pelos alunos mais envolvidos com a disciplina. Essas crenças de alguns dos professores sobre a percepção dos alunos sobre os próprios erros parecem ter sintonia com o que Macedo (1994) discute sobre a relação entre os erros e os níveis de desenvolvimento dos alunos.

Dentre as medidas que os professores sugerem com relação aos erros dos alunos, pudemos reconhecer duas perspectivas que as embasam: as que se referem às ações como um processo de ensino-aprendizagem e as que dicotomizam o que seja ensino e o que se seja aprendizagem. Entretanto, houve professores que sugeriram medidas

tanto em uma perspectiva quanto em outra, o que poderia ser compreendido como uma contradição caso não assumíssemos a concepção ontológica de sujeito, segundo a qual somos incompletos e inconclusos. Inclusive, isso deve ser considerado com relação ao próprio conhecimento veiculado em nossas aulas, pois, conforme exemplifica a pesquisa realizada com professores de Física da rede estadual de Minas Gerais, em que os professores de Física erram 1/3 das próprias questões segundo as quais os seus alunos seriam avaliados pela secretaria da educação⁴⁷, os erros dos alunos em situação normal de sala de aula sempre seriam um contraste entre a apropriação do conhecimento pelo aluno e pelo professor sobre determinada questão, remetendo, assim, à necessidade de uma postura ética do professor em assumir quando não sabe algo, ou seja, assumir o seu aluno e, principalmente, a si próprio como curiosos com relação ao que sabem sobre Física, assumindo-se, assim, como incompletos e inconclusos.

Sobre a perspectiva que separa o que seja ensino e o que seja aprendizagem, entendemos que subjaz a ela uma concepção de que “[...] a educação é a transferência de ‘conhecimentos’; consiste em estendê-los aos educandos passivos, com o que impedem nestes últimos e neles o desenvolvimento da postura ativa e co-participante, característica de quem conhece.” (FREIRE, 2006, p. 80). Já a segunda poderia ter alguma sintonia com o que Freire (2006) afirma quando se refere à educação como uma situação gnosiológica, na qual “[...] a tarefa do educador, então, é a de problematizar aos educandos o conteúdo que os mediatiza, e não a de dissertar sobre ele, de dá-lo, de estendê-lo, de entregá-lo, como se se tratasse de algo já feito, elaborado, acabado, terminado.” (FREIRE, 2006, p. 81).

6.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

A presente pesquisa se propôs, de forma geral, a investigar as compreensões que professores de Física possuem sobre os erros dos

⁴⁷ Conforme matéria publicada na Folha.com no dia 08/11/2011. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/saber/1003724-professores-de-mg-erram-13-das-questoes-que-aplicam-aos-alunos.shtml>>.

alunos e como essas podem influenciar o seu tratamento para com os erros. Dessa forma, os objetivos específicos, como etapas para alcançar o geral, consistiam em: (a) compreendermos as interpretações que professores tinham dos erros no contexto epistemológico, (b) investigar a percepção da existência de distintos tipos de erros dos alunos nas aulas de Física, e (c) analisar como os professores entendem que podem lidar com os erros de seus alunos.

Em síntese, a partir das análises das respostas dos professores sujeitos desta pesquisa, podemos constatar que há compreensões tanto positivas quanto negativas com relação aos erros dos alunos, sendo que estamos entendendo como negativas o menor nível com que os sujeitos compreendem os erros dos seus alunos como um problema. Nesse sentido, voltamos para o que Pinto (2000) afirma quando estende as considerações de Torre (2007), Macedo (1994) e La Taille (1997) sobre os erros precisarem ser percebidos em suas qualidades pelos alunos, assim, chamando-nos a atenção sobre os erros que, além de precisarem ser observáveis pelos alunos, precisam também ser observáveis pelos professores. Entendemos que a autora se refere a observáveis como compreendidos, conhecidos, com tudo o que esse termo implica. Nesse ponto, compreendemos que, para que os erros possam ser conhecidos pelos professores, antes, os erros, como realidade objetiva, devem ser entendidos como um problema para esses sujeitos e, assim, os níveis com que entendem esse problema como sendo um problema igualmente seu, incitando ações relativas a ele. Podemos, portanto, entender que esses níveis indicam o quanto os professores estariam “problematizados” (FREIRE, 2006; DELIZOICOV, 2005b) com os erros dos alunos. Assim, em nossa pesquisa foi possível perceber sujeitos problematizados em níveis distintos, conforme síntese da seção anterior, assim como sujeitos que entendiam os erros como “situações limite” (FREIRE, 1996), ou seja, não percebiam que a partir dos erros também se pode conhecer, reconhecendo, assim, a positividade dos erros.

