



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

ADRIANO JOSÉ ORTIZ

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO
PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO RELATIVIDADE NA FORMAÇÃO
DE PROFESSORES DE FÍSICA**

ADRIANO JOSÉ ORTIZ

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO
PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO RELATIVIDADE NA FORMAÇÃO
DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Irinéa de Lourdes Batista.

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O77h Ortiz, Adriano José.
História da ciência e construção do conhecimento pedagógico do conteúdo
relatividade na formação de professores de física / Adriano José Ortiz. –
Londrina, 2014.
164 f. : il.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) –
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Física – Estudo e ensino – Teses. 2. Relatividade geral (Física) – Ensino
programado – Teses. 3. Professores de física – Formação profissional – Teses.
4. Física moderna – Formação de conceitos – Teses. I. Batista, Irinéa de Lourdes.
II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 53:37.02

ADRIANO JOSÉ ORTIZ

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO
PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO RELATIVIDADE NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina como requisito para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Irinéa de Lourdes Batista
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr^o Roberto Nardi
Universidade Estadual de São Paulo - UNESP

Prof. Dr^a Vera Lucia Bahl de Oliveira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de março de 2014.

Dedico este trabalho à minha mãe, que acreditou em mim, mesmo quando nem eu mesmo acreditava, e também a todos aqueles e aquelas que se sentirem inspirados, por meio desta proposta, a buscar novas formas de ensinar.

AGRADECIMENTO (S)

Agradeço à professora Dr.^a Irinéa de Lourdes, que, mais do que orientadora, mostrou-se uma grande mestra, e com paciência e companherismo me proporcionou um imenso amadurecimento, profissional e também pessoal.

Não posso deixar de agradecer a minha família, meus pais Margarete e Benedito, irmãos Alesandro e Angela, cunhada Rosinei, sobrinhos Alesandro e Ana, e minha noiva Vanessa, cada qual, a sua maneira, fizeram parte desta história, ouvindo-me pacientemente, aconselhando, motivando, e compreendendo as inúmeras vezes que me fiz ausente, pois só tinha olhos para a minha pesquisa.

Aos amigos, físicos e virtuais, que ao longo desse tempo me proporcionaram ótimos momentos de companherismo, reflexão, discussão e aprendizagem. Em especial a Batcaverna 2.0, amigos de república que acabaram se tornando uma nova família para mim nesses dois anos, além da Natali e da Gis, colegas de trabalho que se tornaram grandes amigas, e companhias inestimáveis em tempos de finalização dessa pesquisa.

Também à minha amiga Lígia, que acompanhou e discutiu comigo diversas vezes a respeito de minhas dúvidas e resultados ao longo da construção dessa pesquisa, Maria Lucia, Bettina, Marlize, Kátia e Roberto, que tiveram a paciência de ler este trabalho e oferecer valiosas contribuições.

Aos integrantes do grupo IFHIECEM – Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática, que apresentaram colaborações inestimáveis à esta pesquisa, desde debates referentes às ideias iniciais, até a interdecodificação dos instrumentos de coleta e análise de dados.

Ao professor Dr^o Roberto Nardi e a professora Dr^a Vera Lucia Bahl de Oliveira, que na qualificação e na defesa ofereceram consideráveis contribuições para este trabalho.

Aos docentes que aceitaram colaborar, e gentilmente cederam parte de seu tempo para participar desta pesquisa.

À CAPES, pelo apoio financeiro fornecido ao longo desta pesquisa.

"O fato mais grave, me parece, é uma escola recorrer essencialmente ao medo, ao constrangimento e a uma autoridade artificial. Esse tratamento destrói nos estudantes o gosto pela vida, a sinceridade e a confiança em si mesmos. E gera pessoas servis."

Albert Einstein.

ORTIZ, Adriano José. **História Da Ciência e Construção do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo Relatividade na Formação de Professores de Física**. 2013. 164p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Inúmeros são os trabalhos que defendem a necessidade de um Ensino de Física contextualizado, o qual envolva conceitos que os alunos vivenciem no cotidiano e que também os estimulem a pensar em Ciência de uma forma crítica. Nesse contexto, o ensino de conceitos referentes à Física Moderna e Contemporânea se mostra relevante. Entretanto, apenas inserir tais conteúdos no Ensino Médio não é suficiente, é necessário que os professores desenvolvam abordagens conceituais e metodológicas adequadas para ao tema. Considerando isso, voltamos a nossa atenção para a formação inicial de professores de Física, observando que entre as dificuldades indicadas está uma formação centrada na racionalidade técnica, que acaba refletindo uma formação de bacharelado com complementos pedagógicos, ignorando que as duas profissões possuem características profissionais diferentes. Dessa forma, esta pesquisa investiga a construção de uma Sequência Didática adaptada que visa a elaboração de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico por professores em formação inicial, bem como noções de docentes que atuam no Ensino Superior a respeito da sua pertinência e adequação teórico metodológica. Assim, construímos uma sequência propondo um envolvimento entre teoria e prática, potencialmente possibilitando ao futuro professor uma abordagem crítica, que considere os diferentes contextos em que ele poderá atuar. Os aportes teóricos investigados para a construção dessa sequência foram o *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC)* e a *Base de Conhecimentos, a Aprendizagem Significativa Crítica* e a *História da Ciência*. Para a obtenção das noções docentes, foi elaborado um questionário com nove questões, embasadas em nossos referenciais teórico-metodológicos e decodificadas intersubjetivamente pelos integrantes do grupo de pesquisas Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática (*IFHIECEM*). A análise dessas respostas se deu por meio de uma análise de conteúdo, sendo que desenvolvemos Unidades de Contexto e Unidades de Registros, também decodificadas intersubjetivamente pelo grupo *IFHIECEM*, que possibilitaram a unitarização e inferências com relação as respostas.

Palavras-chave: Ensino de Física. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. História da Ciência. Teoria da Relatividade. Formação de Professores. Aprendizagem Significativa Crítica. Sequência Didática.

ORTIZ, Adriano José. **History of Science and Construction of Pedagogical Content Knowledge Relativity in Physics Teacher Education**. 2013. 164f. Dissertation (Master's Degree in Science Teaching and Mathematical Education) – State University of Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

There are countless studies that advocate the need for a contextualized Physics Teaching, which involves concepts that students to experience in daily life and also encourage them to think about science in a critical way . In this context , the teaching of concepts related to Modern and Contemporary Physics proves relevant. However, just insert such content in high school is not enough , it is necessary for teachers to develop appropriate conceptual and methodological approaches to the topic . Considering this, we turn our attention to the initial training of teachers of physics , noting that among the difficulties indicated is a focused training on technical rationality , which reflects a formation with baccalaureate educational supplements, not knowing that the two professions have different professional features . Thus, this research investigates the construction of a Teaching Sequence adapted aimed at development of methodological approaches for teaching relativity with a historical focus by teachers on initial training , as well as the notions of faculty who work in higher education regarding their relevant theoretical and methodological adequacy . Thus , we construct a sequence proposing an engagement between theory and practice , potentially enabling future teachers a critical approach that considers the different contexts in which it can act. The theoretical contributions investigated for the construction of this sequence were the *Pedagogical Content Knowledge* and the *Knowledge Base* , the *Meaningful Learning Critical* and *History of Science* . To obtain notions of teachers , a questionnaire with nine questions , based on solid theoretical frameworks and methodological our intersubjectively decoded by members of the research group Research in Philosophy and History of Science , and Education in Science and Mathematics (*IFHIECEM*) was prepared . The analysis of these responses occurred through a content analysis , and developed Context and Records Units also decoded by intersubjectively *IFHIECEM* group that conceived the unitarization and inferences regarding the answers.

Key-words: Physics Teaching. Pedagogical Content Knowledge. History of Science. Relativity Theory. Teacher education. Critical meaningful learning. Didactic sequence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Modelo de Raciocínio Pedagógico e ação de Lee Shumman (1987), adaptado por Salazar (2005).	36
Figura 2 -	Relação entre os domínios do conhecimento do professor, proposto por Grossman (1990).	37
Figura 3 -	Modelo de CPC para professores iniciantes de acordo com Cochran <i>et al.</i> (1991).	38
Figura 4 -	Modelos integrativo (a) e transformativo (b) de acordo com Gess-Newsome (ELIAS, 2011; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008).	39
Figura 5 -	Relação entre os conhecimentos da Base de Conhecimentos e uma abordagem interdisciplinar.....	56
Figura 6 -	Mapa conceitual acerca da relação entre Teorias de Aprendizagem e a proposta da sequência didática investigada.	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Conhecimentos da Base de Conhecimentos.	33
Quadro 2 -	Princípios para Aprendizagem Significativa Crítica, adaptado de Moreira (2010).	54
Quadro 3 -	Modelo genérico de Sequência Didática.....	69
Quadro 4 -	Questões propostas para os professores investigados	77
Quadro 5 -	Sequência Didática construída e sua análise estrutural	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RC	Representação do Conteúdo
CPC	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
EM	Ensino Médio
FMC	Física Moderna e Contemporânea
IFHIECEM	Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática
MQ	Mecânica Quântica
REPP	Repertório de Experiências Pedagógicas e Profissionais
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROBLEMATIZAÇÃO	17
1.1 DIFICULDADES E DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	17
1.2 O PAPEL DO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA	19
1.3 DIFICULDADES DE PROFESSORES AO ENSINAR FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA	22
2 APORTES TEÓRICOS	27
2.1 A ESCOLHA DE UM ABRAÇO, TEMA NORTEADOR: TEORIA DA RELATIVIDADE	27
2.2 CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (CPC) E A BASE DE CONHECIMENTOS	30
2.3 MODELOS DE CONSTRUÇÃO DO CPC	35
2.4 CPC E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA	40
2.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA, INTERDISCIPLINARIDADE E AS RELAÇÕES COM NOSSA PROPOSTA	51
2.6 HISTÓRIA DA FÍSICA E SEU PAPEL NESTE TRABALHO	62
3 FUNDAMENTAÇÃO E ABORDAGEM METODOLÓGICA	66
3.1 CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	66
3.2 CUIDADOS HISTORIOGRÁFICOS	71
3.3 UMA ANÁLISE DOCENTE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	75
3.3.1 Os Questionários	76
3.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO COMO TÉCNICA PARA ANÁLISE DE DADOS	79
4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA CONSTRUÍDA E SUA ANÁLISE ESTRUTURAL	83

5	SEQUÊNCIA DIDÁTICA: INVESTIGAÇÃO E ELABORAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS	94
5.1	SELEÇÃO DE VÍDEOS E ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS	94
5.2	UMA ABORDAGEM PARA TEORIAS DE APRENDIZAGEM	98
5.3	ESTRUTURAÇÃO DE UM GUIA PARA ENTREVISTA COM PROFESSORES.....	103
5.4	UMA SÍNTESE HISTÓRICA PARA TEORIZAÇÃO DA RELATIVIDADE	107
5.5	RC E REPP: INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DO CPC	111
6	ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS	115
6.1	DESCRIÇÃO DOS PROFESSORES QUE AVALIARAM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	115
6.2	ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO	116
6.3	SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS DOCENTES.....	146
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
	REFERÊNCIAS	163
	APÊNDICES	164

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa é resultado de um longo caminho e de diversas reflexões acerca do ensino de Física. Já no Ensino Médio, eu me sentia instigado com a possibilidade de aprender uma Física “diferente” daquela ensinada nas escolas, que fugisse da resolução de exercícios de conceitos clássicos. Assim, por meio de livros de divulgação, tive contato pela primeira vez com a Teoria da Relatividade. Isso me impulsionou ao ingresso na graduação de licenciatura em Física, com a expectativa de que pudesse aprender formas de levar os diversos conceitos da Física aos alunos de maneira que eles se sentissem motivados a aprendê-la. Entretanto, ao concluir a graduação, percebi que tal aprendizado ainda não era suficiente.

As experiências do estágio em docência, bem como a atuação em sala de aula, levaram-me a desenvolver a sensação de que faltava alguma coisa. Então, na perspectiva de compreender o que estava faltando, e o porquê isso ocorria, ingressei no programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina.

Algumas questões que orientaram uma reflexão inicial foram: o que tem se discutido a respeito das dificuldades e desafios no Ensino de Física no Ensino Médio? Qual o papel da Física Moderna e Contemporânea (FMC) nesse contexto? Como se situa o professor diante dessas dificuldades e desafios?

Após apresentá-las e discuti-las com minha orientadora, realizamos um levantamento de artigos, dissertações e teses que abordassem essas questões, o qual acabou indicando que diversas têm sido as contribuições referentes ao Ensino de Física no Ensino Médio, não apenas no meio acadêmico, mas também nos documentos oficiais.

Entre as dificuldades levantadas nesses referenciais, encontramos um ensino bastante tecnicista e desarticulado da realidade dos alunos, além de uma elevada dedicação à resolução de exercícios com o objetivo de treinamento para o vestibular, com o livro didático sendo um dos poucos recursos didáticos utilizados pelos professores.

Essa abordagem, demasiadamente descontextualizada, acaba afastando o aluno da Física, entre outros motivos, por transmitir a noção equivocada

de uma Ciência concluída e desenvolvida por “gênios”, estando fora do alcance do aluno comum, ou interessando apenas para os testes de vestibular.

Em contrapartida, a proposição de elementos da FMC no Ensino Médio surge como um possível caminho no enfrentamento dessas dificuldades. Entretanto, percebi nos referenciais consultados que pouco tem sido feito efetivamente nesse sentido. Entre as dificuldades encontradas, está a formação inicial de professores de Física, que acaba não preparando ou ainda preparando de forma pouco adequada esses profissionais, tanto no âmbito conceitual, como metodológico.

Tendo em mãos tais informações, após um período de reflexão e de diálogo com minha orientadora, começamos a delinear de que forma poderíamos tratar dessas questões, considerando sua diversidade e especificidade ao longo de um projeto de mestrado. Chegamos ao consenso de que uma forma de fazer isso, contribuindo para o enfrentamento de alguns desses problemas, seria concentrarmos em uma investigação voltada para a formação inicial de professores de Física.

Julgando a complexidade e a diversidade das questões referentes à formação inicial de professores, pensamos ser justificável a elaboração e a proposição de um aporte que pudesse auxiliar na abordagem teórico-metodológica para o ensino de conceitos de FMC. Dessa forma, essa pesquisa investiga a construção de uma Sequência Didática adaptada que visa a elaboração de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico por professores em formação inicial, bem como as noções de docentes que atuam no Ensino Superior a respeito da sua pertinência e adequação teórico metodológica.

Assim, construímos uma sequência propondo um envolvimento entre teoria e prática, potencialmente possibilitando ao futuro professor uma abordagem crítica que considere os diferentes contextos em que ele poderá atuar. Os aportes teóricos investigados para a construção dessa sequência foram o *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* e a *Base de Conhecimentos*, a *Aprendizagem Significativa Crítica* e a *História da Ciência*.

Após investigarmos a construção, na perspectiva de nossos aportes teóricos e metodológicos, convidamos docentes formadores, que atuam na área de Ensino de Física, para responderem um questionário aberto, que propunha questões teórico-metodológicas referentes a Sequência Didática construída. Para analisarmos os dados oriundos das respostas aos questionários, optamos por uma análise de

conteúdo. Desenvolvemos então Unidades de Contexto e Unidades de Registro prévias, que possibilitem a codificação e a elaboração de inferências acerca desses dados, de acordo com nossos referenciais teórico-metodológicos.

Para auxiliar no entendimento, desenvolvemos, a seguir, uma apresentação estrutural deste trabalho.

No capítulo um, delimitamos a problematização que originou esta pesquisa, organizada em três partes, partindo de questões mais gerais que tratam das dificuldades e desafios para o Ensino de Física, passamos pelo papel que o ensino de FMC tem no enfrentamento dessas dificuldades e questões relacionadas a esse papel, para enfim apresentarmos as dificuldades de professores para ensinar esses conteúdos, chegando assim às justificativas e objetivos deste trabalho.

No capítulo dois, estruturamos o aporte teórico que orientou esta pesquisa. Esse capítulo foi dividido em seis seções. A primeira seção é iniciada pela escolha e justificativa do tema Relatividade como conteúdo de FMC, que estruturou a construção da Sequência Didática. Nas três seções seguintes, abordamos conceitos referentes ao CPC, sua construção e seu papel na formação de professores de Física. Outra seção aborda conceitos referentes à Aprendizagem Significativa Crítica, bem como suas relações com esse trabalho. E, finalmente, uma seção é dedicada à História da Ciência no ensino de Física e na formação de professores.

Em sequência, o capítulo três apresenta a fundamentação e abordagem metodológica que orientou nossa investigação, em que tratamos de conceitos referentes à construção de uma Sequência Didática, instrumentos para a investigação da análise docente da Sequência Didática construída, bem como cuidados historiográficos referentes à síntese histórica da teorização da Relatividade desenvolvida.

No capítulo quatro, apresentamos a Sequência Didática adaptada para construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico, desenvolvendo uma análise estrutural dessa a partir de nossos aportes teórico-metodológicos.

No capítulo cinco, relatamos e analisamos o processo de construção de recursos didáticos para as atividades da Sequência Didática. Em cinco seções, tratamos da construção e dos objetivos de cada um dos recursos, desde organizadores prévios, até instrumentos de avaliação.

No capítulo seis, tratamos do instrumento de análise da proposta: questionários respondidos por docentes formadores que se propuseram a analisar e a emitir pareceres referentes ao material construído.

E, nas considerações finais, apresentamos nossas reflexões panorâmicas referentes a esta investigação, sem a pretensão de interpretá-la como um estudo totalmente esgotado.

1 O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROBLEMATIZAÇÃO

Neste capítulo, delineamos nossa problematização partindo do levantamento e da análise de dificuldades e desafios apontados por algumas pesquisas para o Ensino de Física no Ensino Médio, passando por uma reflexão acerca do papel da Física Moderna e Contemporânea nesse contexto, para posteriormente apontarmos algumas das dificuldades que têm sido levantadas para que a essa chegue ao Ensino Médio com ênfase na formação de professores.

1.1 DIFICULDADES E DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Há algum tempo, o Ensino de Física tem sido repensado no Brasil. É possível perceber isto nas indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 2000, e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) de 2002. Autores como Pereira e Ostermann (2009), Rodrigues e Sauerwerin (2011) e Rosa e Rosa (2005) também defendem necessidades de mudanças.

Um dos temas que tem sido questionado nesses trabalhos é a aproximação da Física com a realidade do aluno. A respeito disso, os PCN, parte III apresentam que “[...] É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para cidadania mais adequada” (BRASIL, 2000, p. 23).

No mesmo documento, ainda é possível observar um alerta, que trata de como essa disciplina tem sido abordada no Ensino Médio, de forma desarticulada e distanciada da realidade dos alunos e professores (BRASIL, 2000), problema que ainda persiste, como pode ser observado em outros trabalhos (ANDRADE, 2011; RODRIGUES; SAUERWERIN, 2011; ROSA; ROSA, 2005).

Os PCN+ (BRASIL, 2002) também reforçam que o Ensino de Física deve apresentar um conjunto de competências que tornem possível a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos presentes tanto no cotidiano imediato do aluno como no estudo do universo distante. Esse documento reforça as afirmações do PCN, ressaltando aquilo que caracteriza como um caminho que não deve ser

seguido no Ensino de Física. Em outras palavras, o documento apresenta da seguinte maneira a mudança de rumo desejada:

[...] De certa forma, a sinalização efetuada pelos PCN é explícita quanto ao que não conduz na direção desejada e vem sendo percebida com clareza pelos professores. O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média (BRASIL, 2002, p. 2).

Rodrigues e Sauerwerin (2011), por meio da análise de pesquisas da área, fazem um alerta a respeito da necessidade de um ensino de Ciências que contemple aspectos da vida dos alunos. Andrade (2011) justifica essa necessidade levando em consideração que o conhecimento científico influencia aspectos políticos, econômicos e sociais. Dessa forma, aprender Ciências é importante não apenas para compreender o que já foi desenvolvido, mas também para refletir a respeito das influências, ações e consequências que a investigação científica traz para a sociedade.

Por outro lado, não é isso o que se tem observado nas salas de aula. Conforme Rosa e Rosa (2005) apontam, grande parte dos livros que circula nas escolas apresenta conteúdos que dão à Física um caráter acabado e imutável, resumindo o ensino ao treinamento do aluno para a resolução de problemas algébricos.

Essa abordagem inadequada pode ser compreendida mediante as considerações de Monteiro (2010), que indicam que esse recurso didático prioriza abordagens conceituais, “desvinculadas dos determinantes do contexto de produção” (MONTEIRO, 2010, p.373).

Essa situação se mostra problemática se considerarmos que a isso se soma o fato de que o livro didático ainda é a ferramenta mais utilizada pelos professores do Ensino Médio, e apesar de recentes tentativas de modificar esta visão e apresentar uma Física relacionada ao cotidiano do aluno, ainda se mantém um foco excessivo na resolução de problemas em função da preparação para o ingresso no vestibular (MONTEIRO, 2010; RODRIGUES; SAUERWERIN, 2011).

Os PCN e os PCN+ também já apontavam problemas na maneira como a Física era abordada em sala de aula, como uma síntese do que se analisa no nível superior ou uma extensão das discussões desenvolvidas no nível

fundamental (BRASIL, 2000; 2002). Um problema notado é a valorização excessiva que os professores dão ao vestibular, deixando de lado as relações existentes entre a Física e a realidade do aluno (GUERRA; BRAGA; REIS, 2007; RODRIGUES; SAUERWERIN, 2011; ROSA; ROSA, 2005).

Rodrigues e Sauerwerin (2011) demonstram que esse problema se torna ainda mais grave se levarmos em consideração a quantidade de alunos que, de fato, vão utilizar tais conteúdos em uma prova de ingresso ou ao longo de sua formação superior.

Percebe-se, nos trabalhos dos autores citados acima, uma tendência à necessidade de aproximar o Ensino de Física da realidade dos alunos, não apenas como instrumento de preparo para o vestibular ou uma reprodução de um método positivista e tecnicista que oferece respostas objetivas e livres de influências culturais, sociais, éticas etc. Essa é uma questão que é abordada a um longo tempo, como nos aponta Andrade (2011) que na década de 1980 já surgiam discussões referentes às relações entre a Ciência e a Sociedade. Entretanto, segundo Rodrigues e Sauerwerin (2011), ainda pouco se tem feito efetivamente com relação a isso, ao tratar da inserção de assuntos relacionados a conhecimentos recentes em Ciência e Tecnologia nas aulas.