Já os erros entendidos como positivos, em nossa perspectiva, têm relação com um nível de consciência do professor que percebe para além do problema dos erros, pois os percebe como potenciais para a construção de novos conhecimentos a partir deles, em sintonia com o que La Taille (1997) entende por positivo nos erros. Diríamos que, nesse

caso, há uma percepção do que seria o “inédito-viável” (FREIRE, 1996) para além das “situações limites” com relação aos erros.

Entendemos também que as visões de erros escolares, por serem relativas ao conhecimento, estão sempre relacionadas a concepções epistemológicas que professores assumem acerca desse conhecimento. Embora não tenhamos avançado muito nessa articulação entre os erros no contexto epistemológico e no contexto didático, foi possível identificar que alguns dos sujeitos da pesquisa relacionam os erros no contexto epistemológico com possíveis desmistificações com relação ao conhecimento científico, em sintonia com alguns apontamentos em distintas pesquisas na área de ensino de ciências (GIL PÉREZ et al., 2001; DELIZOICOV et al., 2007; MACHADO, 2008).

Uma das desmistificações com relação ao conhecimento científico, apontada como analogia para o contexto do ensino de Física, é o fato de que, como o cientista na construção de conhecimento, o aluno, em situações de aprendizagem, não é neutro, mas traz consigo as marcas das suas interações com o meio social e natural, como pontuam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007).

Embora não tenhamos identificado explicitamente a consciência dessa relação nos sujeitos da pesquisa, entendemos que ela pode fomentar discussões acerca da concepção de sujeito cognoscente e, conseqüentemente, do aluno como sujeito do conhecimento, em uma perspectiva que não dicotomize o que seja ensino e o que seja aprendizagem. Isso não significa negar que exista o ensino e a aprendizagem, uma vez que os principais sujeitos de cada ação (ensinar e aprender) serão distintos durante as relações didáticas, fato que não justifica a premissa de suas existências independentemente uma da outra.

Sobre esse ponto, as formas como alguns professores explicitam que podem lidar com os erros dos alunos dão indicativos de que alguns sugerem ações que materializariam essa dicotomia. Já outros professores falam de medidas que sugerem uma confluência entre essas duas partes em um processo de ensino-aprendizagem. Cabe salientar que alguns sujeitos propõem medidas, distintas e relativas a cada tipo de erro, que estariam nas duas perspectivas, o que carece de outra pesquisa mais aprofundada com esses sujeitos para que pudéssemos compreender essas “contradições”.

Além das medidas para lidar com os erros indicadas pelos professores, também alguns indicam a impossibilidade de propiciar um tratamento adequado devido tanto às especificidades dos erros que têm uma relação mais explícita com outras disciplinas, quanto às suas condições de trabalho.

6.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO E PROPOSIÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Poderíamos iniciar esta seção questionando a respeito da influência que a formação com forte influência de resultados de pesquisas sobre ensino de Física poderia ter sobre a visão que esses professores constroem sobre os erros, uma vez que a maioria dos sujeitos desta pesquisa passou pelos cursos de licenciatura em Física ou de pós-graduação no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, cujo número de professores que pesquisam sobre ensino de Física é notório. Nesse sentido, seria pertinente uma investigação que abrangesse uma amostra maior de sujeitos, que representasse o quadro geral de professores que atuam nas escolas, com trajetórias acadêmicas distintas, incluindo os professores que atuam sem formação – conforme sugerem os relatórios sobre a grande carência de professores de Física formados em nosso país. Ou seja, entendemos que os resultados obtidos estão ligados a especificidades dos sujeitos da pesquisa, portanto, representam parcialmente o pensamento de professores de Física de maneira geral.

Com relação os professores que não reconhecem os erros como constituintes no processo de produção de conhecimento científico, sugerimos que possa haver pelo menos dois motivos não excludentes, que poderiam explicar esse não reconhecimento. Seriam estes: uma mitificação dos professores sobre o que seja o processo de conhecer, o que alguns autores também chamam de visões ingênuas da ciência e visões deformadas do trabalho científico (GIL PÉREZ et al., 2001), entre outros; ou o próprio sentido que os professores produzem sobre o termo “erro”, uma vez que esse – até como objeto de estudo – está

presente em vários contextos em que há atividade humana (TORRE, 2007).

Sobre o primeiro, muito se discute sobre formas de propiciar aos professores de Física, seja na formação inicial ou continuada, que superem visões epistemológicas ingênuas (VILLANI, 2001; PEDUZZI, 2006; MOREIRA, 1988; MASSONI, 2005; CORDEIRO, 2011; TENFEN, 2011; entre outros), embora, às vezes, essas superações de visões epistemológicas sejam pouco articuladas com os reflexos no ensino de Física, o que pode levar à ideia de que, no contexto de pesquisas em ensino de Física e no ensino de Física, compreensões epistemológicas não anacrônicas teriam um fim em si mesmo.

O segundo caso parece uma possível justificativa para os professores que apresentam certa clareza sobre a complexidade da construção dos conhecimentos científicos e – contraditoriamente – relutam em reconhecer, em certos momentos, que os erros são intrínsecos à atividade científica. Nesse sentido, mesmo carecendo de pesquisa empírica sobre representações, Torre (2007) nos dá indicativos sobre “quatro direções semânticas” dos erros: como efeito destrutivo e deturpativo, em que os erros são entendidos como produto, e como efeito construtivo e criativo, que configuram concepções de erros como processo. Caberia investigar como é possível que os sujeitos possuam superposição desses sentidos dos erros em seus discursos, assim como as próprias contradições em seus discursos e como esses se concretizam nas práticas pedagógicas de sala de aula.

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final desse percurso, podemos dizer que, além dos erros se constituírem como um fenômeno indiscutivelmente presente na realidade escolar, as formas de apreender esses são distintas, podendo ser influenciadas por distintas dimensões, sejam elas éticas, estéticas, axiológicas, epistemológicas, políticas, afetivas, cognitivas, dentre outras dimensões que fazem qualquer “fenômeno” da educação um objeto de estudo extremamente complexo e carente de recortes para ser estudado e, inclusive, para nos referirmos nessas considerações finais.

Dentre os pontos que poderíamos elencar a partir deste trabalho, entendemos que o mais relevante diz respeito às possibilidades que as reflexões acerca dos erros no contexto educacional podem contribuir para repensar concepções de conhecimento, de aluno e, sobretudo, de escola.

O fato de surgirem erros de distintas naturezas nas aulas de Física sugere que, além dos problemas relativos à omissão com relação a esses erros, também é preciso propiciar medidas que integrem as disciplinas, o que implica a necessidade de condições de trabalho que propiciem essa articulação e, conseqüentemente, uma reflexão sobre os fins da educação a partir de uma visão coletiva que olhe para alunos não de forma fragmentada, mas como verdadeiros sujeitos dos conhecimentos situados num espaço e num tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Wanda M. J. A pesquisa junto a professores: fundamentos teóricos e metodológicos. In: AGUIAR, Wanda M. J. (org.). **Sentido e dignificados do professor na perspectiva sócio-histórica**: relatos de pesquisa. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006, p. 11-22.

ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais**: do método à prática construtivista. Tese (Doutorado em Educação) – UFSC, Florianópolis, 2000.

AQUINO, Ligia M. M. L. L. **O lugar do erro na educação infantil**: a construção do conhecimento das professoras. Tese (Doutorado em Educação) – UFF, Niterói, 2002.

ARAÚJO, M. S. T.; ADIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, jun. 2003.

ARTHURY, Luiz H. M. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2009.

ASTOLFI, Jean P. **L'erreur un outil pour enseigner**. Paris: ESF éditeur, 1997. (Collection: Pratique et enjeux pédagogiques).

_____. Los obstáculos para el aprendizaje de conceptos em ciências: la forma de franquearlos didacticamente. In: PALACIOS; ANSOLEAGA; AJOS, (Org.) **Diez años de investigación e innovación em enseñanza de las ciências**. Madrid: CIDE, 1993.