Dessa forma, a necessidade de desenvolver metodologias e abordagens que busquem essa aproximação entre a Física e o aluno é cada vez mais presente, levando em consideração que não existe um método pronto ou extremamente fácil que aponte uma solução. Entretanto, algumas sugestões já têm sido desenvolvidas nesse sentido, e neste trabalho consideraremos uma delas, o ensino de temas referentes à Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. A seguir, justificaremos essa escolha, analisando algumas das discussões referentes ao Ensino de FMC no contexto aqui apresentado.

1.2 O PAPEL DO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

É possível perceber, na seção anterior, que há uma tendência na visão de alguns autores a aproximar a Física aprendida no Ensino Médio do cotidiano do aluno. Uma proposta que pesquisas em Ensino de Física têm apresentado nessa linha é a inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio.

Esta abordagem se dá considerando que tais conceitos estão presentes em diversos aparatos tecnológicos do dia a dia dos alunos, além daqueles que são apresentados corriqueiramente por meio de mídias como tevê, *internet* e revistas de divulgação, o que pode gerar um interesse espontâneo a respeito do tema (MACHADO, 2006; PENA, 2006).

Referenciando-se em Ostermann *et al* (1998), Pena (2006) afirma que

[...] são inúmeras as razões para a introdução de tópicos de física contemporânea na escola média. Dentre elas: despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima dos estudantes; estabelecer o contato dos alunos com as ideias revolucionárias que mudaram totalmente a Ciência do século XX; atrair jovens para a carreira científica, futuros pesquisadores, professores (PENA, 2006, p.1).

Também Monteiro (2010) apresenta uma análise de justificativas e tendências referentes à inserção de conceitos de FMC no Ensino Médio. Para a autora, a maior parte dos trabalhos analisados foca sua justificativa em interesses motivacionais e disponibilidades cognitivas dos alunos. Entretanto, ela chama atenção para uma perspectiva de que esses conteúdos sejam ensinados visando contribuir com a formação da autonomia crítica na educação básica.

Essa formação crítica se mostra relevante, pois há uma repercussão considerável da FMC sobre a sociedade, a economia e a cultura, conforme nos indica Machado (2006).

Assim, percebemos que a inserção da Física Moderna e Contemporânea nas salas de aula do Ensino Médio se mostra relevante, pois a Ciência apresentada até então se limita a conceitos de séculos anteriores ao século XX, o que já não é mais suficiente para que se compreendam os fenômenos científicos e tecnológicos que permeiam a sociedade em que vivemos.

Entretanto, não basta apenas afirmar que tal inserção é necessária, é preciso também refletir a respeito de como implementá-la. E reconhecemos, aqui, que ainda há diversas dificuldades. Como Pereira e Ostermann (2009) ressaltam, entre 2001 e 2006 foram publicados 22 artigos referentes à inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, entre 102 trabalhos levantados pelos autores. Porém, é necessário que os resultados de trabalhos como esses sejam

submetidos à avaliação crítica, para verificar em que medida de fato auxiliam e facilitam os processos de Ensino e Aprendizagem.

Contudo, não podemos ignorar que também há posicionamentos que indicam dificuldades na inserção de conceitos de FMC no Ensino Médio. Alguns dos argumentos comuns nesse sentido são a ausência de pré-requisitos dos alunos e o grau de abstração e a matemática profunda necessária para compreender tais conceitos (MACHADO, 2006).

No entanto, diversos autores têm demonstrado que esses argumentos podem ser superados, com a possibilidade de uma abordagem conceitual a respeito da FMC no Ensino Médio, sem a necessidade de uma matematização excessivamente complexa. Há, inclusive, relevância em discussões que incentivem a abstração por parte dos alunos, considerando que essa não é uma característica puramente da Física Moderna, mas também presente na Física Clássica (BATISTA, 2004; GUERRA; BRAGA; REIS, 2007; OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007; PAULA; BORGES, 2008; PAULO; MOREIRA, 2004, PENA, 2006).

Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) alertam para desatualização do currículo de Física no Ensino Médio e a necessidade da inserção de tópicos para aproximar essa Ciência da realidade dos alunos, tomando em conta que considerável parte deles não terá oportunidade depois de formados de ter contato com essa disciplina. Com base nisto, eles realizam um estudo visando à opinião dos professores a respeito da inserção do tema Raios X no Ensino Médio. Novamente os resultados apontam para relevância e o interesse dos professores em abordar esses conteúdos.

Paulo e Moreira (2004) chegam a conclusões semelhantes, ao discutir a respeito da capacidade dos alunos de Ensino Médio de abstração para compreender conceitos quânticos. Para tanto, os autores partem da análise de diversos trabalhos, e inferem que é possível inserir conceitos de Física Quântica no Ensino Médio, desde que a proposta pedagógica não se baseie fundamentalmente no formalismo matemático. Por meio de um estudo com alunos, eles indicaram que havia evidências de aprendizagem de conceitos importantes para a compreensão do mundo quântico, revelando que as dificuldades não são maiores que as encontradas no ensino de Física Clássica.

Algo que se percebe em trabalhos como o de Paulo e Moreira (2004) e Pereira e Ostermann (2009) é que atualmente há um movimento no sentido de discutir a inserção de tópicos de FMC no Ensino Médio. Pereira e Ostermann (2009) realizaram uma diferenciação a respeito do que se tem discutido a respeito do tema entre os anos de 2001 e 2006, tornando possível observar algumas tendências com relação à inserção de conceitos de FMC no Ensino Médio, desenvolvimento de textos didáticos para professores e apresentação de recursos didáticos. Os temas mais abordados são: Mecânica Quântica, Relatividade Restrita e Relatividade Geral. Porém, a maioria dos trabalhos ainda permanece referente à bibliografia de consulta para os professores e poucos discutem a formação do professor.

Entendemos nesses trabalhos que os pesquisadores da área têm voltado os olhos para o papel e inserção da FMC no Ensino Médio, havendo um esforço nessa direção. Entretanto, há pontos a serem considerados com relação a essa discussão, como apontam os trabalhos analisados: quais assuntos devem ser abordados, quais metodologias são possíveis para realizar a abordagem, e quais as dificuldades existentes para desenvolvê-las. Na sequência deste trabalho, iremos tratar de uma das dificuldades que diz respeito a alguns problemas na formação de professores.

1.3 DIFICULDADES DE PROFESSORES AO ENSINAR FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

Apesar das considerações das pesquisas que levantamos com relação à necessidade e plausibilidade da inserção da FMC no Ensino Médio, outro resultado evidente nos trabalhos analisados é que pouco tem se feito de fato na prática para que isso ocorra. A respeito dos problemas que levam a esse resultado, há diversos apontamentos nas pesquisas, entre eles, as dificuldades relacionadas ao professor nos chamaram a atenção. Como afirmam Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) apenas alterar o currículo para colocar conteúdos relacionados à FMC não é suficiente para realizar a inserção desse tema no Ensino Médio, é necessário também uma “[...] preparação adequada dos alunos das licenciaturas para esta mudança” (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007, p. 448).

Pimenta (2012) aponta uma necessidade de se investir na formação de professores, considerando que:

[...] na sociedade contemporânea cada vez mais se torna necessário o seu trabalho enquanto mediação nos processos constitutivos da cidadania dos alunos, para o que concorre a superação do fracasso e das desigualdades escolares. O que me parece, impõe a necessidade de repensar a formação de professores (PIMENTA, 2012, p. 16).

Já Nicolau Jr, Brokington e Sasseron (2011) ressaltam que muitas vezes a abordagem utilizada para tratar os temas referentes à FMC tem o mesmo formato da Física Clássica, perdendo-se a oportunidade de desenvolver uma abordagem que estimule o desejo de aprender. Rodrigues e Sauerwerin (2011) alertam que apesar da necessidade de inserção de conteúdos relacionados ao cotidiano do aluno, os professores não têm tempo para pesquisar sobre esses assuntos ou prepará-los para a sala de aula, levando em consideração que a linguagem com que os temas são apresentados não é normalmente adequada para os alunos, sendo que o professor deve realizar a transição para uma linguagem acessível.

Devido às dificuldades relacionadas à falta de tempo e à oportunidade de formação continuada, esses professores acabam se refugiando apenas no livro didático como material de ensino, o que apresenta problemas, como os abordados na seção 1.1.

Em uma pesquisa com licenciandos de diferentes IES, Rezende Jr e Cruz (2009) indicam que geralmente, eles têm uma carga horária média para FMC inferior à dedicada aos conteúdos clássicos, além de uma desarticulação para levar esses conteúdos para prática (REZENDE Jr.; CRUZ, 2009).

Em âmbito internacional, um trabalho desenvolvido na Argentina abordou dificuldades em ensinar conceitos referentes à Relatividade no Ensino Médio, e indicou que apesar de os professores considerarem um tema importante para ser incorporado, parece que carecem de uma compreensão profunda dos conceitos relevantes para interpretar corretamente a Relatividade Restrita e suas implicações, apesar de terem recebido instrução formal a respeito do tema (ARRIASSECQ; GRECA, 2004). Essas dificuldades podem ser consequências da baixa frequência de assuntos referentes à FMC na formação inicial de professores, sendo que esses estão sendo negligenciados, de certa forma, pelas instituições de Ensino Superior (BATISTA, 2009, REZENDE Jr.; CRUZ, 2009).

No trabalho de Rezende Jr. e Cruz (2009), os licenciandos apresentaram uma tendência a reproduzirem sua formação ao longo da

implementação de tópicos referentes à FMC no Ensino Médio, o que já exprime um problema, considerando que a carga horária relativa a esses conteúdos normalmente é inferior em relação aos conteúdos clássicos. Além disso, essa reprodução da formação no Ensino de FMC exhibe problemas profundos se considerarmos a maneira que esses tópicos são abordados na formação de professores.

Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) indicam uma relação direta entre os desafios de inserir a Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e os problemas na formação do professor. Ao analisar o discurso de um grupo de professores, os autores afirmam:

[...] percebe-se, nos discursos dos mesmos, as marcas de uma formação profissional pautada em perspectivas teóricas que os inviabilizam em tal empreitada; em particular, há uma formação pautada na racionalidade técnica, especialmente no tocante à separação entre “disciplinas pedagógicas” e “disciplinas de conteúdos específicos”, inviabilizando uma compreensão minimamente satisfatória do próprio objeto do conhecimento pelos professores (MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009, p. 576).

Em seu trabalho, Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) ainda ressaltam que da forma como se tem desenvolvido a formação inicial dos professores investigados manifesta-se inviável introduzir a FMC no Ensino Médio, que seu ensino não se mostrou relevante no contexto da formação desses licenciandos, e apesar das diversas sugestões para que a formação de professores se desenvolva em uma perspectiva crítica, ela permanece pautada na perspectiva da racionalidade técnica. Resultado semelhante é obtido internacionalmente, quando Henze, Van Driel e Verloop (2008) acompanharam professores de Ciências ao longo de três anos, observando em seus resultados que a tendência desses, no início da carreira, era reproduzir o conteúdo de forma positivista e instrumentalista (HENZE; VAN DRIEL; VERLOOP, 2008).

Outros trabalhos também atentam para o fato de que há uma visão positivista e instrumentalista na formação de professores de Física, sendo que a estrutura curricular da licenciatura se mostra muito semelhante a do bacharelado, acompanhado de uma complementação pedagógica, bem como que os professores dos dois cursos adotam uma abordagem muito similar, apesar da diferença existente entre o perfil profissional do professor e do bacharel (CORTELA, 2004, GATTI; NARDI; SILVA, 2010). Os resultados do trabalho de Cortela (2004) indicam que

entre os docentes formadores investigados em sua pesquisa há a noção de que o bom professor é aquele que conhece o conteúdo e aplica “técnicas” de ensino. Rosa e Rosa (2005), ao discutirem as imposições que ocorrem no Ensino de Física no nível médio, apontam que essa abordagem pautada na racionalidade técnica apresenta raízes nos aspectos históricos do Ensino de Física no país:

Professores foram treinados em curso específicos visando à perpetuação do modelo conteudista experimental. Este fato tem tido reflexos no ensino dessa Ciência até hoje em virtude de muitos professores que hoje ministram aulas, principalmente nas academias formadoras dos professores da educação básica, terem tido seu processo de formação na época dos anos pós-guerra, fortemente identificado com a visão conteudista (ROSA; ROSA, 2005, p. 4).

A falta de fundamentação teórica, acompanhada de abordagens tecnicistas, acarretam problemas para o futuro professor de Física inserir FMC no Ensino Médio, podendo implicar uma desarticulação para levar esses conteúdos à prática docente (BATISTA, 2009; MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009; REZENDE Jr.; CRUZ, 2009). Os autores afirmam que, ao longo da formação inicial do licenciando, não é possível satisfazer a todas as necessidades conceituais, experimentais, didáticas e metodológicas, o que normalmente é refletido ao longo da vida profissional. Essa situação pode se agravar se considerarmos a usual dissociação entre as disciplinas que tratam do conteúdo científico e aquelas de natureza pedagógica e/ou que tratam da prática efetiva, o que faz com que a formação torne-se uma soma de ambas de maneira geralmente desvinculada (BATISTA, 2009; GATTI; NARDI; SILVA, 2010; MONTEIRO, 2005).

Isso leva ao questionamento se outros cursos de formação de professores de Física estão trabalhando a FMC de forma que possibilitem ao futuro professor introduzi-la na educação básica, baseando-se em uma perspectiva crítica (MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009). Dessa forma, para que a FMC seja introduzida no Ensino Médio, é relevante uma discussão a respeito de diferentes perspectivas na formação do professor de Física, como nos indicam Paulo e Moreira (2004) ao tratarem da abordagem de conceitos fundamentais referentes à Mecânica Quântica no Ensino Médio.

Entre os problemas encontrados pelos futuros professores ainda em sua formação inicial, destacamos a falta de articulação entre o conteúdo ensinado e a prática efetiva e a deficiência com relação ao conhecimento do conteúdo específico que pretendem ensinar (D'AGOSTIN, 2008). De acordo com a autora,

essa formação inicial inadequada se reflete na insegurança dos professores para ensinar conteúdos relacionados à FMC no Ensino Médio. Nas palavras D'Agostin (2008, p. 90):

Dessa forma, somente tratando esses aspectos no âmbito de uma política de educação que promova uma formação inicial e continuada de qualidade, é que talvez se possa contribuir para que temáticas emergentes e contemporâneas, inclusive as relativas à Física Moderna e Contemporânea, finalmente sejam convidadas a adentrar em nossas salas de aula pela porta da frente, espontaneamente, sem depender de “professores especiais” ou de exigências legais para serem postas em prática.

Mediante a leitura desses referenciais, percebemos que as características da formação inicial de professores de Física podem influenciar significativamente algumas das dificuldades encontradas na prática docente para levar discussões referentes à FMC ao Ensino Médio, como a escolha dos temas e o desenvolvimento de abordagens metodológicas para ensiná-los. Em contrapartida, Pereira e Ostermann (2009) alertam para a baixa produção de pesquisas voltadas à temática.

No que tange ao desenvolvimento de abordagens metodológicas em ensino para temas de FMC no Ensino Médio, percebemos a existência da dificuldade em compreender e adaptar o conhecimento científico para uma linguagem que seja acessível ao aluno.

Ao considerar as correlações entre a formação inicial e dificuldades indicadas por nossos referenciais, propomos investigar a construção e a análise docente de uma Sequência Didática que visa a construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico. Para tanto, nos fundamentaremos nos conceitos de *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (CPC), *Aprendizagem Significativa Crítica* e *História da Ciência*, que serão discutidos na sequência.

2 APORTES TEÓRICOS

Após a estruturação da problemática e dos objetivos desta pesquisa, buscamos, neste capítulo, refletir a respeito das seguintes questões: a) Qual tema referente à FMC abordar? Quais conhecimentos profissionais podem apresentar relevância na formação de professores de Física para o ensino desse tema? b) Por que a escolha do enfoque histórico? c) Qual teoria da aprendizagem se mostra adequada para estruturar essa proposta? Com o intuito de estruturar referenciais teóricos que pudessem subsidiar nossa investigação da construção e análise de uma Sequência Didática para abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico. Nas seções seguintes, apresentamos os aportes teóricos assim construídos.

2.1 A ESCOLHA DE UM TEMA NORTEADOR: TEORIA DA RELATIVIDADE¹

Uma das necessidades que os autores consultados apontam com relação à inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio é em relação a quais temas devem ser discutidos. De acordo com Rodrigues e Sauerwerin (2011), é aconselhável que o Ensino de Ciências em geral contemple temas que despertem o interesse dos alunos e que façam parte do seu cotidiano. Ostermann e Moreira (2000), por meio de um estudo DELPHI com Físicos, pesquisadores em Ensino de Física e professores de Física de nível médio, listaram tópicos de Física Contemporânea que poderiam ser abordados no Ensino Médio.

Já em 2009, Pereira e Ostermann chegam à conclusão de que “[...] a grande maioria dos temas de pesquisa sobre o ensino de FMC refere-se à MQ” (PEREIRA; OSTERMANN, 2009, p.413). Isso pode ser compreendido se considerarmos sua presença em grande parte dos fenômenos tecnológicos aos quais os alunos tem contato em seu cotidiano. Porém, neste trabalho, optamos por considerar outra vertente, a Relatividade, considerando dificuldades como as apresentadas no trabalho de Arriasecq e Greca (2004).

Para defender a relevância desse tema, baseamo-nos inicialmente em Rodrigues e Sauerwerin (2011), considerando que, tão importante no papel do

¹ Considerando a compreensão proposta por Batista (1999, 2004) para o termo Teoria, ao nos referirmos à Teoria da Relatividade ou Relatividade, neste trabalho, consideramos a Relatividade Generalizada.

ensino de Ciências quanto à compreensão direta de fenômenos presentes diretamente no cotidiano do aluno, é a satisfação da curiosidade natural própria do ser humano que o impulsiona em busca do conhecimento e a satisfação das solicitações incentivadas pelos meios de comunicação. Com base nisso, as autoras defendem que: “os conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea também podem fornecer subsídios para que os alunos possam atender suas curiosidades e ter opinião crítica sobre assuntos que estão na mídia em geral” (RODRIGUES; SAUERWEIN, 2011, p. 747).

Dessa maneira, ensinar um conteúdo de Física de forma contextualizada não implica diretamente demonstrar aplicabilidade efetiva nos fenômenos que os alunos estão habituados, mas também estimular a curiosidade científica e a opinião crítica, além de oferecer subsídios para a compreensão de informações que lhes sejam apresentadas. Nesse sentido, nossa opção pela Relatividade se faz plausível, conforme observamos em trabalhos como de Castilho (2005), Guerra, Braga e Reis (2007) e Wolff e Mors (2006).

Guerra, Braga e Reis (2007), apresentam em seu trabalho uma proposta didática para a inserção da Relatividade Restrita e Geral no Ensino Médio. Entre suas conclusões encontra-se o fato de que os alunos estavam predispostos a estudarem o tema e “manifestavam interesse em conhecer algo que lhes parecia mágico e poderoso” (GUERRA; BRAGA; REIS, 2007, p. 582).

Também Castilho (2005) argumenta que o tema Relatividade Especial desperta interesse nos alunos, e que esses já trazem para a escola várias noções prévias a respeito do assunto, as quais, frequentemente, são apresentadas de maneira incorreta ou imprecisa.

Esclarecemos aqui que compreendemos noções prévias como conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, que possuem certo grau de estabilidade e diferenciação, e podem se caracterizar relevantes, por se mostrarem adequados para interagir com o novo conceito a ser aprendido (MOREIRA, 2010a; 2011).

Castilho (2005) ainda considera que, levando em conta esse interesse e a curiosidade que o tema é capaz de despertar nos alunos, é um tópico oportuno para introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Wolff e Mors (2006) defendem que a Relatividade Especial seja o ponto de partida para o ensino de tópicos de FMC no EM, levando em conta que

“[...] historicamente, esta foi a precursora do que hoje chamamos de Física Moderna, mesmo já sendo, por alguns, considerada como parte da Física Clássica” (WOLFF; MORS, 2006, p. 14-15).

Para esses autores, a Relatividade Especial tem um grande apelo para o público geral; como exemplo, eles citam a relação proposta por Einstein entre a Energia e a massa de repouso de um corpo: $E=mc^2$. É importante destacar que não apenas essa relação se encontra presente nas discussões a respeito da Relatividade Restrita, mas também a discussão a respeito de fenômenos como a dilatação temporal, contração espacial, simultaneidade e viagens no tempo, temas que normalmente estimulam a imaginação humana, e quando tratados superficialmente podem desenvolver as noções prévias equivocadas ou imprecisas (CASTILHO, 2005; WOLFF; MORS, 2006).

Considerando isso, é aconselhável que a escola prescindia outros meios de comunicação na construção do conhecimento científico do aluno. É possível perceber em alguns trabalhos (GUERRA; BRAGA; REIS, 2007; WOLFF; MORS, 2006) um papel relevante que o ensino de Relatividade pode adotar no Ensino Médio, não apenas pelo conteúdo em si, mas também na possibilidade de discussão referente ao paradigma da existência do método científico e no incentivo das relações interdisciplinares, levando em conta as influências dessa no meio social e artístico da época.

Trabalhos desenvolvidos internacionalmente também apontam a relevância do ensino de Relatividade no Ensino Médio. Arriassecq e Greca (2006) discutem a introdução da teoria da Relatividade Especial no Ensino Médio na Argentina, desenvolvendo uma análise de algumas noções que os alunos têm a respeito de conceitos da Física Clássica, que são necessários para uma conceituação adequada de alguns aspectos relevantes da Relatividade Especial. De acordo com os resultados, os alunos estudados são capazes de desenvolver esquemas apropriados para abordar situações em que esses conceitos aparecem.

As autoras defendem ainda que há uma relevância no tema Relatividade Restrita, sendo que esse pode ser considerado um ponto de inflexão nos conhecimentos da Física, pois “[...] o que pode haver de continuidade entre a Física Clássica e a Relativística é menos relevante que aquilo que as diferencia” (ARRIASSECQ; GRECA, 2006, p.190, tradução nossa). Esse trabalho ainda apresenta uma visão semelhante à de Guerra, Braga e Reis (2007), considerando

que se deve levar em conta a necessidade de conhecimento da Relatividade Restrita para compreender diferentes aspectos das produções culturais do século XX.