ASTOLFI, Jean P.; DEVELAY, Michael. **A didática das ciências**. Trad. Magda S. S. Fonseca. Campinas, SP: Papirus, 1990.

ASSIS, A. K. T.; CHAIB, J. P. M. C. Distorção da obra eletromagnética de Ampère nos livros didáticos. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, 2006, p. 65-70.

BACHELARD, Gaston. **Ensaio sobre o conhecimento aproximado**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

_____. **A formação do espírito científico:** contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BALDINO, Roberto Ribeiro. Assimilação solidária: escola, mais-valia e consciência cínica. In: **Educação em Foco**, v. 3, n. 1, mar./ago. 1998, p. 39-65.

BARROS, João. H. A. **Processo de mudança da avaliação no ensino de física de nível médio:** das propostas à sala de aula. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFSC, Florianópolis, 2008.

BARROS, Simone H. Erro e matemática à luz da perspectiva sócio-histórica. In: AGUIA, W. M. J. (org.). **Sentido e dignificados do professor na perspectiva sócio-histórica:** relatos de pesquisa. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006, p. 94-113.

BOCK, Ana M. B.; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, Maria de L. T. **Psicologias:** uma introdução ao estudo de psicologia. São Paulo: Saraiva, 2002.

BORGES, Regina M. R. Repensando o ensino de ciências. In: MORAES, R. (org.). **Construtivismo e ensino de ciências:** reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2008, p. 37-68.

_____. Resgatando vivências e teorias. In: BORGES, R. M. R. (org.). **Filosofia e história da ciência no contexto da educação em ciências:** vivências e teorias. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 231-244.

BRASIL. Ministério da Educação. **Plano de desenvolvimento da educação:** SAEB: ensino médio: matrizes de referência, tópicos e descritores. Brasília: MEC, SEB; Inep, 2008.

BRICK, Elizandro M.; SOARES NETO, Francisco; HOFFMANN, Marilisa. Os papéis dos *designers* instrucionais nos cursos de licenciatura em Física e Matemática da UFSC na modalidade a distância. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC**, Campinas, SP, 2011.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo das situações didáticas:** conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

CACHAPUZ, Antônio et al. Defesa do construtivismo: que entendemos por posições construtivistas na educação em ciência? In: CACHAPUZ, A. (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005, p. 109-126.

CARDOSO, Henrique B.; FREIRE, Paulo T.; MENDES FILHO, Josué. Arquimedes e a lei da alavanca: erros conceituais em livros didáticos. In: **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 23, n. 2, ago. 2006, p. 218-237.

CARVALHO, José S. F. de. As noções de erro e fracasso no contexto escolar: algumas considerações preliminares. In: AQUINO, J. G. (org.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, 1997, p. 11-23.

CARVALHO, Lizete M. O.; MARTINEZ, Carmem L. P. Avaliação formativa: a auto-avaliação do aluno e a autoformação de Professor. In: **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, 2005, p. 133-144.

CHALMERS, Alan F. **O que é ciência afinal?** Trad. Ralf Filker. São Paulo: Brasiliense, 1996.

CHEVALLARD, Yves. **La transposicion didáctica**. Argentina, Buenos Ayres: Aique Grupo Editor S. A., 1997.

CORDEIRO, Marinês D. **Dos Curies a Rutherford: aspectos históricos e epistemológicos da radioatividade na formação científica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2011.

CORTELLA, Mario. S. **A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos**. São Paulo: Cortez, 2006.

CUPANI, Alberto. Objetividade científica: noções e questionamentos. In: **Manuscrito**, XIII, 1, v. 6, n. especial, 1990, p. 25-54.

_____. A objetividade científica como problema filosófico. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 6, n. especial, 1989, p. 18-29. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 4 jun. 2010.

CUSTÓDIO, José F.; CLEMENT, Luiz; FERREIRA, Gabriela K. Crenças de professores de física do ensino médio sobre atividades didáticas de resolução de problemas. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, 2012, p. 225-252.

DELIZOICOV, Demétrio. **Textos científicos e formação docente**. Florianópolis, SC, 2010. [mimeo.]

_____. A potencialidade das reflexões epistemológicas. In: BORGES, Regina M. R. (org.). **Filosofia e história da ciência no contexto da educação em ciências: vivências e teorias**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 70-96.