Karam, Cruz e Coimbra (2006) desenvolveram a aplicação de uma metodologia baseada em perfil conceitual para Relatividade Restrita, especificamente voltada para o conceito de tempo. Em seus resultados, os autores demonstram que aparentemente houve uma ampliação do perfil conceitual de tempo e que a estratégia é eficaz, de forma que a inserção da Física Moderna no Ensino Médio pode ser efetivamente proveitosa.

Dessa forma, justificamos a escolha do tema Relatividade como objeto de estudo. Entretanto, ao considerarmos as dificuldades que os professores têm apresentado para levar esses conceitos para a sala de aula, ainda há uma necessidade de repensar questões referentes à como abordá-los de forma crítica e significativa para os alunos. Para tanto, buscamos levantar conhecimentos que possam ser relevantes na formação de professores de Física, no que diz respeito a essas questões.

2.2 CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (CPC) E A BASE DE CONHECIMENTOS

Diversos autores e autoras têm discutido a respeito de quais saberes caracterizam o Ensino como profissão (ALMEIDA; BIAJONI, 2007). Há uma diversidade conceitual e metodológica nas pesquisas, decorrentes do expressivo número de produções a respeito da “Base de Conhecimento” (*Knowledge base*), definido por Shulman (1987), como “uma agregação codificada ou codificável de conhecimento, habilidade, compreensão, uma tecnologia, da ética e da disposição, de responsabilidade coletiva” (SHULMAN, 1987, p.4).

Encontramos na literatura diferentes tipologias que visam caracterizar os conhecimentos (ou saberes) dos professores. Alguns autores possibilitam uma análise de tipologias, como as de Tardif, Gauthier e Shulman (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; LANGHI, 2009).

O que compreendemos a partir da análise desses trabalhos, é que mesmo partindo de perspectivas conceituais e topológicas diferentes, elas trazem em comum a relevância de vincular as formações cultural, científica, pedagógica e disciplinar à formação prática, possibilitando caracterizar o professor como um

profissional específico, com identidade própria e autonomia (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; LANGHI, 2009).

Considerando que a proposta da *Base de conhecimentos* (SHULMAN, 1987) é um possível caminho para profissionalização do professor, adotamos a tipologia apresentada por Shulman (1986; 1987) para caracterizar quais conhecimentos se espera que o mesmo possua, com enfoque no *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (CPC), e defendemos que ele deve começar a ser desenvolvido ao longo da formação inicial, considerando que define a abordagem do docente, bem como apresenta decorrências relevantes para a compreensão do seu papel (SALAZAR, 2005).

Em seu trabalho de 1986, Shulman apresentou três tipos de conhecimento que formam a Base de Conhecimento para o professor, sendo eles o *Conhecimento do Conteúdo*, o *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* e o *Conhecimento do Currículo*. Um ano depois, ele expandiu esse número para sete (Shulman, 1986; 1987).

De acordo com Shulman (1986, 1987), o CPC é de especial interesse por identificar corpos distintos do conhecimento para o Ensino, relacionando conteúdo e pedagogia, de forma a compreender como determinados temas são organizados, representados e adaptados aos interesses e capacidade dos alunos, ou seja, ele se constrói no intuito de tornar acessível ao aluno o que é subjetivo ao professor. O CPC pode se caracterizar como subjetivo do professor, por relacionar seu conhecimento a respeito do conteúdo com as diversas formas de representar ideias, analogias, exemplos, ilustrações etc.

Outros autores apresentam sua interpretação a respeito do CPC, como Bolívar (2005), que o relaciona com as didáticas específicas. Em seu trabalho, o autor acrescenta outras características concernentes ao CPC, indo além do *Conhecimento do Conteúdo* e do *Conhecimento Pedagógico Geral*, inserindo também o *Conhecimento do Contexto*. O autor caracteriza a realização do CPC quando se recria ou reconstrói o conteúdo levando em consideração suas perspectivas próprias e o contexto da sala de aula.

Salazar (2005), seguindo a abordagem de Shulman (1986; 1987), compreende o CPC como uma categoria de conhecimento que permite ao professor a habilidade de converter suas compreensões acerca do tema em estratégias de ensino diferenciadas, com o intuito de facilitar a construção da aprendizagem nos

alunos. Outros autores também apresentam interpretações diversas com relação ao CPC, como indicam trabalhos de Elias (2011), Kind (2009), Lee e Luft (2008), Marcon, Graça e Nascimento (2011), Ramos, Graça e Nascimento (2008), e Salazar (2005).

Levando em consideração a possível ambiguidade que esse fato pode gerar (SALAZAR, 2005), buscamos uma definição que fosse capaz de sintetizar de forma clara essas diversas discussões, considerando suas complexidades e variações. Por fim, a abordagem que mais se aproximou do que esperávamos é a de Marcon, Graça e Nascimento (2011, p. 334), que definem o CPC como:

[...] aquele que o estudante-professor utiliza para, a partir dos seus objetivos, da realidade dos alunos e das características do contexto de ensino e aprendizagem, convocar, gerir e fazer interagir os conhecimentos da Base de Conhecimentos para o ensino, visando à adaptação, à transformação e à implementação do conhecimento do conteúdo a ser ensinado, de modo a torná-lo compreensível e ensinável aos alunos.

Assim, o CPC se mostra como aquele que realiza a interação ou transformação entre os demais conhecimentos da base, que de acordo com esses autores, referenciando-se em diversos trabalhos, podem ser sintetizados como: *Conhecimento do Conteúdo, Pedagógico Geral, dos Alunos e do Contexto*.

Considerando essas diversas contribuições, realizamos uma sistematização desses conhecimentos no quadro abaixo, abordando suas características gerais. Ressaltamos que retornaremos à eles ao longo desta pesquisa, quando necessário.

Quadro 1 - Conhecimentos da Base de Conhecimentos

Conhecimento	Características
<i>Conteúdo</i>	<p>Compreensão de conceitos e fatos de um domínio, bem como de que forma determinadas proposições são justificadas, porque vale a pena conhecê-las e como elas se relacionam com outras proposições, seja dentro da disciplina ou fora dela (SHULMAN, 1986; 1987). Pode ser dividido em dois momentos, aqueles em que o professor aprende e aqueles em que o professor ensina. Enquanto no primeiro caso o professor necessita desenvolver noções a respeito da epistemologia do seu conhecimento, no segundo deve-se buscar um nível de conhecimento que lhe permita ampliar suas possibilidades para representar o assunto (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002).</p>
<i>Pedagógico Geral</i>	<p>Situa-se entre a compreensão do professor e a apresentação de determinado conteúdo ao aluno (SILVA, 2010). Aborda principalmente estratégias e princípios de gerenciamento da sala de aula e organizações que aparecem para transcender o assunto (SHULMAN, 1986; 1987).</p> <p>Nele o professor manifesta suas concepções docentes e seus princípios educacionais, planejando, organizando e gerindo situações de Ensino e Aprendizagem (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011).</p>

<p><i>Contexto</i></p>	<p>É relacionado com trabalhos de grupos, governo e financiamento do colégio, características e cultura de uma comunidade (SHULMAN, 1987). Pode englobar também a participação de aspectos organizacionais, sociais, políticos e culturais do ambiente da sala de aula na forma como o professor ensina (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011). Sua relevância se encontra no fato que é no contexto da situação de ensino que o CPC se constrói (LEE; LUFT, 2008). Sendo assim, se faz necessária uma compreensão do contexto particular no qual os professores atuarão, para que se possam adaptar os demais conhecimentos da <i>Base de Conhecimento</i> às especificidades do contexto.</p>
<p><i>Alunos</i></p>	<p>Representa a oportunidade de conhecer e compreender os alunos, permitindo ao professor interpretar suas ideias e ações, bem como suas noções prévias referentes a determinado assunto, além de possibilitar uma reflexão referente as noções do próprio professor (SALAZAR, 2005; VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002), o que auxilia na organização do ensino de forma efetiva. Esse conhecimento necessita ser adaptado às situações de ensino e aprendizagem, levando em conta suas particularidades e respeitando os interesses e as necessidades dos alunos, bem como as demandas da área ensinada. Deve-se buscar ajudar a reorganizar a interpretação e a compreensão dos alunos, possibilitando uma reconstrução de seus conhecimentos a respeito do assunto (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011).</p>

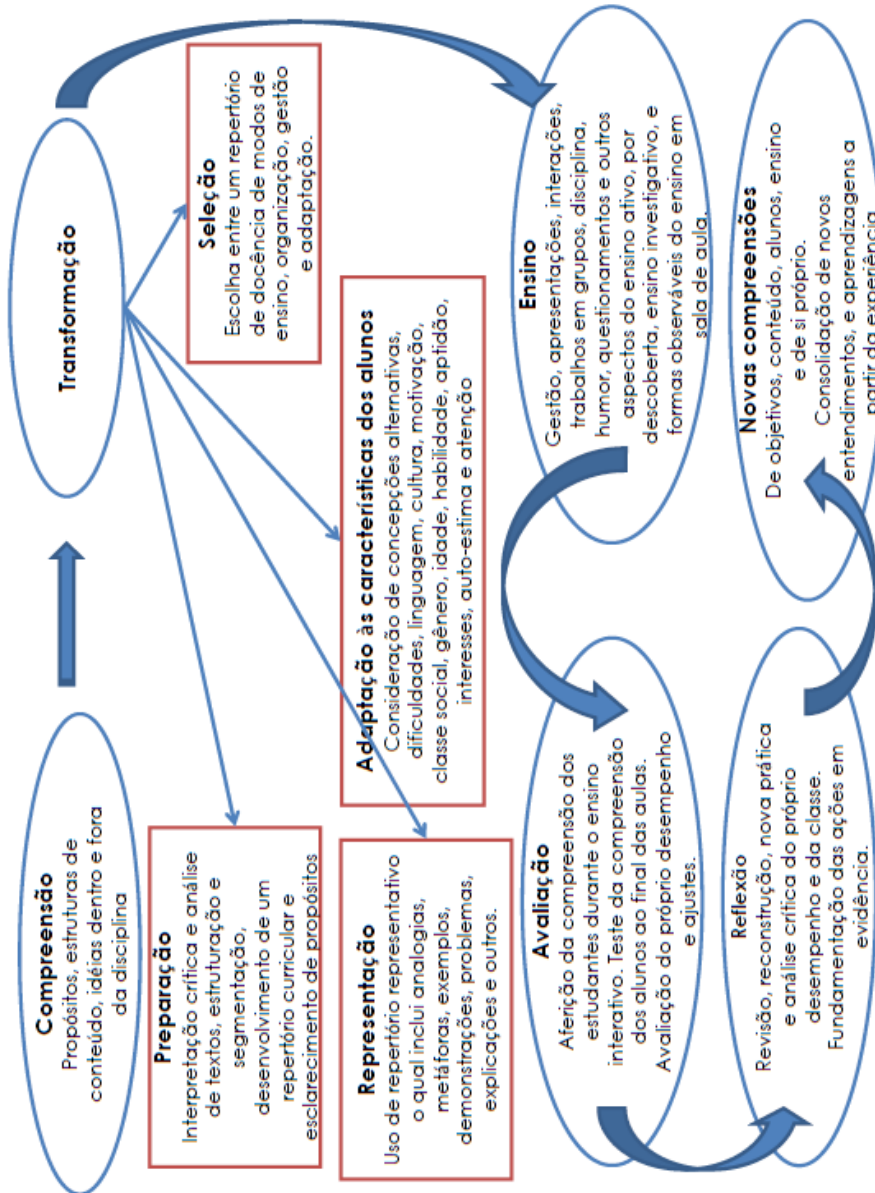
Assim, evidenciamos o que se entende neste trabalho por *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*, bem como por *Base de Conhecimento*. Entretanto, as diversas interpretações possíveis acerca do CPC permitem a elaboração de diferentes modelos que explicam seu processo de construção. Dessa forma, apresentamos alguns desses modelos e interpretações vinculadas a eles.

2.3 MODELOS DE CONSTRUÇÃO DO CPC

Devido à ambiguidade e ao nível de imprecisão na definição que se apresentam ao tratar do tema CPC, diversos modelos são desenvolvidos buscando explicar como se dá a construção desse conhecimento, bem como o desenvolvimento da sua relação com os outros conhecimentos da base (ELIAS, 2011; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008; SALAZAR, 2005).

Shulman (1987) elaborou o modelo de raciocínio pedagógico e ação (**Figura 1**). O CPC assume aqui como base as conexões entre o *conhecimento pedagógico* e o *conhecimento do conteúdo*. Essa conexão permite a transformação do conteúdo para que seja ensinado, e só pode ocorrer quando o professor reflete e interpreta de forma crítica os elementos pedagógicos, disciplinares e de contexto. Esse modelo apresenta caráter cíclico e dinâmico, partindo da reflexão do ato de ensinar, desde os fins educacionais, da estrutura conceitual e as ideias que circundam interna e externamente a disciplina que se pretende ensinar (ELIAS, 2011; SALAZAR, 2005). Dentro dessa lógica, as relações existentes entre os fins educacionais e do conteúdo com o contexto auxiliam na compreensão que permite a transformação do conteúdo disciplinar para uma forma representativa que torne possível ensino

Figura 1 - Modelo de Raciocínio Pedagógico e ação de Lee Shumman (1987), adaptado por Salazar (2005).



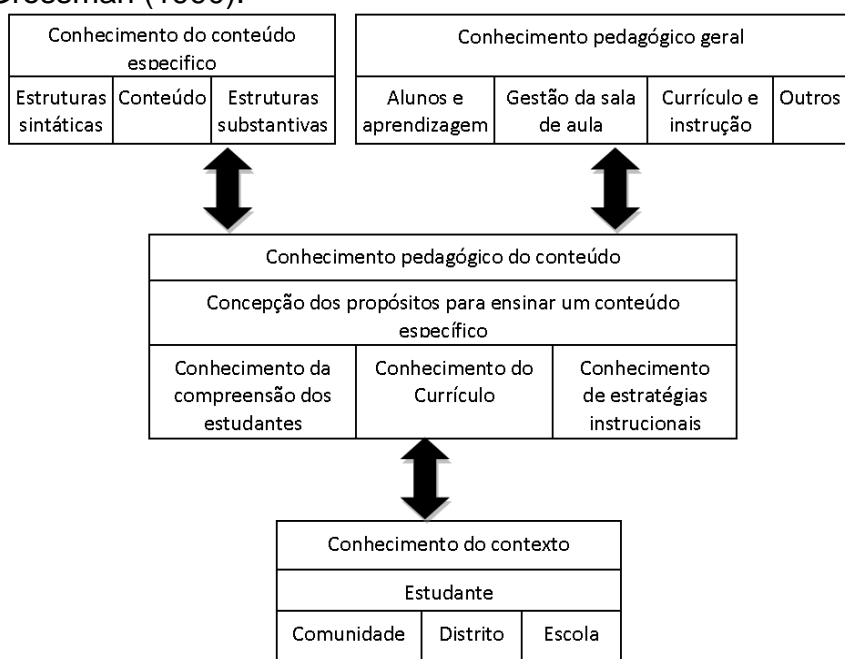
Fonte: Elias (2011, p. 23).

Já Grossman, na década de 1990, relaciona o CPC com a transformação do *Conhecimento Pedagógico*, do *Conteúdo* e do *Contexto*, sendo a primeira autora de fato a sistematizar os componentes do CPC (*apud* ELIAS, 2011; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008). A singularidade do modelo e a forma como

a autora tratou cada domínio leva a sistematização a ser enaltecida quando adotada no Ensino de Ciências. A proposta de Grossman busca ser esclarecida com apoio na psicologia cognitiva, considerando que o conhecimento é organizado por meio de estruturas cognitivas abstratas na mente das pessoas (ELIAS, 2011; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008). Dentro desse modelo, o CPC é aquele que desenvolverá alguma interação com todos os outros conhecimentos (**Figura 2**).

É possível observar que há diversas divisões entre os tipos de conhecimento. Esses tipos de divisão podem ser criados levando em consideração a diversidade e a individualidade do conhecimento humano (RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008).

Figura 2 - Relação entre os domínios do conhecimento do professor, proposto por Grossman (1990).

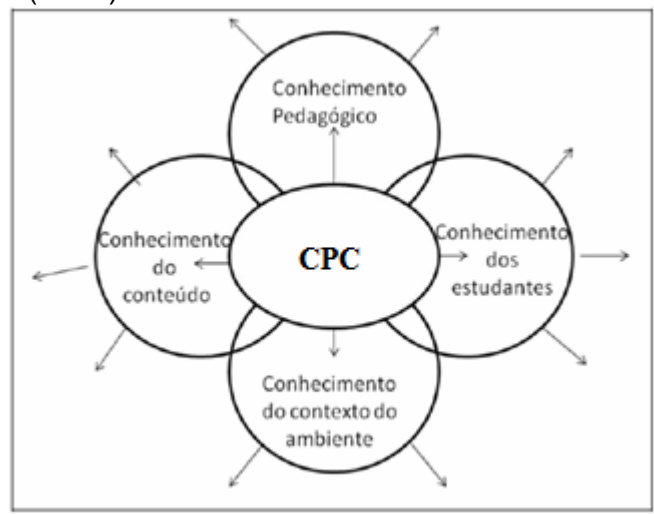


Fonte: Elias (2011, p. 23).

Cochran *et al.* (1991, *apud* ELIAS, 2011) definem o CPC mediante uma perspectiva construtivista. A definição dada por esses autores difere da de Shulman (1986) por dar ênfase ao *Conhecimento do Contexto* e ao *Conhecimento do Aluno* e por discordar do termo *knowledge* (conhecimento) por considerá-lo estático, indicando que o termo adequado seria *knowing* (saber), por se tratar de uma palavra mais dinâmica para capturar as percepções dos professores quanto ao CPC (KIND, 2009). Dentro desse posicionamento, Cochran *et al.* (1991) construíram

um modelo constituído por quatro conhecimentos (*Conteúdo, Pedagógico Geral, Contexto e Aluno*) que formam a estrutura do CPC, caracterizado como uma compreensão integrada e integradora dos mesmos (*apud ELIAS, 2011, MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011*). Cochran *et al.* (1991, *apud ELIAS, 2011*) representam os quatro elementos que compõem o CPC como círculos em expansão. Essa interpretação se dá considerando o fato de que os professores iniciais começam com um pequeno conhecimento, o qual vai se expandindo ao longo de sua formação profissional, auxiliada pelo desenvolvimento de atividades críticas. Dentro dessa ideia, o CPC não é uma soma de conhecimentos individuais em que cada um mantém suas características próprias, e sim um trabalho conjunto, no qual a fusão dos diferentes elementos forma uma nova combinação (**Figura 3**). Essa visão vai ao encontro da ideia de que o CPC é a “síntese” de todos os elementos do conhecimento necessários para um ensino efetivo (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005).

Figura 3 - Modelo de CPC para professores iniciantes de acordo com Cochran *et al.* (1991).



Fonte: Elias (2011, p. 24)

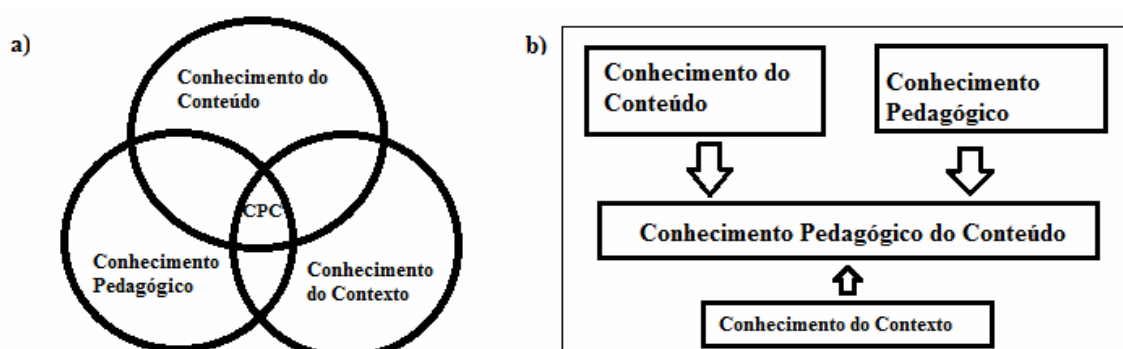
Gess-Newsome (1999, *apud ELIAS, 2011; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008*) propõe a discussão entre dois modelos para explicar a construção do CPC, o modelo integrativo e o modelo transformativo (**Figura 4**). Para a autora, no modelo integrativo o CPC não existe de fato como um conhecimento individualizado, mas sim como um ponto de integração ou intersecção entre os *conhecimentos do conteúdo, pedagógico geral e contexto*. Já no modelo

transformativo, o CPC trata-se da síntese de todos os conhecimentos necessários para que o professor desenvolva um ensino efetivo, ou seja, é a transformação dos *conhecimentos do conteúdo, pedagógico e do contexto* em uma nova forma de conhecimento (ELIAS, 2011; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008). Para alguns autores, o modelo integrativo representa melhor o CPC de professores iniciantes, enquanto que o modelo transformativo reproduz o CPC de professores mais experientes (LEE; LUFT, 2008).

No modelo integrativo, os elementos são evidenciados, tomando uma forma específica de acordo com as exigências da prática de aula (RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008). Esse modelo de construção do CPC normalmente pode ser observado com mais frequência na organização de cursos de formação de professores tradicionais (ELIAS, 2011).

Já no modelo transformativo, os conhecimentos passam por um processo complexo de interação, de forma que o CPC torna-se mais potente do que suas partes constituintes para instruir o aluno (KIND, 2009; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008). Percebe-se uma semelhança com a proposta de Cochran *et al.* (1991, *apud* ELIAS, 2011), ao considerar que não se trata apenas de reunir os diferentes conhecimentos, mas sim de construir um novo conhecimento que não se resume a soma de seus componentes. Esse modelo é mais usual no Ensino de Ciências (KIND, 2009). Utilizar esse modelo na formação de professores implica que a teoria sempre deve estar vinculada à prática, desde o início da formação (ELIAS, 2011).