_____. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de Física**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005a, p. 125-150.

_____. Resultados da pesquisa em ensino de Ciências: comunicação ou extensão? In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, 2005b, p. 364-378. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 4 jun. 2010.

_____. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, 2004, p. 145-175. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 4 jun. 2010.

_____. **Conhecimento, tensões e transições**. Tese (Doutorado em Didática) – USP: São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A.; PERNAMBUCO, Marta M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

DIOGO, Rodrigo C.; GOBARA, Shirley T. Os recursos da informática como meio potencialmente significativo para a aprendizagem de ondas sonoras: o jogo do erro. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VI ENPEC**. Florianópolis, SC, 2007.

DIAS, Márcia A. da S. Estudo do erro em citologia nas provas de biologia do vestibular da UFRN como expressão das concepções alternativas. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VII ENPEC**, Florianópolis, SC, 2009.

FERREIRA, Gabriela K.; PERINI, Laís; CUSTÓDIO, José F.; CLEMENT, Luiz. Crenças de professores sobre a resolução de problemas e sua utilização em aulas de física. In: **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atibaia: ABRAPEC. 2009.

FLECK, Ludwik. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Trad. George Otto e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Trad. Rosisca Darcy de Oliveira. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2006.

_____. **Pedagogia da indignação:** cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: UNESP, 2000.

_____. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).

GALIAZZI, Maria C. Algumas faces do construtivismo, algumas críticas. In: MORAES, Roque (org.). **Construtivismo e ensino de ciências:** reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2008, p. 131-158.

GEHLEN, Simone. T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciências:** contribuições de Freire e Vygotsky. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2009.

GIL PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel F.; ALIS, Jaime C.; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. In: **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001, p. 125-153. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/>>. Acesso em: 4 jul. 2010.

GONÇALVES, Fábio P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos**

formadores de professores de Química. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2009.

HALMENSCHLAGER, K. R. **Abordagem temática:** análise da situação de estudo no ensino médio da EFA. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – PPGECT/UFSC, Florianópolis, 2010.

HARRES, João B. S. Natureza da ciência e as implicações para a educação científica. In: MORAES, Roque (org.). **Construtivismo e ensino de ciências:** reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008, p. 37-68.

HESSEN, Johannes. **Teoria do conhecimento.** Trad. João Vergílio Gallerani Cuter. Ver. Tec. Sérgio Sérvulo da Cunha. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. (Biblioteca Universal).

JAQUES, Vinicius. **A energia no ensino fundamental:** o livro didático e as concepções alternativas. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2008.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas.** Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2010. (Debates; 115).

LA TAILLE, Yves de. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, J. G. (org.). **Erro e fracasso na escola:** alternativas teóricas e práticas. São Paulo: Summus, 1997, p. 25-44.

LABURÚ, Carlos E.; CARVALHO, Marcelo de. **Educação científica:** controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico. Londrina, PR: EDUEL, 2005, p. 19-72.

LABURÚ, Carlos E.; ARRUDA, Sérgio M. Reflexões críticas sobre as estratégias instrucionais construtivistas na educação científica. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 4, 2002, p. 477-488. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 9 mai. 2011.

LABURÚ, Carlos. E. ; SILVA, Marcos R. Do relativismo no ensino de física ao objetivismo na física. In: **Investigações em ensino de ciências.**

v. 5, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>. Acesso em: 9 mai. 2011.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, abr. 2007, p. 87-111.

LOPES, Alice. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, 1996, p. 248-273. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 4 jun. 2010.

LUCKESI, Cipriano C. Prática escolar: do erro como fonte de castigo ao erro como fonte de virtude. In: LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 1995, p. 48-59.

MACEDO, Lino de. Para uma visão construtivista do erro no contexto escolar. In: MACEDO, Lino de. **Ensaaios construtivistas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994, p. 65-81.

MACHADO, Juliana. **Modelização na formação inicial de professores de Física**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2008.

MANDLER, George. Affect and learning: causes and consequences of emotional interactions. In: MCLEOD; ADAMS (org.). **Affect and mathematical problem solving: a new perspective**. Nova York: Springer-Verlag, 1989.

MARTINS, Isabel. Analisando livros didáticos na perspectiva dos estudos do discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. In: **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, 2006, p. 117-136.

MASSONI, Neusa T. **Estudo de caso etnográfico sobre a contribuição de diferentes visões epistemológicas contemporâneas na formação de professores de física**. Dissertação (Mestrado em Física) – UFRGS, Porto Alegre, 2005.

MASTERMAN, Margaret. A natureza de um paradigma. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (org.). **A crítica e o desenvolvimento**

do conhecimento científico. Trad. Octavio Mendes Cajado. Editora da USP, 1979.

MATTHEWS, Michael R. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 3, dez. 2000, p. 270-294.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. In: **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, 2003, p. 147-157.

MENDES, Ivone M. **Os significados do erro na práxis pedagógica da matemática nos anos iniciais de escolarização.** Dissertação (Mestrado em Educação) – UnB, Brasília, 2007.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do C. **Análise textual discursiva.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MARINELI, Fábio; PACCA, Jesuína L. A. Medidas no laboratório e realidade na teoria. In: **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física** – Londrina, PR, 2006.

MOREIRA, Marco A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 1, 2007, p. 127-134. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbef/v29n1/a19v29n1.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2010.

MOREIRA, Marco A. O Professor-Pesquisador como Instrumento de Melhoria do Ensino de Ciências. In: **Em Aberto**, Brasília, INEP/MEC, n. 40, 1988, p. 43-54.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. In: **Educação & Sociedade**, n. 74, 2001, p. 27-41.

OSTERMANN, Fernanda. Epistemologia de Kuhn. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, dez. 1996, p. 184-196.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999.

OTERO, Maria R. Emociones, sentimientos y razonamientos en didáctica de las ciencias. In: **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 1, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar/>>. Acesso em: 1 jan. 2012.

PACCA, Jesuína L. A.; SCARINCI, Anne L. O que pensam os professores sobre a função das aulas expositivas para a aprendizagem significativa. In: **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, 2010, p. 709-721. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/>>. Acesso em: 04 jul. 2010.

PIAGET, Jean. **A epistemologia genética**; sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética. Trad. Nathanael C. Caixeiro, Zilda A. Daer e Célia E. A. Di Piero. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, Maurício. (org.). **Ensino de física**. Florianópolis: EdUFSC, 2005, p. 9-32.

_____. Visibilidade social e contactos com a área de educação. In: **Encontro de pesquisa de ensino de Física**, VIII, Águas de Lindoia, 2002.

PINTO, N. B. **O erro como estratégia didática**: estudo do erro no ensino da matemática elementar. Campinas: Papirus, 2000. (Série Prática Pedagógica).

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre continuidades e descontinuidades no conhecimento científico: uma discussão centrada na perspectiva kuhniiana. In: SILVA (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**. São Paulo: Editora Livrarias da Física, 2006, p. 59-83.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas. Trad. Patrícia C. Ramos. Porto Alegre: Artmed, 1999.

POPPER, Karl R. O mito do contexto. In: _____. **O mito do contexto: em defesa da ciência e da racionalidade.** Trad. Paula Taipas. Lisboa: Edições 70, 1996, p. 55-89.

REZENDE, Flávia; OSTERMANN, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, 2004, p. 316-337. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 4 jun. 2010.

RICARDO, Elio C.; REZENDE, Mikael F. O erro como "instrumento" didático. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IV ENPEC**, Bauru, SP, 2003.

SANTOS, Milton. O tempo (os eventos) e o espaço. In: SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: EDUPUC, 2006, p. 93-110.

SANTOS FILHO, José C. dos; GAMBOA, Silvio S. Apresentação. In: SANTOS FILHO, José C. dos; GAMBOA, Silvio S. **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade.** 7. ed. São Paulo: Cortez, 2009, p. 7-12. (Coleção Questões da Nossa Época; v. 42).

SILVA, Alcione R. H. S. **A concepção do professor de matemática e dos alunos frente ao erro no processo de ensino e aprendizagem dos números racionais.** Dissertação (Mestrado em Educação) – PUCPR, Curitiba, 2005.

SILVA, Antônio F. G. da. **A construção do currículo na perspectiva popular crítica: das falas significativas às práticas contextualizadas.** Tese (Doutorado em Educação) – PUC-SP, São Paulo, 2004.