Figura 4 - Modelos integrativo (a) e transformativo (b) de acordo com Gess-Newsome (ELIAS, 2011; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Elias (2011) ainda apresenta outros modelos para a construção do CPC. A escolha por esses modelos depende da compreensão dada pelos autores para o CPC. O que se pode perceber em comum é que todos indicam, de alguma forma, o CPC como responsável por inter-relacionar os diversos conhecimentos da Base de Conhecimento do professor para tornar determinado conteúdo acessível/compreensível ao aluno. O importante é que a construção do CPC deve começar já na formação inicial do professor, considerando os diversos conhecimentos que são adquiridos ao longo dessa (ELIAS, 2011). Considerando tal fato, na sequência discutimos a respeito do CPC na formação de professores de Física.

2.4 CPC E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA

Defendemos então o reconhecimento do professor como profissional, fundamentando-se em uma *Base de Conhecimentos*. Afirmamos a relevância dessa discussão, ao considerarmos que a profissão do professor ainda não é reconhecida no Brasil, sendo tratada como ocupação (LANGHI; NARDI, 2012).

Como os autores alertam:

Não considerar a significância de uma formação profissional específica para atuar na área é o mesmo que não determinar a ocupação do professor como profissão. Tal problemática pode reforçar a concepção de senso comum de que ensinar não é um trabalho complexo (LANGHI; NARDI, 2012, p.50).

Entre os problemas que esse tipo de interpretação pode trazer, esta a visão simplista de que basta conhecer os conteúdos e algumas práticas pedagógicas para ser professor (LANGHI; NARDI, 2012). Pensando em evitar essa abordagem, voltamos nossa pesquisa para a construção do CPC, como um conhecimento que inter-relaciona não apenas o *Conhecimento do Conteúdo* e o *Conhecimento Pedagógico*, mas também as características dos alunos e do contexto.

Inicialmente, entendemos que o conhecimento profissional do professor se desenvolve continuamente ao longo de sua profissão, e que o CPC se constrói ao longo da experiência em sala de aula (LEE; LUFT, 2008). As autoras consideram que a construção se dá nesse contexto por se tratar de um conjunto

integrado de conhecimentos, conceitos, crenças e valores que são desenvolvidas ao longo das situações de ensino.

Entretanto, a construção desse *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* começa ao longo da formação inicial do professor, buscando relacionar seus conhecimentos teóricos com a prática (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; CORTELA, 2004; ELIAS, 2011; GATTI; NARDI; SILVA, 2010; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2004; MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; SALAZAR, 2005; SILVA, 2010; VAN DRIEL; BERRY, 2010; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2007), dando um significado para sua aprendizagem que vai além daquela baseada em uma racionalidade técnica, modelo de Ensino perseverante ainda hoje na formação de professores de Ciências em geral, como mostram alguns autores (KIND, 2009; MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009).

Essa discussão também pode ser analisada mediante a ótica da legislação nacional a respeito da formação de professores para educação básica. De acordo com a Resolução CNE/CP1 do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2002), espera-se que entre os princípios norteadores para formação de professores esteja a aprendizagem como processo de construção do conhecimento, considerando as habilidades e valores que tratam da interação com a realidade e com os demais indivíduos, bem como o uso de capacidades pessoais.

Ao abordar o conhecimento, fica claro que não se trata apenas de construir um conhecimento relativo ao conteúdo específico de sua formação, mas também dos diversos conhecimentos que compõem a Base de Conhecimentos, para que se torne possível uma abordagem que integre diversas competências, considerando que o conhecimento oferecido deve ir além daquilo que os futuros professores irão ensinar em sala de aula. Entre as competências que se espera na construção de um projeto pedagógico de um curso de formação de professores estão:

III - as competências referentes ao domínio dos conteúdos a serem socializados, aos seus significados em diferentes contextos [...]

IV – as competências referentes ao domínio do conhecimento pedagógico;

V – as competências referentes ao conhecimento de processos de investigação que possibilitem o aperfeiçoamento da prática pedagógica (BRASIL, 2002, p. 3).

Ressaltando que as competências propostas pelo documento devem ser contextualizadas e relacionadas com as capacidades específicas de cada área

do conhecimento contemplada na formação, sendo que o conhecimento prático não deve se limitar apenas ao Estágio Supervisionado, mas sim permear toda a formação (BRASIL, 2002). Assim, percebe-se o estímulo à busca de conhecimentos para o aperfeiçoamento da prática pedagógica, sendo que, ao ponderarmos as características do CPC, o mesmo pode se apresentar relevante nesse sentido, como o conhecimento que busca socializar e transformar o conhecimento construído pelo futuro professor ao longo da formação, que é interno, em exteriorizável.

Ao considerarmos essa necessidade, mostra-se necessário repensar os modelos de ensino que têm regido a formação inicial de professores. Observamos que o modelo de racionalidade técnica, compreendido como aquele no qual os professores são preparados para resolver problemas, bem como para transmitir o conhecimento por meio de aplicação de técnicas e teorias, necessitando apenas dominar o conteúdo da disciplina, não se mostra eficiente (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; MONTEIRO, 2005; SILVA, 2010). Entretanto, ele ainda continua sendo utilizado para pautar a formação de professores de Física, de forma que o enfoque acaba relacionando a Física com um desenvolvimento sem qualquer influência teórica ou subjetiva, o que pode se refletir na visão desses futuros professores e prejudicar a busca por práticas de ensino diferenciadas daquelas que vivenciaram (GATTI; NARDI; SILVA, 2010; KIND, 2009; MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009).

Nessa perspectiva, um objetivo a ser perseguido é desenvolver práticas de Ensino que busquem ir além do ensino do conteúdo de Física, relacionando os conhecimentos teóricos adquiridos pelo futuro professor com conhecimentos práticos, conforme mencionamos anteriormente, proporcionando, assim, situações de aprendizagem práticas que sejam efetivamente problemáticas (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; SILVA, 2010; VAN DRIEL; BERRY, 2010). Dentro desse objetivo, o CPC se caracteriza relevante por relacionar diversos conhecimentos, de forma a auxiliar professores de Ciências a transformarem conteúdos científicos em experiências de ensino para os alunos (LEE; LUFT, 2008).

Desenvolver o relacionamento entre os conhecimentos que participam da construção do CPC pode ser de grande valor na formação inicial dos professores de Física, no que tange à necessidade de propiciar “a autonomia racional aos educadores, no intuito de, coletivamente construir sua compreensão

de mundo e, sobretudo, as suas práticas pedagógicas” (MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009, p. 575).

De acordo com os autores, essa é uma das necessidades a ser atingida para possibilitar que o futuro professor tenha condições de desenvolver uma abordagem referente à FMC no Ensino Médio por meio de uma perspectiva crítica, que considere não apenas o significado científico, mas também suas implicações sociais. Essa abordagem crítica é de grande relevância no que diz respeito a um Ensino de Física voltado para todos e não apenas aos que pretendem seguir carreira na área, pois ao considerar o Ensino de uma Ciência por meio de uma perspectiva que atente aos aspectos sociais e pessoais é possível ajudar uma parte da população a tomar consciência da relação entre Ciência e Sociedade, permitindo uma participação na tomada de decisões, bem como na consideração da Ciência como parte da nossa cultura (RODRIGUES; SAUERWEIN, 2011; VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

Levando em conta essa perspectiva, a construção de uma abordagem relacionada ao CPC pode ser relevante para o desenvolvimento de atividades significativas que considerem que confiar apenas no conhecimento profundo de uma disciplina pode acabar se tornando infrutífero (SALAZAR, 2005). Esse desenvolvimento, de acordo com o autor, pode se dar na formação do professor por meio do relacionamento entre formação disciplinar, cursos específicos de pedagogia e experiências docentes. Refletindo a respeito da existência de uma relação entre a maneira com que se aprende a com que se ensina FMC (MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009), a construção do CPC se mostra relevante na formação do professor de Física, considerando que:

É importante também levar em conta que os e as docentes em formação, têm construído representações sobre os processos pedagógicos, não somente como produto do processo formal profissional de preparação para docência, mas também a partir de sua experiência de estudante nos níveis educativos anteriores e suas relações, a partir das distintas redes sociais a seu redor, com outras manifestações disciplinares (SALAZAR, 2005, p. 15, tradução nossa).

Alguns autores são enfáticos ao discutir o tema, defendendo que os programas de formação inicial se caracterizam como os principais responsáveis por garantir a construção do CPC nos futuros professores (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011).

Apresenta-se uma necessidade de desenvolvimento de diversas modalidades de práticas pedagógicas ao longo da formação inicial, antes dos estágios curriculares, de forma que essa discussão não se restrinja ao desenvolvimento e reflexão a respeito de atividades inovadoras em situações pontuais na formação do professor de Física (GATTI; NARDI, SILVA, 2010). Essas experiências, visando um contato direto do futuro professor com sua profissão, visam oferecer “subsídios para analisar, refletir, questionar e debater questões relativas ao contexto escolar, ao processo de ensino e aprendizagem e à atuação docente do professor” (MARCON; GRAÇA, NASCIMENTO, 2011, p. 22).

Assim, disciplinas que relacionem os diversos conhecimentos do futuro professor, incentivando a construção do CPC, apresentam seu valor devido à influência que podem desenvolver em sua prática docente, de forma que é de grande relevância que haja essa reflexão nos processos de formação inicial. Essa abordagem busca procedimentos transformadores na formação docente, que sejam baseados em reais processos de investigação.

Quando se fala em reais processos de investigação, é importante compreender que o Ensino por atividades de investigação passou por diferentes perspectivas ao longo da história. Atualmente, ele contém em torno de três objetivos específicos: estruturas conceituais cognitivas para a construção do conhecimento científico; as estruturas epistêmicas que contribuem no desenvolvimento de atividades investigativas nas aulas de Ciências; e os processos sociais que remetem às condições de produção do conhecimento científico (ANDRADE, 2011).

Esses processos têm relevância no Ensino de Física por favorecer a construção de atividades potencialmente significativas, proporcionando ao futuro professor uma participação ativa na construção de seu conhecimento (GIL PÉREZ, 1993; GIL PÉREZ; VILCHES, 2004; SALAZAR, 2005). Nesse sentido, pode auxiliar no desenvolvimento de docentes capazes de refletir e compreender as relações entre o conteúdo, práticas pedagógicas e o contexto de atuação, tornando sua prática crítica, característica de grande relevância para professores de Física, considerando as importantes relações entre Ciência e Sociedade (MASSONI; MOREIRA, 2007).

Tomando consciência da relevância do relacionamento entre os diversos conhecimentos teóricos e práticos dentro da formação do professor, ou seja, da construção do CPC, cabe ainda compreender quais as possíveis

abordagens que podem nos orientar nessa direção. Há diversas opções, não necessariamente extensas, sendo que resultados de atividades intensivas de curto prazo também podem ser encontrados. O que os resultados oferecem é que a construção do CPC é um processo complexo que se conecta com o aprofundamento do *conhecimento do conteúdo* e conscientização a respeito das questões pedagógicas, levando em consideração a natureza do tópico a ser abordado, o contexto em que ele é abordado e a forma como os professores refletem a respeito de suas experiências de Ensino (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; VAN DRIEL; BERRY, 2010).

Um elemento a ser considerado ao desenvolver abordagens referentes à construção do CPC na formação de professores é a estrutura de

[...] experiências, vivências, casos, erros, acertos e estratégias cujo contato com seu repertório propicia aos professores incipientes o aprendizado a partir da prática de outros professores que já trilharam os seus primeiros passos e que estão, ou já estiveram, em pleno exercício profissional (ALMEIDA; BIAJONI, 2007, p. 293).

Dessa forma, é importante que os futuros professores tenham contato com abordagens que já foram desenvolvidas e com seus resultados, para que reflitam e levem em consideração quais dessas podem ser utilizadas para auxiliar na construção de seu próprio CPC, por meio do relacionamento com seus conhecimentos teóricos, bem como com o contexto em que desenvolverá sua prática. Isso implica “levar a escola secundária para a Universidade”, no sentido de incentivar um relacionamento entre as realidades, não de forma hierárquica, mas de forma conjunta a desenvolver melhoras, trabalhos de inovação e investigação, necessidade apontada na busca por uma educação científica de qualidade, bem como a construção de novos conhecimentos que abordem os problemas apresentados pelo Ensino de Ciências. Esse relacionamento é de grande relevância, considerando que as formas de ensinar, nos diferentes níveis, podem se potencializar mutuamente (GIL PÉREZ; VILCHES, 2004; VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

Um exemplo da necessidade do desenvolvimento de práticas pedagógicas diversas anteriores ao estágio supervisionado, bem como da interação com diferentes abordagens pode ser observado em García (1998). De acordo com esse autor, após a análise de diversos trabalhos, foi possível observar que os futuros professores adotam um comportamento mais autoritário, impessoal,

burocrático e controlador ao longo de seu estágio supervisionado, o que pode ser consequência da cultura escolar em que são inseridos e do posicionamento de seus professores tutores. Essa abordagem burocrática também é afirmada por Pimenta (2012), que considera que ela não é capaz de captar contradições presentes na prática social de ensinar. O contato com diferentes abordagens, bem como o desenvolvimento de outras práticas pedagógicas, pode auxiliar na formação do professor, ao incentivar a reflexão e análise das possíveis práticas para a construção do seu próprio CPC, direcionando um rompimento com a visão conservadora e resistente à implementação de abordagens de Ensino inovadoras que pode ser observada nos resultados de alguns trabalhos (GARCÍA, 1998; GATTI; NARDI, SILVA, 2010).

Entre as possíveis sugestões de como promover essa prática está o uso de instrumentos de formação como estudos de caso e práticas, memória profissional, análise reflexiva e problematização, buscando proporcionar a oportunidade de conhecer diferentes perspectivas com que se podem abordar um conteúdo (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005). Ao trabalhar o *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* na formação de professores de Ciências, deve-se atentar ao fato de que a interação com o contexto de sala de aula e os *Conhecimentos Pedagógicos Gerais* é de relevância, conforme ressaltado por diversos trabalhos supracitados, pois, caso os métodos de ensino não sejam estudados dentro do contexto em que serão aplicados, pode ocorrer dos professores não conseguirem identificar aspectos fundamentais e nem adaptarem suas estratégias de Ensino à sua matéria específica ou a novas situações (VILCHES; GIL PÉREZ, 2007). Essa interação também é relevante, considerando que a problematização, mediante o contexto de ensino nas escolas, faz parte do desenvolvimento de uma atitude investigativa nos futuros professores (PIMENTA, 2012), conforme propomos anteriormente.

Outro tópico a ser considerado é o cuidado com a maneira como se constrói o *Conhecimento do Conteúdo*, considerando que, caso esse seja tratado mediante uma visão positivista e instrumentalista, possivelmente os outros conhecimentos não sofrerão alterações relevantes, o que dificulta a construção do CPC (HENZE; VAN DRIEL, VERLOOP, 2008). Também a falta de um bom *Conhecimento do Conteúdo* é prejudicial, pois leva muitos professores a adotarem um Ensino por transmissão como forma de se proteger de questionamentos, que

podem exigir uma compreensão mais profunda do tema (VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

A respeito dos aspectos que se supõem relevantes para um *conhecimento do conteúdo*, Shulman (1986) deixa claro em seu trabalho que se deve ir além de conhecer as Teorias, leis e modelos relativos a esse. Para os professores de Ciências, entre esses aspectos, está conhecer os problemas que originaram, bem como a forma como se dá a construção de tais conhecimentos, buscando a história da Ciência, de forma que esses não fiquem caracterizados como construções arbitrárias; as formas como os cientistas tratam os problemas e algumas das características notáveis de sua atividade, bem como critérios de validação e aceitação de teorias científicas; conhecer interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; desenvolver uma visão dinâmica do desenvolvimento científico, mantendo-se informado a respeito de desenvolvimentos científicos recentes e suas implicações, além de conhecer temas de outras disciplinas relacionadas que possam ser utilizados como “pontes” para a interação entre os campos do conhecimento (GIL PÉREZ; VILCHES, 2004).

Assim, o primeiro passo para a construção de um CPC é possuir domínio do *Conhecimento do Conteúdo*. Entretanto, também é relevante chamar a atenção para a presença de alguns aspectos que necessitam estarem presentes nos demais conhecimentos na busca por uma formação de professores de Ciências de qualidade. São eles: a capacidade de selecionar conteúdos que apresentem uma visão adequada da matéria a ser ensinada; desenvolver programas de atividades adequados para orientar os questionamentos dos alunos; facilitar o funcionamento de equipes de trabalho e o intercâmbio entre os conhecimentos construídos nessas equipes; dirigir e avaliar a atividade dos alunos, considerando a avaliação como um instrumento de regulação do processo de Ensino e Aprendizagem (VILCHES; GIL PÉREZ, 2007). Dessa forma, observar e avaliar o desenvolvimento desses aspectos pode ser uma maneira de analisar como está se dando a construção do CPC nos futuros professores de Física.

Com relação ao modelo de CPC a ser trabalhado, um estudo com futuros professores de Química evidenciou que os componentes do CPC são desenvolvidos separadamente e integrados na prática ao longo do estágio docente, uma aparente tendência ao modelo integrativo na formação dos pesquisados (ELIAS, 2011), o que está de acordo com apontamentos de outros trabalhos, que

apresentam a característica da formação de professores de Física como uma soma de conhecimentos científicos e educacionais, ou ainda a formação conhecida como 3+1, que implica três anos de formação específica, seguidos de um ano de formação pedagógica (BATISTA, 2009; CORTELA, 2004; MONTEIRO; NARDI; BASTOS JR, 2009). Esse resultado contraria outros resultados, em que se sugere o modelo transformativo para o Ensino de Ciências, buscando explicitar o CPC, como por meio de exercícios que visem desenvolver representações do conteúdo a ser ensinado, o que possibilita o desenvolvimento de práticas críticas, oferecendo um meio de reconhecer mudanças no CPC mediante aplicações e experiências em sala de aula (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009).

Uma forma de possibilitar a construção do CPC nos futuros professores de Física pode incluir o uso de *workshops* e a discussão e troca de experiências entre si, bem como a análise e discussão a respeito da abordagem de determinado conteúdo em livros didáticos. Entretanto, há possíveis diferenças pessoais entre as construções do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*, como observado com futuros professores de Química (DE JONG; VAN DRIEL, VERLOOP, 2005).

Considerando as características discutidas referentes ao CPC, bem como a relevância de um Ensino de Ciências relacionado à investigação, uma estratégia que aparenta ser potencialmente frutífera na formação de professores de Ciências, consiste em: favorecer para que os futuros professores aprendam os conteúdos de sua matéria mediante um processo de investigação, como o que se pretende que ele utilize com seus alunos; orientar sua formação didática, para que ele se aproprie do corpo de conhecimentos que caracteriza sua profissão, também fazendo uso de processos de investigação dos problemas de Ensino e Aprendizagem referentes à Ciência que pretende ensinar (VILCHES; GIL PÉREZ, 2007). Dentro dessa perspectiva, ao relacionar a construção do CPC à formação de professores, é possível destacar quatro fatores potencialmente importantes (VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002):

- **Conhecimento do conteúdo:** levando-se em consideração que esse é construído ao longo da educação disciplinar, pode conter noções errôneas e deficiências. Assim, indica-se buscar, ao longo de abordagens que visem à construção do CPC, auxiliar um

desenvolvimento mais coerente e integrado para o conhecimento do conteúdo.

- **Experiência de Ensino referente a tópicos específicos:** a construção do CPC em futuros professores se dá mediante o constante uso do *conhecimento do conteúdo* em situações de ensino. Inicialmente, os futuros professores separam o *conhecimento do conteúdo* do *conhecimento pedagógico geral*, entretanto, ao longo das experiências de ensino, eles vão se integrando.
- **Conhecimento das noções dos alunos e dificuldades de aprendizagem:** ao conhecer as noções dos alunos a respeito do tópico específico a ser ensinado, o futuro professor pode reestruturar o *conhecimento do conteúdo* de forma a produzir alguma comunicação com o aluno. Esse conhecimento pode beneficiar o futuro professor ao longo de sua formação inicial, propiciando a possibilidade de relacionar as noções prévias dos alunos com suas próprias noções. Essas atividades podem estimular a transformação do *conhecimento do conteúdo* de um tópico específico em estratégias de Ensino.
- **Participação em *workshops* específicos:** esse fator apresenta dois posicionamentos distintos referentes a seu papel na construção do CPC. Enquanto alguns autores apresentam resultados positivos da aplicação de *workshops* intensivos para estratégias de Ensino específicas, que apontam que os futuros professores de Ciências participantes desenvolvem o CPC em direção aos professores experientes, outros apontam que os *workshops* podem oferecer um efeito negativo, por estimular os futuros professores a copiarem estratégias de Ensino convencionais, o que pode acabar por incentivar a falta de construções de abordagens originais e diferenciadas, considerando a compreensão do aluno.

Esses fatores são comparados as fontes do CPC descritos por Grossman (1990, *apud* VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002), sendo que esses mesmos autores propõem que:

[...] (a) educação disciplinar, naturalmente, constitui a base para o conhecimento do conteúdo, (b) observação de classe pode promover o conhecimento das noções dos estudantes, (c) experiências de Ensino em sala de aula podem estimular a integração do conhecimento do conteúdo e do conhecimento pedagógico geral, deste modo contribuindo para o desenvolvimento do CPC, e (d) cursos específicos ou workshops durante a formação de professores possui potencial para afetar o CPC, por exemplo, estendendo o conhecimento dos futuros professores das noções prévias dos estudantes ou seu conhecimento de representações específicas do conteúdo (VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002, p. 575, tradução nossa).

Essa proposta abrange o *conhecimento do conteúdo* mediante a educação disciplinar, o *conhecimento pedagógico geral*, ao estimular experiências de Ensino, o *conhecimento do aluno* e o *conhecimento do contexto* no que tange à observação da classe, bem como o desenvolvimento de *workshops*. Ressaltamos que os exemplos citados não implicam que cada conhecimento é construído individualmente nessas situações específicas, e sim que tais situações podem facilitar sua construção, de forma que ao longo delas vai se desenvolvendo uma interação entre eles, de forma a construir o *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*.

Considerando que resultados positivos já foram observados em professores de Química e Biologia (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002), investigamos se essa proposta também pode se mostrar adequada para a elaboração de uma Sequência Didática que aborde a construção do CPC do conteúdo Relatividade na formação de professores de Física.

Frente a isso, para construirmos tal Sequência Didática, é relevante considerarmos que para ensinar um conceito, precisamos compreender como se aprende, e como avaliar essa aprendizagem (MOREIRA; VEIT, 2010). Essa análise é caracterizada e deve ser coerente com a teoria de aprendizagem adotada na construção da abordagem. Neste trabalho, visamos à construção do CPC de relatividade em uma abordagem crítica, como opção plausível à racionalidade técnica que nossos referenciais indicam presentes na formação de professores de Física. Dessa forma, adotamos como teoria de aprendizagem a Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978), com os aportes de criticidade segundo Moreira (2010b), conforme abordaremos na próxima sessão.

2.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA, INTERDISCIPLINARIDADE E AS RELAÇÕES COM NOSSA PROPOSTA

Para compreendermos as relações que nos levaram a adotar a Aprendizagem Significativa Crítica como teoria de aprendizagem norteadora de nossa pesquisa, inicialmente abordaremos algumas características dessa teoria.

Na visão de aprendizagem da Aprendizagem Significativa, destacamos discussões referentes à como se dá a formação e a organização de ideias, considerando as relações existentes entre as novas ideias e os conceitos relevantes previamente desenvolvidos na pessoa (subsunçores). Em outras palavras, a Aprendizagem Significativa “parte da construção de conceitos que, na vida escolar e também no cotidiano do aluno, vão sendo reestruturadas a partir de níveis de abstração cada vez mais complexos” (BATISTA; SALVI, 2006, p. 155).

Assim, a aprendizagem significativa irá processar-se quando o novo, as ideias e as informações que apresentam uma estrutura lógica interagirem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis, sendo assimilados, contribuindo para a sua diferenciação, elaboração e estabilidade (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 2009a; MOREIRA, 2011).

Destacamos que nem sempre esses conceitos estão disponíveis. Para tais casos, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios, que ajam como ancoradouro para os novos conhecimentos e proporcionem subsunçores que facilitem a aprendizagem significativa subsequente (MOREIRA, 2009a).

Ausubel, Novak e Hanesian (1978) propõem que o resultado da interação entre o conhecimento que será aprendido e a estrutura cognitiva já existente trata-se de uma **assimilação** de significados novos e antigos, visando à construção de uma estrutura cognitiva mais organizada e diferenciada. É importante ressaltar que mesmo após o aparecimento dos novos significados, no processo de assimilação, a relação entre os subsunçores ou ideias-âncora e as assimiladas permanece na estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA, 2009a), de forma que é aconselhável o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA; MASINI, 1982).

Entre os processos que participam do desenvolvimento da aprendizagem significativa, além da assimilação, estão a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva leva em conta que as ideias mais gerais e inclusivas devem ser apresentadas no início para então ser progressivamente diferenciadas, o que leva o conhecimento prévio a ficar mais diferenciado, mais rico, enquanto a reconciliação integrativa leva em conta o processo inverso, explorando relações entre ideias, apontando similaridades e diferenças, buscando uma reconciliação das discrepâncias reais ou aparentes. Esses dois processos são básicos na dinâmica da estrutura cognitiva, sendo simultâneos e relacionados (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 2010a).

É importante ressaltar que a Aprendizagem Significativa busca compreensão, e não necessariamente respostas corretas, além de que para que ela se desenvolva é necessário “insistir na consolidação dos conhecimentos adquiridos, pois a aprendizagem significativa requer também prática, exercício” (MOREIRA, 2010a, p. 44).

À abordagem de Ausubel, se relacionam outras contribuições posteriores, que inserem elementos humanistas na perspectiva cognitivista clássica. Como exemplo, podemos mencionar Novak com a visão humanista e Gowin com o interacionismo social (MOREIRA, 2009a; 2010a).

A visão humanista de Novak considera que a educação é um conjunto de experiências (cognitivas, efetivas e psicomotoras), de forma que propõe que a aprendizagem significativa se encontra subjacente a uma integração construtiva, entre pensamentos, sentimentos e ações que sejam capazes de conduzir ao engrandecimento humano (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA, 2009a; 2010a). Dessa forma, o ato de aprender se caracteriza por uma troca de significados e sentimentos entre o aluno e o professor, ou seja, um evento educativo vem acompanhado de um desenvolvimento afetivo.

Já Gowin colabora no desenvolvimento de uma visão da aprendizagem significativa relacionada ao sociointeracionismo de Vygotsky. O episódio de ensino se caracteriza pelo compartilhamento de significados, ou em outras palavras: “Nesse modelo, um episódio de ensino se consuma quando o aluno capta os significados que o professor queria que ele captasse e que são aqueles já aceitos por uma comunidade de usuários” (MOREIRA, 2009a, p.35).

Nessa perspectiva, o aluno se torna capaz de decidir se quer aprender significativamente ao captar esses significados e compartilhá-los com o professor. Assim, a captação de significados é um fenômeno que ocorre anteriormente à aprendizagem significativa propriamente dita.

Discutidos esses aspectos gerais da Aprendizagem Significativa, concordamos com Moreira (2009b) que afirma que não basta que o conhecimento adquirido na sociedade seja significativo, precisa ser crítico. Dessa forma, o aluno busca fazer parte da sua cultura, sem, entretanto, ser subjugado por suas ideologias, ritos e mitos. Essa abordagem é de relevância para o Ensino de Ciências, ao propor que o aluno lide com a construção da mudança sem se deixar ser dominado, desenvolvendo a noção de que o conhecimento é uma construção humana que representa o mundo e não o capta diretamente (MOREIRA, 2010b).

Ao longo deste trabalho, falamos da importância de professores formados mediante uma perspectiva crítica, bem como de sua relevância no Ensino de Física. Agora, pretendemos esclarecer o significado da palavra crítica, compreendendo assim a qual perspectiva nos referimos quando utilizamos esse termo em nosso trabalho.

O Dicionário Eletrônico Houaiss (2004) traz 12 possíveis significados que podem ser relacionados à palavra crítica. Entre eles, o que mais se aproxima do que buscamos desenvolver é:

Exame de um princípio ou ideia, fato ou percepção, com a finalidade de produzir uma apreciação lógica, epistemológica, estética ou moral sobre o objeto de investigação”, ou “questionamento empreendido pela razão a respeito de seus próprios limites, princípios, pretensões cognitivas e especulativas (HOUAISS, 2004).

Considerar os significados apresentados por Houaiss (2004) nos auxilia a compreender a definição de Aprendizagem Significativa Crítica apresentada por Moreira (2010b). Considerando-a uma perspectiva antropológica em relação às atividades de um grupo social, ela se caracteriza como:

Aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. [...] permite ao indivíduo participar de tais atividades [do seu grupo social] mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo (MOREIRA, 2010b, p. 90).

A respeito de como se dá a facilitação da aprendizagem significativa crítica, Moreira (2010b) propõe 11 princípios, sendo que defende que eles sejam viáveis de ser aplicados em sala de aula. Tais princípios são brevemente apresentados no quadro a seguir

Quadro 2 - Princípios para Aprendizagem Significativa Crítica, adaptado de Moreira (2010b).

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio – Aprendemos a partir do que já sabemos. 2. Princípio da interação social – Ensinar e/ou aprender perguntas em vez de respostas 3. Princípio da não centralidade do livro de texto – uso de diversos materiais instrucionais, como artigos, documentos etc. 4. Princípio do aprendiz como preceptor/representador – o estudante faz parte de um processo dinâmico, percebendo o mundo e o representando. 5. Princípio do conhecimento como linguagem – compreender um conteúdo, ou um conhecimento é conhecer e compreender sua linguagem. 6. Princípio da consciência semântica – a consciência de que o os significados estão nas pessoas e não nas palavras. 7. Princípio da aprendizagem pelo erro – o ser humano aprende corrigindo seus erros. 8. Princípio da desaprendizagem – não usar um subsunçor que impede a captação de significados do novo conhecimento 9. Princípio da incerteza do conhecimento – compreensão de que as definições são invenções, ou criações humanas, e que nosso conhecimento é metafórico. 10. Princípio da não utilização do quadro de giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de Ensino – diversidade de estratégias didáticas que impliquem participação ativa do estudante. 11. Princípio do abandono da narrativa – buscar maneiras de ensinar nas quais o professor fale menos e o aluno fale mais. |
|--|

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os onze princípios aqui enunciados são apresentados como princípios de Ensino e Aprendizagem, sendo que dizem respeito tanto ao professor quanto ao aluno. São orientações, que podem auxiliar o professor a propiciar um ambiente adequado e situações de ensino plausíveis para a Aprendizagem Significativa Crítica.

Considerando enfim os aspectos da Aprendizagem Significativa Crítica, cabe apresentar quais suas relações com a construção do CPC. Para tanto, é preciso considerar algumas questões referentes ao CPC. Elucidamos que essas questões se referem ao modelo de construção do CPC adotado neste trabalho, bem como de sua relação com momentos interdisciplinares, que defendemos serem relevantes para a construção de um CPC na perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica.

Em primeiro momento, os trabalhos analisados indicam que um modelo adequado para a construção do CPC nos professores de Ciências é o

transformativo (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009). Nesse modelo, os diferentes conhecimentos que constituem o CPC não são apenas somados, permanecendo os mesmos. Trata-se de uma relação entre eles que os vai transformando de forma a construir o CPC, que é um novo conhecimento diferente dos anteriores.

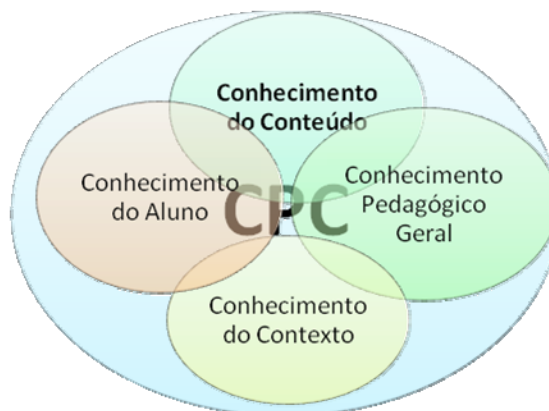
Considerando a necessidade de uma inter-relação entre esses diferentes conhecimentos, podemos interpretar que a construção do CPC passa por momentos interdisciplinares educativos (BATISTA; SALVI, 2006) na formação de professores de Física. Esclarecemos que quando tratamos de momentos interdisciplinares, compartilhamos da abordagem de Batista e Salvi (2006), que consideram que uma abordagem interdisciplinar não implica em prescindir os momentos disciplinares, considerando que:

Há características em cada ciência, com significação bem definida em sua rede ou quadro conceitual, que não podem ser perdidas sob a pena de empobrecer a própria história de cada ciência (BATISTA; SALVI, P.155).

Assim, esses momentos interdisciplinares podem ser significativos, considerando que tal proposta auxilia na estruturação de um Ensino de Ciências crítico, que possibilite uma construção do conhecimento em conjunto com o aluno e vá além de tratar a Ciência como neutra, ou descontextualizada do seu tempo, auxiliando na compreensão do processo de construção do conhecimento (BATISTA; SALVI, 2006; BATISTA, 2013).

Esse posicionamento concorda com o que se espera na formação de um professor de Física mediante uma perspectiva crítica. Assim, buscar a construção do CPC nessa perspectiva implica em construí-lo levando em consideração momentos interdisciplinares ao longo da formação do professor, de maneira a inter-relacionar os diversos conhecimentos necessários à construção do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*. Elaboramos a figura abaixo, visando explicitar a relação entre CPC e uma abordagem interdisciplinar.

Figura 5 - Relação entre os conhecimentos da Base de Conhecimentos e uma abordagem interdisciplinar.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na figura apresentada (**Figura 5**), a inter-relação entre o *Conhecimento do Conteúdo*, o *Conhecimento Pedagógico Geral*, o *Conhecimento dos Alunos* e o *Conhecimento do Contexto* é representada pela intersecção entre cada círculo. Entretanto, essa intersecção ocorre dentro de uma conjectura interdisciplinar (representada pelo círculo maior), que tem a intenção de fazer que eles rompam suas fronteiras e transformem-se, para construir o CPC. Essa interpretação evidencia que a construção de um CPC satisfatório, no que diz respeito ao desenvolvimento de uma prática crítica não se dá por meio de uma simples soma linear de conhecimento, mas sim de uma relação/transformação entre eles (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009).

Mas, considerando que a construção do CPC pode se caracterizar como um processo que envolve momentos interdisciplinares, como relacionar esses momentos com a Aprendizagem Significativa Crítica?

Batista e Salvi (2006) nos orientam nessa questão. As autoras discutem em seu trabalho as relações entre interdisciplinaridade e Aprendizagem Significativa, levando em consideração uma perspectiva pós-moderna. Considerando o Ensino de Ciências, os momentos interdisciplinares seriam de relevância na promoção da Aprendizagem Significativa a respeito do nosso mundo e de sua complexidade.

Considerando os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, bem como sua relevância em um contexto que vise a Aprendizagem Significativa, temos que:

As análises interdisciplinares se encaminhariam para esse movimento de ir-e-vir de uma análise interfacetada, relacional e integradora, na qual o entrelaçamento das partes produz novo significado ao todo, construído segundo o princípio de reconciliação integrativa (BATISTA; SALVI, 2006, p. 157).

Assim, apresentamos correlações entre momentos interdisciplinares e Aprendizagem Significativa Crítica, e também entre esses momentos e a construção do CPC. Esses momentos auxiliam na construção do CPC ao possibilitarem uma inter-relação entre os diversos conhecimentos que o constroem. Ao mesmo tempo, eles colaboram com a estruturação de elementos referentes à Aprendizagem Significativa Crítica, como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Somando essas perspectivas às considerações que afirmam que a maneira como o professor aprende poderá refletir-se na sua prática, se pretendemos que se proporcionem momentos interdisciplinares e uma situação favorável à Aprendizagem Significativa Crítica no Ensino Médio, é aconselhável que essa perspectiva também seja estimulada na formação dos professores (BATISTA; SALVI, 2006; MOREIRA; VEIT, 2010), de forma que se possibilite uma correlação entre a construção do CPC do futuro professor, momentos interdisciplinares e a elaboração de situações de aprendizagem potencialmente significativas.

Conforme abordamos anteriormente, o CPC também representa o cuidado do professor em levantar os conhecimentos prévios do aluno, e encontrar abordagens que possibilitem a troca de significados, a negociação (FERNANDEZ, 2011; LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004, OLIVEIRA Jr.), propiciando a possibilidade de uma Aprendizagem Significativa Crítica. Entretanto, reafirmamos que ao tratarmos de sua construção na formação inicial, não é aconselhável que ela seja pautada em uma abordagem positivista e enviesada na racionalidade técnica.

Também consideramos que, de acordo com Moreira (2011), os conceitos referentes à Aprendizagem Significativa se apresentam subjacentes a outras teorias construtivistas, porém mantendo seu maior potencial em sua forma

original, o que reforça nossa escolha, perante outras teorias de aprendizagem que poderiam subsidiar este trabalho.

Partindo dessa interpretação, e considerando que para que uma aprendizagem significativa possa auxiliar o aluno a compreender e abordar questões que o mundo atual nos propõe, ela precisa ser crítica (MOREIRA, 2010b), selecionamos alguns dos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica que se mostram convenientes para uma construção do CPC mediante o modelo transformativo na formação de professores de Física. Os apresentaremos e discutiremos abaixo, referenciando-se primeiramente em Moreira (2010b).

1. Princípio do conhecimento prévio – Aprendemos a partir do que já sabemos.

Esse princípio é fundamental para a Aprendizagem Significativa. Aquilo que já conhecemos é a variável que mais influencia na aquisição e significação de novos conhecimentos. Sua importância na Aprendizagem Significativa Crítica se dá ao considerarmos que “não se pode ser crítico de um conhecimento não aprendido significativamente” (MOREIRA, 2010b, p. 91). Ele se mostra importante na construção do CPC, a partir do momento que consideramos que os conceitos e conhecimentos que o professor traz consigo têm influência em sua formação, bem como em sua prática (GATTI; NARDI; SILVA, 2010; MASSONI; MOREIRA, 2007). Dessa forma, esses elementos não podem ser ignorados, e é a partir deles que começamos a construção de um CPC que vise à formação de um professor crítico.

2. Princípio da interação social – Ensinar e/ou aprender perguntas em vez de respostas

Aqui se considera que a aprendizagem se dá mediante a interação e a negociação de significados entre aluno e professor. Entretanto, não se trata do professor transmitir seu conhecimento para o aluno, para depois analisar o retorno por meio da avaliação, trata-se de uma negociação focada entre uma permanente troca de perguntas, que visa ensinar o aluno a formular perguntas cada vez mais relevantes, apropriadas e substantivas, que os motive a aprender a respeito do que quiserem. Outros trabalhos expandem essa noção de interação, considerando que a negociação de significados e a interação não precisa se dar apenas entre o aluno e

o professor, mas também entre alunos. Esse incentivo à interação visa uma comunicação horizontal entre os sujeitos participantes do momento de ensino e aprendizagem, desenvolvendo um pensar e agir consciente e crítico (MELO; LIRA; TEIXEIRA, 2005).

Dessa forma, esse princípio tem relevância na construção do CPC ao considerarmos a necessidade de interação com diversas abordagens e práticas referentes a determinado assunto. A troca de experiências seja entre os próprios futuros professores, entre esses e o docente formador ou professores mais experientes estimula a reflexão e a construção de diferentes abordagens que levem em consideração a necessidade de renovar diante de diferentes situações (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; GARCÍA, 1998; GATTI; NARDI; SILVA, 2010; KIND, 2009).

3. Princípio da incerteza do conhecimento – compreensão de que as definições são invenções, ou criações humanas, e que nosso conhecimento é metafórico.

As definições, perguntas e metáforas são elementos de grande relevância para a construção humana de uma visão de mundo. Espera-se que o aluno seja capaz de compreender que as definições são criações humanas, que nosso conhecimento é metafórico e o que sabemos tem origem em perguntas.

Dessa maneira, nosso conhecimento é incerto, pois depende das perguntas que fazemos acerca do mundo, ou seja, a natureza das respostas que obtemos depende da natureza das perguntas que desenvolvemos.

Já as definições são instrumentos que não tem autoridade fora do contexto em que foram criadas. Como exemplo dessa conceituação citamos o conceito de espaço-tempo, que adota um significado diferente quando abordado na mecânica relativística, sequer existindo na mecânica newtoniana. Também o conceito de calor, quando abordado no corpo teórico da Física, apresenta uma definição diferente da que se costuma encontrar no cotidiano.

Ou seja, é preciso compreender que outras definições também podem servir para a mesma finalidade da definição apresentada, assim, o conhecimento apresentado mediante definições é incerto.

Enfim, as metáforas são também instrumentos usados para pensar, e estão presentes nas diversas áreas do conhecimento, de forma que entender um determinado conceito implica compreender as metáforas que o fundamentam.

A relação desse princípio com a construção do CPC esta no fato de tomar consciência de que nosso conhecimento não é absoluto, orienta-nos na direção de romper com visões conservadoras, bem como a resistência para com a implementação de abordagens de ensino inovadoras, indicadas por trabalhos como de García (1998) e Gatti, Nardi e Silva (2010), de forma que se incentive um ensino dinâmico, buscando uma formação crítica, que considere e respeite os diferentes contextos e alunos que encontrarão. Compreender essas características pode facilitar ao professor refletir a respeito dos conhecimentos prévios do aluno, bem como das possíveis noções alternativas que podem surgir ao longo do processo de ensino, incentivando a quebra da visão da racionalidade técnica.

4. Princípio da não utilização do quadro de giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de Ensino – diversidade de estratégias didáticas que impliquem participação ativa do estudante.

O problema da utilização do quadro de giz está em seu papel de simbolismo para o ensino transmissivo, sendo que o professor repete ou parafraseia o material didático, e o aluno copia, estuda na véspera da prova e tenta reproduzir o máximo que for capaz de lembrar. A ideia por trás desse princípio é a de buscar novas estratégias didáticas, incentivando a participação ativa dos alunos, promovendo um ensino centrado no aluno. Ao invés disso, é possível pensar em estratégias que façam uso de materiais diversos, como artigos científicos, crônicas, poesias, relatos, estimulando que o aluno participe ativamente, faça análises, ofereça interpretações e sugestões (MOREIRA, 2010b). Para a construção de um CPC efetivo na formação de professores, esse princípio apresenta relevância devido à necessidade de uma relação intensa entre os diversos conhecimentos. Apenas transmitir informações não apresenta resultados plausíveis, sendo que é necessária uma forte interação com a prática (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; SILVA, 2010; VAN DRIEL; BERRY, 2010). Dessa forma, é preciso que os próprios alunos desenvolvam atividades como análise de episódios de ensino ou livros didáticos, observação e

prática em sala, bem como apresentação e discussão de resultados com os pares. Esses objetivos estão fortemente relacionados com o próximo princípio.

5. Princípio do abandono da narrativa – buscar maneiras de ensinar nas quais o professor fale menos e o aluno fale mais.

A ideia parte do princípio de que o professor deve deixar de ser o narrador daquilo que ele acredita que o aluno deve aprender. Busca-se o Ensino do aprender a aprender, em que o professor narre menos e permita que o aluno fale mais, participe criticamente da sua aprendizagem. Um exemplo dessa abordagem é o ensino por formulação de perguntas, proposto em trabalhos como (MELO; LIRA; TEIXEIRA, 2005).

A discussão com os colegas, a análise das situações de Ensino e a troca de experiências incentiva a construção de um CPC que leve à prática crítica, pois o futuro professor deixa de ser um espectador para ser participante ativo da construção do seu CPC. Essa troca de experiências entre os alunos coloca o futuro professor em contato com diferentes realidades, sendo que possibilita a relação das noções prévias dos alunos com suas próprias (VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002). O papel do professor, nesse caso, caracteriza-se como orientador desse processo, como aquele que tem contato com algumas das respostas que esses alunos estão buscando, para guiá-los de forma que eles mesmos consigam alcançá-las.

Dessa forma, a adoção de uma abordagem referenciada na Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2010b) e que leva em consideração momentos interdisciplinares (BATISTA; SALVI, 2006), nos parece plausível para construção do CPC mediante um modelo transformativo, por possibilitar que os conhecimentos da *Base de Conhecimentos* se relacionem e se transformem, entretanto, sendo possível que ao longo do processo realizemos um resgate de seus elementos originais, de forma a compreender suas características e seu papel na construção do CPC.

2.6 HISTÓRIA DA FÍSICA E SEU PAPEL NESTE TRABALHO

Ao tratar da construção de uma Sequência Didática para abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade, optamos por um enfoque que orientará essa construção.