SILVA, Benedito Antônio. Contrato Didático. In: MACHADO, Silvia Dias A. **Educação matemática: uma introdução.** 2. ed. São Paulo: EDUC, 2002.

SILVA, Cibelle C.; PIMENTEL Ana C., Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, abr. 2008, p. 141-159.

SILVA, Osmar H. M. da; LABURÚ, Carlos E.; NARDI, Roberto. Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, dez. 2008, p. 383-396.

SILVEIRA, Fernando L. da. Correção no coeficiente de correlação para restrição em variabilidade: efeito dos erros de medida na variável independente. In: **I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – I ENPEC**, Águas de Lindônea, 1997.

SOARES, Marcus; MARTINS, Isabel. As relações entre pesquisa e ensino na visão dos professores de ciências: uma análise exploratória. In: **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atibaia: ABRAPEC, 2001. CD-ROM.

SOUZA, Ruberley R.; SOUZA, Paulo H. Textos com erros conceituais e o ensino de física. In: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – V ENPEC**. Bauru, SP, 2005.

SOUZA, Regina A. M. **A mediação pedagógica da professora: o erro na sala de aula**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

_____. **A relação professor/aluno diante do erro: a visão dos professores das séries iniciais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFMS, Campo Grande, 1999.

SOUZA FILHO, Moacir P. de. **O erro em sala de aula: subsídios para o ensino do eletromagnetismo**. 230 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciências) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru: SP, 2009.

SOUZA FILHO, Moacir P.; BOSS, Sérgio L. B.; CALUZI, João J. Diferenças e semelhanças entre eletricidade e magnetismo: o diálogo histórico entre o erro e a verdade subsidiando o ensino de física. In: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, 2008.

SCHAFF, Adam. **História e verdade**. Trad. Maria P. Duarte. Rev. Carlos R. Nogueira. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1995. (Ensino Superior).

SCHWINDEN, Leonardo. F. Seria Fleck um relativista? In: **Cadernos UFS Filosofia**, v. 4, 2008, p. 47-62.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis/RJ: Vozes, 2008.

_____. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação (ANPED)**, n. 13, 2000.

TENFEN, Danille N. **Mapas conceituais como ferramentas para a organização do conhecimento em uma disciplina sobre a história da física**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2011.

TORRE, Saturnino de La. **Aprender com os erros: o erro como estratégia de mudança**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

VERCHENKO, Lev; SILVEIRA, Tomás de A. Aprendendo pela identificação do erro. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IV ENPEC**, Bauru, SP, 2003.

VILLANI, Alberto. Uma contribuição da filosofia da ciência para a educação em ciências. In: BORGES, Regina M. R. (org.). **Filosofia e história da ciência no contexto da educação em ciências: vivências e teorias**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 113-140.

_____. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. In: **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001, p. 169-181. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/>>. Acesso em: 4 jul. 2010.

VYGOTSKY, Lev S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Trad. Maria Pena Villalobos. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010, p. 103-117.

ZYLBERSZTAJN, Arden. Contribuições da epistemologia para o ensino de ciências: notas e reflexões. In: FÁVERO, Maria, H.; CUNHA, Célio da (org.). **Psicologia do conhecimento: o diálogo entre as ciências e a cidadania**. Brasília: UNESCO, Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, Liber Livro Editora, 2009, p. 177-185.

_____. Minhas aproximações com a filosofia e história da ciência. In: BORGES, Regina M. R. (org.). **Filosofia e história da ciência no**

contexto da educação em ciências: vivências e teorias. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 20-57.

_____. Revoluções científicas e ciência normal na sala de aula. In: MOREIRA, Marco A.; AXT, Rolando (org.). **Tópicos de ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

_____. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, nº 2, 1983.

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Programa de Pós-Graduação em Educação
Científica e Tecnológica
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas
Centro de Ciências da Educação
Centro de Ciências Biológicas



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa: O Lugar do Erro nas Aulas de Física

Mestrando: Elizandro Maurício Brick

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho

Prezado (a) Professor (a),

A presente consulta tem como finalidade obter informações sobre sua experiência docente e suas ideias a respeito dos erros cometidos por seus alunos nas aulas de Física. Estas informações serão utilizadas em um trabalho de dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT-UFSC). O objetivo desta pesquisa é buscar uma compreensão sobre as concepções de erro que os professores de física possuem. Você que está sendo consultado tem total liberdade para se recusar a participar, de não responder a alguma pergunta e de retirar seu consentimento a qualquer momento, bastando entrar em contato com o pesquisador pelo endereço eletrônico elizandromb@gmail.com.br.