Neste trabalho, adotamos o enfoque histórico, considerando os possíveis paralelismos entre mecanismos e instrumentos referentes ao aprendizado e a construção do conhecimento científico (BATISTA; ARAMAN, 2009). Também consideramos que elementos da História da Ciência podem auxiliar no desenvolvimento de propostas relacionadas à Aprendizagem Significativa, como nos indicam alguns trabalhos (BATISTA, 2004; BATISTA; ARAMAN, 2009; LUCAS; BATISTA, 2011; MACHADO, 2006).

Assim, analisamos o papel da História da Ciência no Ensino de Física, bem como na Formação de Professores de Física, para, mediante essa relação, desenvolvermos um referencial que nos auxilie na construção de nosso aporte teórico-metodológico.

Diversos autores apresentam consenso quanto à relevância que um enfoque histórico pode apresentar no Ensino de Física, bem como na formação docente (BATISTA, 2004; 2009; 2011; CRUZ *et al.*, 1988; MARQUES; CALUZI, 2005; MARTINS, 2007; MASSONI; MOREIRA, 2007; MATTHEWS, 1995; MONTEIRO, 2005; MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007).

Desde o final da década de 1980 é possível encontrar apontamentos que relacionem positivamente a História da Ciência ao Ensino de Física. Para Cruz *et al.* (1988, p. 77), “[...] a história da Ciência parece-me um caminho de como trazer à tona o real processo de construir a Ciência, de fazer e aprender Ciência”. Aqui os autores, ao desenvolverem uma mesa-redonda a respeito do tema, já apresentam o papel da História da Ciência na desmistificação da construção do conhecimento científico. A relevância dessa abordagem está na necessidade de levar aos alunos a real compreensão de como a Física é construída, não de maneira linear e assertiva, mas mediante discussões, reflexões, debates e negociações de significado, o que torna possível contextualizar o Ensino de Física (CRUZ *et al.*, 1988).

Esse papel relevante da História da Ciência é confirmado também em outros trabalhos, tais como de Batista (2004), Gatti, Nardi e Silva (2010), Monteiro

(2005), Ortiz e Batista (2009), Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008), o que demonstra que a discussão permanecesse atual.

A História da Ciência, seja no Ensino de Física ou na formação de professores de Física, relaciona-se com uma abordagem “contextualista”, ou seja, uma abordagem em que sejam ensinados os diversos contextos da Ciência sejam eles éticos, sociais, históricos, filosóficos ou tecnológicos (MATTHEWS, 1995).

Matthews (1995) ainda justifica que a História da Ciência contribui para o Ensino mediante uma perspectiva contextualista, assinalando sete motivos: 1) motivação dos alunos; 2) humanização da matéria; 3) melhor compreensão dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; 4) valor intrínseco em compreender episódios fundamentais na História da Ciência; 5) demonstrar a natureza mutável e instável da Ciência, que torna o pensamento científico sujeito a transformações; 6) opõe-se à ideologia científicista; 7) permite uma compreensão conveniente do método científico, bem como apresenta padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995).

O papel da História na formação do professor pode ser justificado se considerarmos que, ao adotá-la, incentiva-se um novo agir dos professores, no que tange a uma prática menos passiva e mais associada à reflexão, bem como a visão crítica da construção do conhecimento científico (MONTEIRO, 2005; MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007). Além disso, “[...] Um professor de Ciências com conhecimento de HFS [História, Filosofia e Sociologia] pode auxiliar os alunos a compreender exatamente como a Ciência apreende, e não apreende, o mundo real, vivido e subjetivo” (MATTHEWS, 1995, p. 185).

Esse conhecimento a respeito das formas como a Ciência se relaciona com o mundo real ajuda a compreender que a investigação científica apresenta uma forma de estender nossa percepção de mundo, e não necessariamente adquirir conhecimento a respeito dele, de forma que se busca compreender o conhecimento Físico como um processo de construção (BATISTA, 2004). Assim, a História da Ciência é capaz de oferecer respaldo para a construção de uma abordagem que se desvincilhe da positivista e da racionalidade técnica, além de auxiliar na compreensão da Ciência em sua dimensão política e social (MONTEIRO, 2005).

Para Marques e Caluzi (2005), a utilização da História da Ciência pode contribuir para demonstrar o processo de construção do conhecimento

científico, bem como o processo de desenvolvimento dos conceitos, além de incentivar o aluno a perceber que a aceitação ou não de uma proposta depende também de diversos valores além dos científicos, como os sociais, filosóficos, políticos e religiosos.

Também outros trabalhos, como os de Ortiz e Batista (2009) e Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008) defendem esse posicionamento, considerando que o estudo dos contextos históricos podem proporcionar situações efetivas de aprendizagem em que o indivíduo deixe de ver como espectador para se ver como sujeito ativo na construção do conhecimento, mediante a reconstrução das ideias científicas originais e a humanização do Ensino que a história proporciona.

A História da Ciência também se destaca quando tratamos do desenvolvimento do conhecimento do conteúdo. Como vimos, ele é um elemento significativo na construção do CPC, entretanto, conhecer o conteúdo não significa apenas conhecer suas leis, modelos e teorias, mas também suas relações, bem como a compreensão de que esse conhecimento não se trata de um constructo arbitrário (BATISTA, 2004; GIL PÉREZ; VILCHES, 2004; MATTHEWS, 1995; SHULMAN, 1986). Não ignoramos que alguns autores apresentem críticas à inserção da História no Ensino de Ciências, entretanto, como Matthews (1995) afirma, os pontos principais dessas acusações podem ser acomodados sem que haja a necessidade de excluir a História dos cursos de Ciências.

Apesar da relevância da História da Ciência para o Ensino de Física, que fica clara nos trabalhos analisados, Martins (2007) alerta para algumas dificuldades encontradas quando se trata de abordar esse tema em sala de aula. Entre elas, a ineficácia de disciplinas de História da Ciência na formação de professores, sem uma reflexão a respeito de como fazer para levar essas disciplinas para sala de aula. Aqui evidenciamos o papel do CPC, para proporcionar à graduação um debate metodológico que incentive uma integração com outras áreas do conhecimento. Ainda relacionando a História da Ciência e também a Filosofia da Ciência ao CPC, Martins (2007) afirma:

[...] acreditamos que o trabalho na direção de um conhecimento pedagógico do conteúdo contribua para problematizar visões que consideramos ingênuas acerca do uso da HFC para fins didáticos. A HFC ainda é pensada como algo periférico, secundário, como uma “ilustração”. Mesmo quando pensada em termos de conteúdo, é algo a ser acrescentado, quase sempre como uma *introdução aos assuntos* e temas “regulares” do currículo. Como estratégia, limita-se praticamente ao aspecto motivacional, visando despertar o interesse dos alunos para – novamente – os assuntos “regulares” (MARTINS, 2007, p. 128, grifos do autor).

Ao propormos a construção de uma Sequência Didática neste trabalho, buscamos essa integração, para levar aos docentes formadores uma proposta teórico-metodológica que possibilite a construção de abordagens vinculadas a História da Física para o Ensino de conceitos de FMC, indo além da ilustração e do uso complementar. Para tanto, nos concentramos no ensino de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade, relacionando a História da Ciência com a Aprendizagem Significativa Crítica.

Esse relacionamento já foi demonstrado possível em trabalhos como de Batista (2004) e Lucas e Batista (2011). Assim, defendemos também que a História da Ciência seja uma possível abordagem na busca por um ensino de Física mediante uma perspectiva crítica. Para tanto, é necessário que ela seja apresentada para os futuros professores não apenas como uma disciplina individual, mas incluída em discussões que considerem as possibilidades de aplicação para o professor, o que implica o uso de processos interdisciplinares, buscando a construção do CPC, conforme discutimos anteriormente.

Ao considerar essa necessidade, parece-nos plausível que a História da Física, em conjunto com a Aprendizagem Significativa Crítica esteja presente na estrutura da elaboração de nossa Sequência Didática, auxiliando na construção do CPC para o Ensino de Relatividade. Descreveremos, a seguir, a abordagem metodológica utilizada para a construção dessa Sequência Didática, bem como para a análise dos dados obtidos.

3 FUNDAMENTAÇÃO E ABORDAGEM METODOLÓGICA

Ao considerarmos a problemática e os objetivos que regem esta investigação, optamos pelo desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa de cunho interpretativo. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), essa abordagem, dentro da área de educação, pode assumir diversas formas sendo conduzida em variados contextos, entretanto, todas elas possuem características em comum.

É possível evidenciar cinco características para uma pesquisa qualitativa: a fonte de dados é o ambiente natural, sendo o investigador o principal instrumento; a investigação é descritiva; o interesse da pesquisa se dá mais em torno do processo do que apenas dos resultados e/ou produtos; a análise dos dados segue uma tendência indutiva; o significado é de importância vital (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Dentro dessa perspectiva, partimos de uma análise documental. Pode-se considerar documento, materiais escritos que possam ser utilizados como fonte de informação a respeito do comportamento humano (LÜDKE; ANDRÉ, 2001).

Dessa forma, desenvolvemos uma pesquisa documental em referenciais que abordam temas alusivos ao CPC, Aprendizagem Significativa Crítica, Ensino de FMC, Ensino de Relatividade, História da Ciência e Formação de Professores, bem como a grade curricular e as ementas de disciplinas que abordavam Relatividade nas Universidades Públicas do Estado do Paraná, o que orientou a coleta das informações apresentadas e discutidas ao longo desta pesquisa.

3.1 CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ao considerar alguns fatores potencialmente importantes que visam relacionar o CPC à formação de professores (VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002), investigamos a construção de uma Sequência Didática, com a perspectiva que a mesma possibilite uma inserção desses fatores (conhecimentos teóricos e práticos, bem como à interação entre eles) na formação inicial de professores de Física, aplicada ao ensino de Relatividade. Para tanto, além da *Base de Conhecimentos*, Aprendizagem Significativa Crítica e História da Ciência, buscamos aportes na Didática das Ciências.

Nossa escolha da Didática da Ciência leva em consideração que suas atuais tendências compreendem o currículo escolar como uma proposta global, em que a atividade do professor está voltada a buscar soluções para os problemas surgidos em aula, sendo que o ponto de partida são as necessidades de aperfeiçoamento manifestadas pelos professores (GARCÍA-CARMONA, 2009). O autor esclarece alguns pontos a respeito dessa perspectiva da didática, os quais podemos relacionar com nossos objetivos de construção do CPC:

[...] considera a atividade investigadora como um processo inerente à prática docente, e deve ser vista como uma abordagem orientada para a criação e avaliação de projetos curriculares, partindo de: a) a prática do professor, como instrumento destinado ao desenvolvimento e aperfeiçoamento profissional, e b) a metodologia didática que favoreça uma aprendizagem significativa e funcional do aluno (GARCÍA-CARMONA, 2009, p. 370, tradução nossa).

Ao considerar esses pontos da didática da Física relevantes na formação de professores de Física, buscamos investigar quais as possíveis formas de abordá-los de maneira potencialmente significativa e crítica na formação inicial. Uma resposta aceitável para essa questão é por meio de uma Sequência Didática que possibilite essas discussões de forma ordenada e coerentemente estruturada.

A investigação da construção de uma Sequência Didática se faz plausível se compreendemos o conjunto de elementos que a compõe, conforme caracterizados por Zabala (1998, p. 18) como “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Assim, essas são sequências de ensino e aprendizagem que propõem uma maneira de unir e articular diferentes atividades ao longo de uma unidade didática, ao mesmo tempo em que analisa e avalia a pertinência de cada uma dessas atividades, a necessidade de outras ou a ênfase que se deve dar a cada uma delas. “As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento [...] de diferentes conteúdos” (ZABALA, 1998, p. 20).

A forma com que se situa algumas atividades em relação às outras, além do tipo de tarefas, é um critério para realizar identificações ou caracterizações preliminares da forma de ensinar. Em outras palavras, estudar as sequências

didáticas se justifica devido à relevância das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem, e, assim, do papel das atividades que se propõe (ZABALA, 1998).

Dessa forma, se pretendemos construir e analisar uma abordagem de ensino mediante a perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica, um primeiro passo é a construção de uma Sequência Didática que se adéque a essa perspectiva. Moreira (2010c) nos orienta nesse aspecto, esclarecendo que essa organização sequencia os tópicos, ou unidades de estudo de forma tão coerente quanto possível com as relações de dependência entre elas, levando em consideração os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Um dos fatores que justifica esse tipo de organização é a relevância da disponibilização de ideias-âncora para aprendizagem significativa, e pode ser maximizada quando se tira partido das “[...] dependências sequenciais naturais existentes em uma disciplina, e do fato de que a compreensão de um dado tópico, frequentemente pressupõe o entendimento prévio de algum outro tópico relacionado” (MOREIRA, 2010c, p. 203).

Isso implica, ainda de acordo com Moreira (2010c), que a organização sequencial pode facilitar a aprendizagem significativa se for desenvolvida de forma que o conhecimento do material antecedente possa fazer o papel de organizador para o material subsequente. Para tanto, é necessário que a organização sequencial dependa, em parte, do efeito facilitador geral da disponibilidade de ideias-âncora relevantes na estrutura cognitiva.

Feitas as considerações gerais referentes ao papel de uma Sequência Didática, ponderamos a respeito de como é possível construí-la de forma a abranger nossos objetivos e analisá-la.

Inúmeros são os tipos possíveis de sequências didática para o ensino, cada qual com seus objetivos. Entretanto, as variáveis desses objetivos são comuns em grande parte delas, consistindo, principalmente, nos seguintes aspectos: grau de participação dos alunos; grau de intervenção do professor e os tipos de atividades, considerando seus papéis didáticos distintos (LUCAS; BATISTA, 2011; ZABALA, 1998).

Zabala (1998) propõe quatro exemplares genéricos de unidades didáticas. Apresentamos agora um desses exemplares genéricos, sendo que, feitas as devidas adaptações aos nossos objetivos, orientou a construção da nossa

Sequência Didática. Este modelo genérico foi extraído de *A prática Educativa: Como Ensinar* (ZABALA, 1998, p. 58):

Quadro 3 - Modelo genérico de Sequência Didática

1. Apresentação por parte do professor ou da professora de uma situação problemática relacionada com o tema.

O professor ou a professora desenvolve um tema em torno de um fato ou acontecimento, destacando os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos para os alunos.

[...] os conteúdos do tema e da situação que se coloca podem ir desde um conflito social ou histórico, diferenças na interpretação de certas obras literárias ou artísticas, até o contraste entre um conhecimento vulgar de determinados fenômenos biológicos e possíveis explicações científicas.

2. Proposição de problemas ou questões.

Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor ou professora, expõem as respostas intuitivas ou suposições sobre cada um dos problemas e situações propostos.

3. Explicitação de respostas intuitivas ou suposições.

Os alunos, coletivamente, dirigidos e ajudados pelo professor, deliberam sobre as respostas intuitivas.

4. Proposta de fontes de informação.

Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor ou professora, propõem as fontes de informação mais apropriadas para cada uma das questões: o próprio professor, uma pesquisa bibliográfica, uma experiência, uma observação, uma entrevista, um trabalho de campo.

5. Busca da informação.

Os alunos, coletiva ou individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor ou professora, realizam a coleta dos dados que as diferentes fontes lhes proporcionaram. A seguir selecionam e classificam estes dados.

6. Elaboração das conclusões.

Os alunos, coletiva e/ou individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor ou professora, elaboram as conclusões que se referem às questões e aos problemas propostos.

7. Generalização das conclusões e síntese.

Com as contribuições do grupo e as conclusões obtidas, o professor ou professora estabelece as leis, os modelos e os princípios que se deduzem do trabalho realizado.

8. Exercícios de memorização.

Os meninos e meninas, individualmente, realizam exercícios de memorização que lhes permitam lembrar-se dos resultados das conclusões, da generalização e da síntese.

9. Prova ou exame.

Na classe, todos os alunos respondem às perguntas e fazem os exercícios do exame durante uma hora.

10. Avaliação.

A partir das observações que o professor fez ao longo da unidade e a partir do resultado da prova, este comunica aos alunos a avaliação das aprendizagens realizadas.

Fonte: Zabala (1998, p. 58)

No que tange a Aprendizagem Significativa, Zabala (1998) já utiliza condições vinculadas à mesma para analisar as unidades didáticas que apresenta como exemplo. Com isso o autor busca responder questões como:

O que podemos dizer desta sequência didática além da constatação de sua maior complexidade? Vale a pena complicar tanto? Contribui para melhorar a aprendizagem dos alunos? Podem-se acrescentar ou eliminar algumas atividades? Quais? [...] Que avaliação podemos fazer desta sequência e que razões a justificam? (ZABALA, 1998, p. 55).

Para relacionar as condições de Aprendizagem Significativa Crítica com a construção de nossa Sequência Didática, bem como com sua análise, referenciamos-nos em Moreira (2010c), que apresenta um modelo de organização potencialmente significativo. Esse modelo pode ser dividido em três momentos, que visam identificar a estrutura conceitual do conteúdo, organização do conteúdo e o ensino desse conteúdo.

1º momento: identificar a estrutura conceitual da matéria de ensino, quais os subsunçores relevantes para a sua aprendizagem, além de identificar a estrutura cognitiva do aluno. Com isso, analisa-se se o aluno tem subsunçores relevantes à aprendizagem do novo material, para então fazer uso desses subsunçores, ou prover organizadores prévios, se for o caso.

2º momento: a organização do conteúdo, com base na estrutura conceitual determinada previamente, considerando os organizadores prévios, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e as relações naturais entre os vários tópicos.

3º momento: o ensino desse conteúdo, que deve ser desenvolvido levando em conta a estrutura cognitiva do aluno, a consolidação e uso de técnicas, métodos e recursos instrucionais que contribuam também para facilitar a Aprendizagem Significativa.

Justificamos também a escolha do modelo genérico aqui apresentado, em detrimento de outros: de acordo com Zabala (1998), ele é o que apresenta maior variedade de atividades, permitindo satisfazer a totalidade de condicionantes, afim de que a aprendizagem seja o mais significativa possível.

Isso se dá pelo fato desse modelo favorecer a participação dos alunos, no que se refere ao debate, ao trabalho em equipe, à pesquisa, enfim, à troca de significados, elementos relevantes para uma aprendizagem significativa

crítica. Além disso, também é possível estimular uma convivência social ativa em sala de aula, que contribua com o exercício da tolerância e respeito às diferentes opiniões (LUCAS; BATISTA 2011). Mais do que isso, estimular essa pluralidade de opiniões pode auxiliar na construção do CPC, por meio da problematização e da reflexão das diversas formas possíveis de se abordar o mesmo problema.

Assim, esclarecemos a adoção desse modelo como base para a Sequência Didática que apresentaremos posteriormente. Reafirmamos, entretanto, que essa é uma opção, adaptada à abordagem desta pesquisa, sendo que outros modelos são possíveis, respeitando seus respectivos contextos.

Considerando que a sequência aqui construída visa favorecer uma aprendizagem significativa crítica para elaboração de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico, é mister que se tome determinados cuidados historiográficos para seu desenvolvimento, o que abordaremos na sequência deste trabalho.

3.2 CUIDADOS HISTORIOGRÁFICOS

Ao elaborarmos e investigarmos a construção de uma Sequência Didática com enfoque histórico foi necessário que adotássemos um tema, dentro da FMC, que se adequasse como exemplar histórico nas atividades. Essa escolha se faz presente, considerando que não temos o objetivo de esgotar a temática neste trabalho.

O tema escolhido foi Teoria da Relatividade, sendo que acreditamos que uma abordagem histórica nesse caso pode ser relevante para uma abordagem contextualista, que aproxime o aluno dos problemas que levaram à sua construção, bem como algumas das implicações que seus resultados nos oferecem. Questões que podem surgir são: porque desenvolver uma síntese histórica de um tema inúmeras vezes abordado? Não seria aconselhável utilizar alguma reconstrução já elaborada? Que contribuição podemos oferecer a essa história?

Ao responder tais questões, que são de fato relevantes, nos conscientizamos de que não existe uma fórmula ou receita infalível para desenvolver investigações em História da Ciência. Porém, para um pesquisador iniciante, escolher um tema já deveras abordado pode se arriscado, considerando que a dificuldade de apresentar algo original ao que já foi feito é maior, ao considerarmos

que a escolha de um enfoque entre os diversos possíveis, bem como de fontes que possibilitem novas interpretações ou evidências exige experiência, conhecimento e tempo disponível para a investigação, como nos alerta Martins (2005a). A autora ainda considera que não faz sentido apenas repetir o que já foi feito, ou chegar a conclusões já aceitas por todos, sem nada novo acrescentar.

Entretanto, reconstruir alguns dos principais eventos da teorização da Relatividade apresenta grande relevância para nossa pesquisa. Não se trata de desenvolvermos apenas mais uma reconstrução histórica, mas sim elaborarmos uma síntese histórica mediante o nosso olhar a respeito das questões, abordagens, discussões e reflexões que se apresentam ao longo dessa história, sob a ótica do seu possível uso didático.

Dessa forma, não convém que apenas reproduzamos uma reconstrução já elaborada, pois pretendemos evidenciar particularidades, significados e implicações que a teorização da Relatividade proporcionou e que não costumam ser evidenciadas, bem como apresentar uma síntese histórica que possa auxiliar na análise de interpretações históricas equivocadas, que acabam criando mitos que diversas vezes se espalham tanto entre os professores de Física quanto os alunos, podendo gerar “caricaturas históricas” capazes de distorcer a compreensão de como se dá a construção do conhecimento científico.

Também ressaltamos a necessidade de revisitarmos a História, considerando que uma síntese histórica, bem como a sua interpretação, esta sujeita à influência do contexto histórico em que o historiador vive e trabalha. Dessa forma, é por meio de sucessivas revisões e correções que se torna possível construir aos poucos uma visão objetiva da História (MARTINS, 2005b). Isso fica claro ao analisarmos obras historiográficas de diferentes autores a respeito do mesmo tema, como no caso da história de Galileu (MATTHEWS, 1995).

Para alcançarmos nossa proposta, adotamos alguns cuidados historiográficos visando proporcionar alguma “qualidade historiográfica” para nossa reconstrução.

Nesse momento, acreditamos ser necessário esclarecer o uso do termo “cuidados historiográficos”, em vez de simplesmente “cuidados históricos”. Isso se dá porque de fato há um diferente significado entre Historiografia e História, como esclarece Martins (2005b, p. 115):

Pode-se chamar de “historiografia” a produção dos historiadores, para diferenciá-la da “história” – entendida como um conjunto de situações e acontecimentos pertencentes a uma época e a uma região – que é o objeto de estudo dos historiadores.

Assim, a historiografia é o produto primário da atividade dos historiadores, e para que ela exista é necessário que se desenvolvam documentos que descrevam e reflitam a respeito da atividade científica, enquanto a História é constituída pelo encadeamento de atividades humanas ao longo do tempo, existindo independentemente do trabalho dos historiadores (MARTINS, 2005b). Esclarecido esse ponto, abordamos agora nossa perspectiva de “qualidade historiográfica”.

Quando falamos em “qualidade historiográfica”, podemos compreender alguns cuidados indicados ao reconstruir uma história, como: se policiar para perceber seus preconceitos e expectativas, na tentativa de minimizar que suas noções prévias acabem influenciando uma visão histórica equivocada do tema; buscar diversas fontes de informação variadas e bem fundamentadas, além de documentos originais, no intuito de compreender o passado científico para escrever a respeito dele; presar por princípios éticos, como a imparcialidade, não insistindo em uma demonstração, ou na defesa de uma causa, a despeito dos testemunhos (MARTINS, 2001, 2005b).

Martins (2005a) sintetiza alguns cuidados básicos referentes à historiografia, que acreditamos ser relevantes para proporcionar qualidade à nossa reconstrução:

- Evitar uma síntese histórica puramente descritiva, que esteja carregada de datas e informações irrelevantes para o assunto que se pretende discutir.

Este tipo de História da Ciência apresenta, muitas vezes, alguns indivíduos como gênios que tiraram suas ideias e contribuições do nada e outros como verdadeiros imbecis que faziam tudo errado. [...] É comum, também, que as obras centralizadas em um determinado cientista – como Einstein, Darwin ou Lavoisier – apresentem todos os que não aceitavam suas ideias (ou seus antecessores) como tolos, o que é uma visão distorcida da História. É preciso estudar não apenas os vencedores, mas também os derrotados, verificando quais os argumentos que apresentavam contra as novas ideias. Muitas vezes, os argumentos eram excelentes (MARTINS, 2005a, p. 314).

- Evitar uma abordagem anacrônica da História da Ciência, ou seja, olhando o passado com os olhos do presente. Nessa situação, o pesquisador acaba procurando no passado apenas aquilo que é

aceito atualmente, ignorando o contexto da época. Pelo contrário, deve-se estar familiarizado com o a situação histórica, social e cultural da época.

É o caso da busca de precursores, ou de procurar em pesquisadores mais antigos conceitos que foram desenvolvidos muito depois. [...] Ou então, valorizar no passado somente o que aceitamos hoje. [...] Em cada época e em cada autor o estilo de pensamento é diferente, e é preciso conhecer bem essas diferenças em vez de procurar encontrar a identidade entre autores e épocas distintos. Não se pode também criticar autores antigos utilizando argumentos e fatos muito posteriores (MARTINS, 2005a, p. 314).

- Não adotar o extremo oposto do anacronismo, em que o pesquisador considera apenas o contexto e as contribuições do passado, “ignorando completamente a História da Ciência moderna” (MARTINS, 2005a, p. 315).
- Desviar-se do “*apudismo*”, a citação de uma fonte por meio de outra fonte. Isso é arriscado por diversos fatores, como a possibilidade da citação ter sido distorcida ou retirada do seu contexto. Esse termo é utilizado para caracterizar trabalhos que se baseiam apenas em fontes secundárias, o que vai de encontro com um dos objetivos de desenvolver uma reconstrução histórica, que é a revisão constante do que foi discutido anteriormente.

Desse modo, serão introduzidos inúmeros erros, pois um dos trabalhos do historiador da Ciência consiste em fazer uma revisão constante dos trabalhos de outros historiadores que muitas vezes apresentam interpretações equivocadas e que são perpetuadas no decorrer do tempo (MARTINS, 2005a, p. 315).

Mediante esses cuidados, desenvolvemos uma síntese histórica da teorização da Relatividade com intuito de construir uma compreensão de questões científicas contemporâneas, no nosso caso, o atual contexto de conteúdos relativísticos.

Como tratamos anteriormente, essa síntese histórica foi desenvolvida também sob uma ótica de seu possível uso didático. Esses cuidados historiográficos, somados à análise de grades e ementas, no intuito de investigar como eram propostos aos futuros professores tópicos referentes ao conhecimento específico de Relatividade, guiaram-nos no objetivo de desenvolver uma síntese histórica da teorização da Relatividade que pudesse ser ofertada para docentes

formadores e licenciandos em Física, para ajudá-los a desenvolver uma abordagem histórica para o tema, tentando evitar a pseudo-história, que pode acabar induzindo falsas impressões e estereótipos a respeito da construção do conhecimento científico (PAGLIARINI, 2007), indo de encontro aos objetivos de uma abordagem histórica contextualista.

3.3 UMA ANÁLISE DOCENTE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Após construirmos a Sequência Didática, investigamos como docentes formadores de professores de Física analisavam sua estrutura teórico-metodológica, quanto a sua efetividade e benefícios, bem como críticas e sugestões. Para tanto, buscamos a colaboração de docentes vinculados à área de Ensino de Física.

Em primeiro momento, procuramos em duas perspectivas: docentes que atuam na área de Ensino de Física em geral e docentes que atuam na área e trabalham e/ou tiveram alguma formação em Aprendizagem Significativa. Os docentes convidados foram selecionados de acordo com os seguintes critérios gerais: atuam em instituições de ensino superior públicas; apresentam formação inicial em Física; lecionam disciplinas da área de Ensino de Física ou História e Filosofia da Ciência na licenciatura em Física; dispuseram-se a analisar nosso material. Para a seleção de Docentes relacionados à Aprendizagem Significativa, a esses critérios somou-se o de desenvolver/terem desenvolvido pesquisas na área de Aprendizagem Significativa ou lecionar a respeito dela.

O primeiro passo do nosso percurso metodológico para a coleta e análise desses dados foi o contato inicial com esses professores. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), é aconselhável que investigadores inexperientes utilizem uma abordagem objetiva, explicitando seus interesses e buscando que os sujeitos estudados cooperem consigo. Pensando nisso, entramos em contato com docentes formadores por meio de *e-mail*, explicando os objetivos da pesquisa e realizando o convite para que participassem dela, se assim desejassem (no apêndice A disponibilizamos um modelo dos *e-mails* enviados).

Posteriormente, entregamos, também por *e-mail*, aos docentes que aceitaram participar da pesquisa, uma cópia da Sequência Didática construída, em conjunto com os recursos didáticos propostos (textos, síntese histórica, vídeos,

questionários, guia para entrevista, entre outros). Enviamos também um questionário aberto, acompanhado de um roteiro para auxiliar a análise.

No que se refere à escolha de pesquisar a análise da Sequência Didática por docentes formadores, justificamos considerando o período de término da nossa pesquisa (fevereiro de 2014) e o fato da sequência ter sido elaborada para uma disciplina de 60h, o que torna inviável sua aplicação devido aos trâmites legais e aos prazos para oferta de novas disciplinas optativas de graduação. Porém, mantemos o interesse e o compromisso de realizar uma aplicação tão logo nos seja possível.

Por fim, considerando as afirmações acima delineadas, reafirmamos o caráter qualitativo de nossa pesquisa, sendo que os dados empíricos se constituem das respostas obtidas por meio dos questionários, e o nosso foco consiste no processo, ou seja, a investigação da construção e da análise da Sequência Didática adaptada para construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico.

3.3.1 Os Questionários

Conforme afirmamos anteriormente, utilizamos um questionário aberto como instrumento para coleta de dados.

A opção por esse formato de questionário considera que a escolha da forma e do tipo de perguntas a serem desenvolvidas deve levar em consideração os objetivos do questionário (MOREIRA, 2010d). Perguntas de forma aberta permitem a utilização das próprias palavras do avaliado na resposta, sendo que “estas perguntas, na medida em que proporcionam maior flexibilidade da resposta, podem favorecer a exploração mais a fundo do tema” (MOREIRA, 2010d, p. 166). Não devemos ignorar que o autor também apresenta ressalvas ao uso desse tipo de questionário, entretanto, para o objetivo desta pesquisa, ele ainda se apresenta adequado.

Assim, apresentamos a seguir um quadro contendo as questões propostas no questionário:

Quadro 4 - Questões propostas para os professores investigados

- 1) De acordo com sua experiência, o tempo total (em encontros) sugerido para a aplicação da sequência é adequado? Comente:
- 2) A maneira como o conteúdo “abordagens metodológicas para o Ensino de Relatividade com enfoque histórico” está organizado nas etapas da sequência é adequado? Comente:
- 3) As explicações, orientações e informações complementares para o professor a respeito de como realizar cada etapa da sequência apresentada e as atividades nela incluída estão claras? Comente:
- 4) As atividades e avaliações propostas e os recursos didáticos relacionados a essas (vídeos, textos, síntese histórica, questionários, guia para entrevista, Representação do Conteúdo - RC) se mostram adequados? Comente:
- 5) De acordo com seus conhecimentos, a forma como o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC) é abordado ao longo das atividades dessa sequência se mostra apropriado? (ex: as atividades proporcionam uma relação entre os conhecimentos teóricos e práticos; desenvolve-se uma conexão entre os conhecimentos da Base de Conhecimentos) Comente:
- 6) Ao longo da sequência fica claro ao professor como analisar indícios de ocorrência do CPC por meio das atividades e avaliações propostas em cada etapa para os futuros professores? Comente:
- 7) Como você avalia a forma como a participação dos estudantes é proposta ao longo dessa Sequência Didática?
- 8) E a participação do professor?
- 9) Quais vantagens e/ou desvantagens você pode elencar ou descrever na Sequência Didática apresentada para a formação de professores de Física (em relação às propostas de formação que você conhece)?

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme abordamos anteriormente, esse questionário visou que os docentes formadores investigados desenvolvessem uma análise teórico-metodológica da Sequência Didática construída. Assim, cada questão apresenta um objetivo específico, sendo que:

- A questão 01 visa investigar se o tempo proposto é adequado à metodologia adotada na Sequência Didática, se permite que haja tempo para reflexão, análise, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos conceitos, por parte dos futuros professores.

- A questão 02 permite uma análise da organização teórico-metodológica da Sequência Didática, que possa considerar se a forma como as atividades estão estruturadas é adequada para o ensino do conteúdo proposto.

- A questão 03 tem a preocupação metodológica de analisar se a forma como as orientações e informações apresentadas ao longo da Sequência

Didática possibilitam que um docente que deseje utilizá-la tenha condições de fazê-lo.

- A questão 04 possibilita uma análise acerca da relevância e qualidade teórico-metodológica das atividades, avaliações e recursos didáticos sugeridos no que se refere à proposta e objetivos da Sequência Didática.

- Na questão 05 pretende-se uma análise da abordagem teórico-metodológica referente ao CPC proposta ao longo da Sequência Didática, visando investigar se a mesma se mostra adequada aos aportes teóricos do CPC e da Base de Conhecimentos.

- A questão 06 visa investigar se ficam claras para os docentes formadores as possibilidades de analisar indícios da construção do CPC nos futuros professores por meio de avaliações e atividades propostas ao longo da Sequência Didática.

- A questão 07 investiga o papel proposto para os futuros professores ao longo da Sequência Didática, na perspectiva dos docentes formadores. Esperamos assim, analisar se esse papel se mostra adequado, no que tange os aportes teóricos da Aprendizagem Significativa Crítica.

- A questão 08 pretende complementar a abordagem proposta na anterior, ao propor uma análise do papel do docente ao longo da Sequência Didática. Dessa forma, pretendemos compreender se o papel do docente também se adequa aos pressupostos da Aprendizagem Significativa Crítica.

- A questão 09 pretende que os docentes formadores façam uma relação entre a proposta que apresentamos e outras que eles conhecem, elencando possíveis vantagens e desvantagens que auxiliem na análise e aprimoramento dessa Sequência Didática no que diz respeito à sua abordagem teórico-metodológica, bem como aos seus objetivos.

As questões que compõem esse questionário foram previamente decodificadas intersubjetivamente pelos integrantes do grupo “Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática” (IFHIECEM). O roteiro completo oferecido para os docentes formadores para análise da Sequência Didática pode ser encontrado no Apêndice B deste trabalho.

3.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO COMO TÉCNICA PARA ANÁLISE DE DADOS

Para analisarmos os dados oriundos das respostas dos docentes aos questionários, optamos por uma análise de conteúdo. Em primeiro momento, é importante compreender que a análise de conteúdo não é uma única técnica, mas sim um conjunto de técnicas para análise de comunicação, que se adequam ao domínio e aos objetivos pretendidos. Entretanto, ela apresenta uma estrutura básica que pode ser utilizada para análise de questionários abertos cujo conteúdo é avaliado rapidamente por tema (BARDIN, 2002). Em linhas gerais, podemos compreender a análise de conteúdo como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2002, p. 42).

Podemos organizar as fases da análise de conteúdo em três polos: a pré-análise; a exploração do material; o tratamento dos resultados, inferências e a interpretação (BARDIN, 2002).

A pré-análise é uma fase de organização. Nela se desenvolvem atividades como (BARDIN, 2002):

- Leitura flutuante – visando estabelecer um contato inicial com os documentos a serem analisados. Pouco a pouco, a leitura desses documentos vai se tornando mais profunda.
- A escolha dos documentos – essa escolha pode acontecer previamente, ou então, após determinar um objetivo, se seleciona o universo de documentos que possam oferecer informações a respeito do problema levantado.
- A formulação de hipóteses e objetivos – é importante ressaltar que não é obrigatório ter um corpo de hipóteses como guia para análise, sendo que, diversas vezes, essas hipóteses não surgem na pré-análise.
- A referenciação dos índices e elaboração de indicadores – nesse momento desenvolve-se uma seleção dos índices e a organização de indicadores com base nesses. Já na pré-análise deve-se desenvolver

operações como o recorte do documento em unidades comparáveis para análise temática e codificação para o registro dos dados.

- Preparação do material – o material deve ser preparado para a análise. Aqui se deve organizar o material, transcrever as entrevistas, editar textos, organizar as anotações, entre outras possíveis atitudes.

Após essa fase de pré-análise, entramos na exploração do material. Aqui tem início a fase de análise propriamente dita. Essa etapa consiste em operações de codificação, desconto e enumeração em função de regras previamente formuladas. No tratamento dos resultados obtidos e interpretação, os resultados brutos são tratados de forma a serem significativos. Podem-se estabelecer percentagens, quadros de resultado e diagramas que visem deixar em relevo as informações fornecidas pela análise (BARDIN, 2002). Essa fase de análise pode ser caracterizada conforme abaixo.

A codificação representa o tratamento do material. Corresponde a uma transformação dos dados brutos, obtidos por meio de seu recorte, agregação e unitarização, permitindo atingir uma representação do conteúdo. Aqui podemos compreender a relevância de unidades de registro (UR) e de contexto (UC), que servem para organizar esses recortes.

As UR são compreendidas como uma:

[...] unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial. [...] efetivamente, executam-se certos recortes a nível semântico, o “tema”, por exemplo, enquanto que outros se efetuam a um nível aparentemente linguístico, como por exemplo, a “palavra” ou a “frase” (BARDIN, 2002, p. 104).

Já as UC se mostram relevantes para que se faça referência a um contexto da unidade a registrar. Podemos compreendê-las como:

[...] unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões (superiores às da unidade de registro) são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro (BARDIN, 2002, p. 107).

A elaboração de UC e UR se fazem necessárias no desenvolvimento da análise e pode ser realizada previamente, com base nas hipóteses que os referenciais possibilitam que sejam desenvolvidas quanto ao material estudado, bem como ao longo da análise, referenciando-se diretamente nos dados obtidos. Sua

relevância se dá na classificação de elementos de um grupo por diferenciação e sequencialmente por reagrupamento de acordo com o gênero (analogia), com critérios estabelecidos previamente, ou seja, elas possibilitam a desmontagem e reorganização dos dados. O desenvolvimento de boas Unidades, nesse sentido, implica algumas características como:

- a exclusão mútua;
- a homogeneidade;
- a pertinência;
- a objetividade e a fidelidade;
- a produtividade.

Após a fase de codificação dos dados, na qual fazemos uso das Unidades de Contexto e de Registro, bem como da frequência relativa referente às informações presentes em cada unidade, visando organizar os dados, passamos a desenvolver inferências com relação à eles.

A inferência é um momento fundamental na análise de conteúdo. Com ela desenvolvemos um diálogo entre os dados investigados e os referenciais teóricos que orientam essa investigação. Não se pode permanecer apenas na descrição do conteúdo, é preciso inferir conhecimentos relativos às condições de produção desse conteúdo.

Ao longo do processo de inferência, busca-se compreender questões como: o que conduziu a determinado enunciado? Quais consequências desse enunciado? Assim, o processo de inferência é um processo de dedução de maneira lógica acerca dos conhecimentos a respeito do emissor da mensagem, ou do seu meio (BARDIN, 2002).

Considerando esse processo, compreendemos que “[...] a análise de conteúdo constitui um bom instrumento de indução para se investigarem as causas (variáveis inferidas) a partir dos efeitos (variáveis de inferência ou indicadores; referências no texto)” (BARDIN, 2002, p. 137).

Assim, seguindo as orientações técnicas acima apresentadas, desenvolvemos uma análise das respostas dos docentes ao questionário proposto. Para tanto, elaboramos Unidades de Contexto (UC) e Unidades de Registro Prévias (URP), que foram interdecodificadas pelos integrantes do grupo IFHIECEM. Essas unidades foram utilizadas na desmontagem e na reorganização dos dados coletados

com os questionários que, em conjunto com o uso das frequências relativas das respostas em cada URP, nos possibilitou a construção de um metatexto, no qual desenvolvemos nossas inferências e considerações referentes aos dados. Esses resultados serão apresentados ao longo do capítulo seis.

Na sequência, apresentamos os resultados da investigação da construção de uma Sequência Didática para abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA CONSTRUÍDA E SUA ANÁLISE ESTRUTURAL

Após percorrermos o caminho da problematização, fundamentação teórica e levantamento de abordagens metodológicas, articulamos esses conhecimentos e estruturamos a Sequência Didática abaixo apresentada, para “abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com enfoque Histórico”. Evidenciamos elementos da sequência genérica que orientaram a estruturação de sua configuração atual, e desenvolvemos uma análise de sua estrutura, mediante a perspectiva de nossos referenciais, para melhor compreendermos sua estruturação. Ela está definida da seguinte forma:

Nas duas primeiras linhas, apresentamos a Sequência Didática adaptada para “abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com enfoque histórico”, construída e subdividida em suas etapas subsequentes. Na terceira linha, explicitamos as relações entre aquela (s) etapa (s) e elementos da Sequência Didática genérica, proposta por Zabala (1998) que as influenciaram, e enfim, na última linha desenvolvemos uma análise estrutural pormenorizada, justificando os eventos propostos em cada etapa, mediante a perspectiva de nossos referenciais teórico-metodológicos.

Por fim, ressaltamos que uma cópia da versão apresentada aos professores para que fizessem sua análise da Sequência Didática construída, bem como as adaptações, recursos didáticos e informações complementares aos professores que se interessarem em aplicá-la, encontra-se disponível nos apêndices D, E, F, G, H e I.

A seguir, apresentamos a Sequência Didática construída, bem como sua análise estrutural. Sugerimos que a mesma pode ser implementada anteriormente ao Estágio supervisionado (GARCÍA, 1998; GATTI; NARDI, SILVA, 2010), visando possibilitar uma experiência diferenciada ao longo da graduação, e posteriormente ao futuro professor ter contato com o conteúdo Relatividade², com a perspectiva de respeitar seu conhecimento do conteúdo (SHULMAN, 1986; 1987; HENZE; VAN DRIEL, VERLOOP, 2008; VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

² Ressaltamos que essa é uma sugestão, para uma abordagem intensiva do CPC, e que outras abordagens são possíveis, ao longo de toda a graduação, respeitando-se o contexto.