Nós, pesquisadores, asseguramos total sigilo quanto à identidade dos participantes da pesquisa.

Agradecemos por sua contribuição.

Assinatura do pesquisador responsável

Eu, _____, RG _____, abaixo assinado, estou ciente de que os dados por mim fornecidos farão parte de uma pesquisa sobre professores de física. Contribuirei com tal pesquisa por meio dos dados que fornecerei ao responder um questionário.

Declaro estar ciente: a) do objetivo da pesquisa; b) da segurança de que não serei identificado (a) na pesquisa e c) de ter a liberdade de me recusar a participar da pesquisa.

Local: _____, data: _____.

Assinatura do responsável pelas informações

1. Dados de Identificação

1. Nome _____

2. Idade: _____

3. Sexo: Feminino Masculino

2. Formação Acadêmica

2.1 Graduação

Curso 1: _____

Instituição _____ Ano de Conclusão _____.

Curso 2: _____

Instituição _____ Ano de Conclusão _____.

2.2 Pós - Graduação

Curso: _____

Instituição: _____ Ano de Conclusão _____.

Curso: _____

Instituição: _____ Ano de Conclusão _____.

3. Experiência Docente

3.1 Tempo de atuação docente (em anos): _____ .

3.2 Instituições em que leciona/vínculo:

Instituição A: _____.

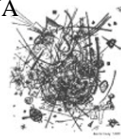
Pública Particular.

Vínculo: Efetivo ACT Outro. Qual? _____.

Instituição B: _____.

Pública Particular.

Vínculo: Efetivo ACT Outro. Qual? _____.



Instituição C: _____.

Pública Particular.

Vínculo: Efetivo ACT Outro. Qual? _____.

3.3 Séries/níveis em que atua como docente:

1ª Série Ensino Médio(EM) 2ª Série EM 3ª Série EM
 Ensino Técnico Ensino Superior

3.4 Carga horária/vínculo

Número de horas/aulas que ministra por semana: _____.

Número de horas/aulas de Física por turma (na escola): _____.

Questionário

1. Justifique porque você acredita que seja (ou não seja) importante compreender como foram construídos (pelos cientistas) os conhecimentos de física. Descreva como você acredita que essa compreensão influencia (ou não) as suas aulas.

2. Considere as seguintes frases:

- i) “No processo de conhecer cientificamente não há erros, exceto os experimentais que podem, inclusive, ser calculados.”
- ii) “O erro faz parte constituinte da construção dos conhecimentos científicos.”

Descreva o que você acredita, concordando ou discordando das frases i e ii, sobre o papel do erro na construção do conhecimento científico.

3. Por que você considera importante ensinar física no Ensino Médio?

4. Quais habilidades e atitudes você acredita que o aluno deve desenvolver para aprender física? (Como o aluno aprende Física?)

5. Você acredita que seja importante levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos nas aulas de Física? Por quê?

6. De que forma ocorre a participação dos alunos nas suas aulas de Física?

7. Como os alunos são avaliados em suas aulas de Física? Em sua opinião, o que as avaliações fornecem de relevante?

8. Descreva o perfil dos alunos que cometem erros no processo de aprendizagem de Física. Em sua opinião, por que esses alunos erram?

9. Em quais situações, das suas aulas de Física, surgem os erros dos alunos?

10. Descreva os tipos de erros que você acredita que os alunos podem cometer (nas avaliações, nos exercícios, etc.) e quais as causas desses erros.



11. De que forma você acredita que os professores podem lidar com os erros dos alunos?

12. Descreva o que você sente quando percebe que um aluno seu erra.

13. Você acredita que os alunos conseguem perceber os seus próprios erros nas aulas de Física?

14. Como você acredita que os seus alunos se sentem ao perceberem os próprios erros?

15. O que você percebe da relação entre os alunos quando alguns deles cometem erros?

16. Em sua opinião, o que é possível fazer diante dessas situações (referente às questões 12, 13, 14 e 15)?