Quadro 5 - Sequência Didática construída e sua análise estrutural
(continuação)

Etapas Adaptadas	1ª Introdução e obtenção das noções prévias 2ª Problematização
Sequência Didática adaptada: abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico.	<p>1) O docente inicia a aula apresentando a disciplina e explicando quais são seus objetivos, motivações, formas de avaliação.</p> <p>2) Na sequência, explica aos futuros professores que será transmitido um vídeo a respeito de uma reflexão acerca dos sistemas de ensino atuais.</p> <p>*O vídeo transmitido denomina-se <i>Repensar a Escola: uma necessidade atual</i> e pode ser encontrado no seguinte endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=qrXk_U0aORo>. Obtido em: 04/04/13, duração: 3min29seg.</p> <p>3) Antes de iniciar a transmissão, o docente entrega o questionário (1) para os futuros professores e pede para que eles o respondam ao final do vídeo.</p> <p>4) O docente recolhe os questionários.</p> <p>5) O docente pede para que os estudantes se organizem em três grupos e distribui os questionários respondidos entre eles.</p> <p>6) Então é pedido que cada grupo analise os questionários e delibere a respeito das respostas.</p> <p>7) Ao final, o docente estimula um debate, discutindo as ideias apresentadas e problematizando a situação do ensino de FMC, em especial a Relatividade no Ensino Médio.</p> <p>8) Avaliação: a critério do docente, devendo se desenvolver ao longo de todo o processo.</p>
Elementos do exemplar Genérico (ZABALA, 1998).	<p>Esta etapa da sequência se relaciona à apresentação de uma situação problemática relacionada ao tema, bem como a proposição de problemas e questões e a explicitação de respostas intuitivas ou suposições.</p> <p>Aqui, propomos o desenvolvimento de um problema em torno de um fato/acometimento e, sequencialmente, um levantamento de respostas intuitivas e suposições dos futuros professores quanto à esse problema, sobre as quais são desenvolvidas deliberações referentes a essas respostas (ZABALA, 1998).</p>
Análise estrutural da Sequência Didática adaptada.	<p>Aprendizagem Significativa Crítica: na perspectiva de uma estruturação potencialmente significativa, essas etapas da sequência visam analisar a existência de subsunçores relevantes para esse conteúdo e prover organizadores prévios (MOREIRA, 2010c). Ressaltamos o uso de recursos didáticos diversos, como os vídeos e questionários, e o estímulo ao debate. Com isso, esperamos que seja possível que os futuros professores exponham noções prévias acerca do tema, que possam orientar as demais etapas do processo para que se caracterize como potencialmente significativo. Ao mesmo tempo, evidenciamos o papel dos futuros professores na construção do conhecimento, sendo que eles, por meio da análise dos questionários e dos debates, são inseridos como os sujeitos principais ao longo do processo (MOREIRA, 2010b; 2010c).</p> <p>CPC: nestas etapas visamos levantar e analisar indícios do CPC que estejam presentes previamente no futuro professor a respeito do conteúdo escolhido. O questionário propõe levantar esses indícios, levando em consideração influências e noções que possam ter sido adquiridas ao longo da formação inicial. Ao mesmo tempo, a análise e o debate das respostas visam proporcionar um ambiente de interação em que diversas interpretações e experiências possam ser evidenciadas, indo além da racionalidade técnica e estimulando quais práticas de ensino diferenciadas daquelas que vivenciaram são possíveis (GATTI; NARDI; SILVA, 2010; KIND, 2009; MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009).</p>

	<p>Também aqui ressaltamos o processo de investigação como estruturante para o ensino de Física (ANDRADE, 2011; VILCHES; GIL PÉREZ, 2007), sendo que nessas etapas, de forma interativa com os futuros professores, estruturamos a problemática que irá orientar a investigação.</p>
<p>Etapas Adaptadas</p>	<p>3ª Aprofundamento da Problemática</p>
<p>Sequência Didática adaptada ao ensino de “Abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com enfoque histórico”.</p>	<p>9) O docente entrega aos futuros professores um texto referente a duas Teorias de Aprendizagem: “Comportamentalismo” e “Aprendizagem Significativa: da versão clássica à versão Crítica”.</p> <p>10) Explica-se que a discussão será iniciada pelo comportamentalismo, então é solicitado que se formem quatro grupos com os futuros professores e se explica a atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ O primeiro grupo fará uma leitura do texto, destacando quais são os principais elementos e características do comportamentalismo. ❖ O segundo grupo realizará uma leitura buscando os pontos positivos e negativos dessa teoria para as situações de ensino. ❖ O terceiro grupo realizará uma leitura buscando exemplificar situações que retratem o comportamentalismo nas práticas de ensino. ❖ O quarto grupo analisará as deliberações dos outros três, posicionando-se favoráveis, contrários ou apresentando ressalvas ao que foi exposto. <p>11) O docente coordena a exposição das considerações de cada grupo e fomenta o debate, orientando os futuros professores em direção a estruturar considerações finais referentes ao tema.</p> <p>12) Avaliação: o docente pode atribuir uma nota para a participação dos futuros professores no trabalho em grupo e ao longo do debate.</p> <p>13) Trabalho extraclasse: o docente solicita que os futuros professores leiam em casa o texto que trata da Aprendizagem Significativa e ressaltem as principais características, as possibilidades que ela pode oferecer para as situações de ensino, as dificuldades que podem ser encontradas etc.</p> <p>14) O docente fomenta um debate, estimulando os futuros professores a apresentarem sua compreensão quanto a Aprendizagem Significativa.</p> <p>15) O docente orienta o debate em direção à organização das ideias e apresentação das considerações acerca das possibilidades de se trabalhar abordagens potencialmente significativas no ensino de Relatividade no Ensino Médio.</p> <p>16) Explica-se que será apresentado um novo vídeo, acompanhado de um questionário para que os futuros professores respondam. *O vídeo apresentado denomina-se <i>Pink Floyd - Another Brick In The Wall (HQ)</i> e pode ser encontrado no seguinte endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=YR5ApYxkU-U>. Obtido em: 04/04/13, duração: 6min01seg.</p> <p>17) O docente entrega o questionário (2) para os futuros professores e pede que eles o respondam.</p> <p>18) Após responderem, o docente orienta que eles exponham suas respostas e realiza uma problematização acerca de como levar o ensino de Relatividade para o Ensino Médio.</p> <p>19) Avaliação: o docente pode levar em conta a participação dos futuros professores ao longo do debate, bem como as respostas ao questionário e atribuir uma nota a essas atividades.</p>

<p>Elementos do exemplar Genérico (ZABALA, 1998).</p>	<p>Esta etapa segue diretamente vinculada à anterior. Continuamos a estruturar uma situação problemática e propor problemas e questões referentes ao tema, bem como levantar respostas e suposições dos futuros professores acerca do assunto (ZABALA, 1998). Aqui mais elementos são acrescentados à situação problemática proposta anteriormente, visando aprofundar a reflexão e proporcionar subsídios para que os futuros professores explicitem suas respostas e suposições.</p>
<p>Análise estrutural da Sequência Didática adaptada.</p>	<p>Aprendizagem Significativa Crítica: Nesta etapa, enfatizamos atividades que proporcionassem debates entre os futuros professores. Isso se dá na perspectiva da interação social e do questionamento, que são indispensáveis no que diz respeito ao compartilhamento de significados, bem como no abandono da narrativa, já que buscamos proporcionar uma participação ativa dos futuros professores, considerando que eles são preceptores e representantes do conhecimento (MOREIRA, 2010b). Dessa forma, o debate e a socialização de interpretações e experiências caracteriza relevância por poder ampliar seu repertório, no intuito de facilitar as relações entre as novas informações e suas experiências passadas, além de mantê-los no centro do processo de aprendizagem.</p> <p>Outro elemento importante é que Teorias de Aprendizagem fornecem elementos que compõem a linguagem para estruturação de metodologias em Ensino. Assim, estudar acerca delas é entrar em contato com esses elementos, aprofundando o conhecimento a respeito dessa linguagem. Dessa forma, após o levantamento e a discussão das noções prévias, propostos nas etapas anteriores, nesta etapa, encontram-se conceitos mais gerais, que deverão estar presentes e dialogar com a estruturação de conceitos posteriores, de forma que haja uma relação de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.</p> <p>CPC: no que se referem ao CPC, as atividades dessa etapa visam oferecer subsídios para construir e evidenciar elementos do conhecimento pedagógico geral, bem como do conhecimento dos alunos. Abordar teorias de aprendizagem se mostra adequado a esse intuito, ao considerarmos que elas serão alicerces para as estratégias pedagógicas, que os professores irão utilizar para planejar, organizar e gerir situações de ensino (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011). Ao mesmo tempo, teorias de aprendizagem, ao apresentarem interpretações acerca de como se dá a aprendizagem, qual o papel do aluno e do professor nesse processo, elas orientam quanto a quais elementos devemos compreender e conhecer nos alunos (SALAZAR, 2005; VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002).</p> <p>Também é relevante ressaltarmos o papel das atividades desta etapa, no que diz respeito a um aprofundamento da problemática que deverá orientar o processo de investigação e construção do CPC por parte dos futuros professores.</p>

Etapas Adaptadas	4ª Investigação 5ª Pesquisa e análise de recursos didáticos
<p>Sequência Didática adaptada: construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico</p>	<p>20) O docente explicita a necessidade de ter contato com profissionais já atuantes e conhecer seus posicionamentos e noções a respeito do ensino de Relatividade no Ensino Médio.</p> <p>21) Propõe-se aos futuros professores a realização de uma entrevista com professores atuantes.</p> <p>22) O docente fornece a eles o guia para a entrevista e discute em sala as questões propostas.</p> <p>23) Além da entrevista, o docente também propõe a observação de aulas e análise delas.</p> <p>*Entre os objetos de análise devem estar o contexto escolar da turma, bem como sua interação com o conteúdo, a consideração (ou não) de seus conhecimentos prévios, a negociação de significados entre futuros professores e professor, recursos didáticos utilizados etc.</p> <p>24) Atividade extraclasse: as entrevistas e as observações serão realizadas durante o período dos encontros, de forma que os futuros professores serão dispensados para realizar essas atividades. Eles devem preparar seminários para apresentar os resultados de sua investigação.</p> <p>25) Após o retorno, os futuros professores apresentam seminários com os resultados de sua entrevista e observação. O docente fomenta um debate acerca desses resultados, focando-se nas questões: Os professores abordam o tema Relatividade no Ensino Médio? Como as abordagens têm se desenvolvido (ou não)? Como se dá a interação entre os professores e os alunos em sala?</p> <p>26) Avaliação: o docente pode atribuir uma nota aos seminários apresentados, bem como à interação ao longo do debate.</p> <p>27) O docente explica que, para a continuidade das atividades, o tema “Teoria da Relatividade” será utilizado como referencial para a construção das abordagens.</p> <p>28) São levados para a sala de aula diferentes livros (aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD) e separam-se os futuros professores em grupos, distribuindo esses exemplares entre os grupos.</p> <p>29) Posteriormente, sugere-se que eles realizem uma análise de como o Tema Relatividade é abordado nesses livros e entreguem suas considerações em uma folha separada, chamando a atenção para elementos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Qual o tempo sugerido pelo livro para esse tema? ❖ Os conceitos ali apresentados são relevantes para discussão do tema? ❖ Os conceitos ali expostos apresentam falhas e/ou incoerências? ❖ Existem elementos Históricos na abordagem oferecida pelo livro? Se sim, quais? ❖ Os exercícios sugeridos apresentam contextualização? ❖ A forma como o conteúdo é abordado estimula a curiosidade dos alunos e incentiva a investigação? <p>30) O docente estimula o debate, troca informações com os futuros professores, orientando uma reflexão acerca do uso de livros textos e instrumento didáticos alternativos no ensino, como textos históricos, artigos de divulgação, vídeos, músicas, representações teatrais e artísticas etc.</p> <p>31) Avaliação: o docente pode atribuir uma nota ao trabalho escrito entregue pelos futuros professores, bem como à sua participação nos debates.</p>
<p>Elementos do exemplar Genérico (ZABALA, 1998).</p>	<p>Estas etapas se relacionam com o exemplar genérico ao visar propor fontes de informação, bem como a busca por informações. Coletivamente e/ou individualmente se estruturam as fontes de</p>

	<p>informações, sejam elas os professores ou os livros didáticos propostos para análise. Tendo essas fontes de informação sido estruturadas, os futuros professores realizam a coleta e a classificação dos dados que as fontes os proporcionam (ZABALA, 1998).</p>
<p>Análise estrutural da Sequência Didática adaptada.</p>	<p>Aprendizagem Significativa Crítica: ao longo das atividades desta etapa, considerando os princípios da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2010b), concentramo-nos em propor uma interação social entre os futuros professores e os professores atuantes. Visando a negociação de significados, na perspectiva de uma comunicação horizontal. Na mesma perspectiva, pretendemos estimular um abandono da narrativa, de forma que os futuros professores falem mais, enquanto o professor formador orienta as discussões, oferece suporte, comportando-se como um agente que desenvolve a ligação entre o conhecimento e o aluno. Nesta etapa, também enfatizamos a participação ativa dos futuros professores por meio de formas diversas, que vão desde a entrevista, até a análise de livros didáticos. Ao mesmo tempo, evidenciamos a não centralidade no livro texto, propondo discussões que ressaltem diversos recursos didáticos que podem ser utilizados para proporcionar um ambiente de aprendizagem significativa.</p> <p>Também ressaltamos as ligações entre as atividades desta etapa e das etapas anteriores. Nosso objetivo é que as Teorias de Aprendizagem estudadas anteriormente ofereçam subsídios que auxiliem os futuros professores a analisarem as informações das entrevistas, bem como as abordagens propostas nos livros didáticos selecionados.</p> <p>CPC: as atividades desta etapa visam uma interação entre os conhecimentos teóricos e práticos. Indo além das discussões em salas de aula, os futuros professores têm a oportunidade de conhecer experiências, vivências, estratégias de professores experientes (ALMEIDA; BIAJONI, 2007) por meio das entrevistas e observação de classes, além de proporcionar uma interação entre os conhecimentos provenientes de realidades diferentes, que podem se potencializar mutuamente, conforme proposto por Gil Pérez e Vilches (2004) e Vilches e Gil Pérez (2007). O contato com professores experientes, bem como a observação de classe, também é proposto por Van Driel, De Jong e Verloop (2002), com objetivo de estimular a construção do conhecimento do aluno, bem como o conhecimento de diferentes contextos.</p> <p>A análise da abordagem dada a determinado conteúdo em livros didáticos também apresenta um propósito na construção do CPC, conforme nos indicam De Jong, Van Driel e Verloop (2005). Elas podem orientar uma problematização e reflexão, no que diz respeito a diferentes perspectivas para a abordagem daquele conteúdo (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005).</p> <p>Dessa forma, as entrevistas, bem como a observação de classe e análise de livros didáticos constituem etapas significativas para a construção e relacionamento entre conhecimentos da Base de Conhecimentos, visando a construção do CPC.</p>

Etapas Adaptadas	6ª Estruturação teórico-metodológica de uma abordagem para ensino.
<p>Sequência Didática adaptada construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico.</p>	<p>32) O docente explicita que a partir desse momento se dará início à construção de uma abordagem metodológica para o ensino do tema Relatividade, sendo que ela deverá ser referenciada na História da Ciência.</p> <p>33) Discute-se com os futuros professores de que forma é possível utilizar a História da Ciência para construir abordagens para o ensino desse tema.</p> <p>34) Avaliação: a critério do docente, ao longo de todo o processo.</p>
<p>Elementos do exemplar Genérico (ZABALA, 1998).</p>	<p>Esta etapa visa ainda organizar a busca de informações. Aqui, as fontes propostas se diferenciam das anteriores, entretanto, ainda se pretende que os futuros professores as investiguem, visando selecionar e classificar essas informações (ZABALA, 1998).</p>
<p>Análise estrutural da Sequência Didática adaptada.</p>	<p>Aprendizagem Significativa Crítica: Nas atividades desta etapa, destacamos a possibilidade de estimular o princípio da desaprendizagem (MOREIRA, 2010b). As discussões com os futuros professores devem estimular uma reflexão em que sejam capazes de selecionar, entre seus conhecimentos acerca da História da Ciência, quais são relevantes para estruturar abordagens referentes ao tema Relatividade. Nossa proposta, nesta etapa, também visa estimular a reflexão dos futuros professores acerca da incerteza do conhecimento (MOREIRA, 2010b), considerando que a História da Ciência é proposta aqui em uma perspectiva contextualista (MATTHEWS, 1995), que possa auxiliar o futuro professor a compreender a Ciência como um processo de construção humana, que não contém verdades absolutas, nem se dá de forma linear. Assim, compreender como usar a História da Ciência de forma contextualista visa estimular a compreensão de que nosso conhecimento, conforme Moreira (2010b), é construído com base em perguntas e metáforas que utilizamos.</p> <p>No que se refere à estrutura, pretendemos que esta etapa esteja relacionada às anteriores, de forma que os futuros professores não percam de vista a problematização construída anteriormente, bem como as análises gerais, estruturadas com base em teorias de aprendizagem e conhecimento de alunos e contextos escolares. Pretendemos que essas informações subsidiem as reflexões e propostas desenvolvidas nesta etapa.</p> <p>CPC: ao discutir acerca de como utilizar a História da Ciência na construção de uma abordagem metodológica, visamos estimular o relacionamento entre conhecimentos do conteúdo, bem como pedagógicos. Conforme Gil Pérez e Vilches (2004) e Shulman (1986), a História da Ciência representa um papel relevante para a construção do conhecimento do conteúdo, ao tornar possível que se vá além do conhecimento das teorias, leis e modelos científicos relativos ao tema. Por outro lado, incentivar os futuros professores a refletirem como esse conhecimento pode ser levado às salas de aula deve estimular a reflexão acerca de conhecimentos pedagógicos referentes às estratégias pedagógicas, planejamento e organização das situações de ensino (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011).</p> <p>O relacionamento entre esses conhecimentos mostra-se relevante para a construção do CPC, conforme orienta Shulman (1986; 1987), por tornar possível que o conhecimento do conteúdo, que é subjetivo ao professor, seja transformado, de forma a se tornar compreensível para os futuros professores. Ressaltamos que, para uma construção adequada do CPC, esses conhecimentos devem relacionar-se a outros abordados anteriormente, como o conhecimento do aluno e do contexto.</p>

Etapas Adaptadas	7ª Construção de uma abordagem 8ª Aplicação da abordagem
<p>Sequência Didática adaptada construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico.</p>	<p>35) O docente entrega a síntese histórica da Teoria da Relatividade para os futuros professores. Na sequência, desenvolve-se o estudo e as discussões referentes ao texto.</p> <p>36) O docente pede para que os futuros professores se separem em grupo e entrega uma ficha do RC para cada um, bem como o texto histórico a respeito da Teoria da Relatividade.</p> <p>37) Os futuros professores debatem e preenchem o RC, ao longo do percurso em que constroem suas abordagens. (Além de preencher o RC, eles também devem elaborar planos de aula para abordar o tema, utilizando a História da Relatividade).</p> <p>38) Ao final da construção, o docente recolhe uma cópia do RC e dos planos de aula. Os futuros professores são dispensados para aplicar sua abordagem no Ensino Médio.</p> <p>39) Avaliação: o docente pode atribuir uma nota ao RC e aos planos de aula.</p> <p>40) Trabalho extraclasse: os futuros professores negociam com as escolas e aplicam suas abordagens, que podem ser seminários, aulas formais ou oficinas. (O docente sugere que as aulas sejam registradas em vídeo, se possível).</p>
<p>Elementos do exemplar Genérico (ZABALA, 1998).</p>	<p>Essa etapa inicia a elaboração de conclusões por parte dos futuros professores. Ressaltamos que a elaboração dessas conclusões se estende ao longo de etapas subsequentes. Ao longo das atividades estruturadas, o intuito é que os futuros professores aprofundem suas considerações e conclusões acerca das questões e da problemática proposta, de forma que possam ser guiados a uma possível generalização e síntese (ZABALA, 1998). Também se proporciona uma proposta semelhante à de exercícios de memorização (ZABALA, 1998), quando tratamos da aplicação das abordagens construídas, de forma que os futuros professores relembrem e coloquem em prática os resultados e conclusões que obtiveram ao longo das atividades anteriores.</p>
<p>Análise estrutural da Sequência Didática adaptada.</p>	<p>Aprendizagem Significativa Crítica: As atividades dessas etapas visam tornar evidente o papel dos futuros professores no processo de aprendizagem por meio da interação social. Cabe ao professor orientar e fomentar os debates e as discussões, estimulando por meio de questionamentos e reflexões. Acreditamos também que essa interação possa estimular a aprendizagem pelo erro, considerando que, ao longo do processo de discussão histórica e construção das abordagens, deverá haver oportunidade dos futuros professores discutirem acerca das diversas interpretações que surgirem, desenvolvendo, com participação do professor formador, uma real troca de significados (MOREIRA, 2010b).</p> <p>As atividades destas etapas podem ser consideradas críticas (MOREIRA, 2010b), na perspectiva de que os futuros professores deverão desenvolver suas metodologias, por meio de análise e reflexão acerca dos conhecimentos adquiridos anteriormente, desenvolvendo um julgamento de quais serão adequados ao contexto em que serão aplicados. Neste momento, também há a oportunidade deles desenvolverem o uso de diversos recursos didáticos e abordagens, possibilitando que não apenas conheçam, mas experimentem, em sua prática, princípios da aprendizagem significativa crítica. Acreditamos que a prática aqui proposta possa facilitar a compreensão desses princípios para os futuros professores, bem como evidenciá-los como preceptores e representantes do conhecimento que estão construindo, conforme proposto por Moreira (2010b).</p> <p>Também evidenciamos nessa etapa a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2010a) pretendidas por meio das</p>

	<p>atividades. A construção de abordagens por meio dos RCs e de planos de aula subsidiados pelos elementos históricos, bem como sua aplicação, devem ser orientadas e vinculadas a conhecimentos adquiridos ao longo das etapas anteriores. Elementos das teorias de aprendizagem, em conjunto com as entrevistas, observações de sala e análise de livros didáticos devem servir como subsunçores, proporcionando conhecimentos prévios mais ricos e diferenciados para os conceitos vinculados a esta etapa. Ao mesmo tempo, esses conceitos devem constantemente arremeter e estimular a reflexão acerca dos conhecimentos anteriores, de forma que discrepâncias que tenham surgido ao longo do processo, sejam elas reais ou aparentes, possam ser revistas (MOREIRA, 2010a; 2010b).</p> <p>CPC: nestas etapas, pretendemos tornar evidente os relacionamentos entre os conhecimentos do conteúdo, pedagógicos gerais, dos alunos e do contexto, de forma teórica e prática, para a construção do CPC. Reafirmamos que esse relacionamento deve se dar em uma perspectiva interdisciplinar, de forma que eles não sejam vistos como uma soma linear de conhecimentos, mas sim como uma interação, visando a construção de uma nova forma de conhecimento. Atividades, como o RC, auxiliam, considerando sua colaboração para a representação do conteúdo ensinado (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009).</p> <p>Conforme abordamos anteriormente, as discussões históricas têm papel relevante na construção do conhecimento do conteúdo (GIL PÉREZ; VILCHES, 2004; SHULMAN, 1986). Porém, quando inserida essa discussão em um ambiente que visa sua aplicação em práticas reais de ensino, nossa perspectiva é que ela vá além, desenvolvendo um relacionamento com os outros conhecimentos, de forma a auxiliar na construção do CPC, de acordo com necessidade apontada por Martins (2007).</p> <p>Também evidenciamos nesta etapa uma das características relevantes para a construção do CPC, que é a interação entre os conhecimentos teóricos e práticos. A possibilidade de levar para diferentes contextos em sala de aula os conhecimentos construídos possibilita um relacionamento efetivo entre eles em situações efetivamente problemáticas (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; SILVA, 2010; VAN DRIEL; BERRY, 2010).</p> <p>Defendemos que esta proposta pode propiciar uma autonomia racional, que Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) apontam como necessária aos futuros professores, além de fazer parte da estruturação de atividades investigativas, conforme Pimenta (2012).</p> <p>Assim, as discussões históricas, em conjunto com o preenchimento do RC, a elaboração de planos de aula e a aplicação das abordagens construídas, devem possibilitar a construção e, ao mesmo tempo, a análise de elementos, como escolha de conteúdos, estratégias, metodologias e aspectos do contexto (FERNANDEZ, 2012), que em conjunto, representam aspectos do CPC.</p>

Etapas Adaptadas	9ª Apresentação dos Resultados 10ª Considerações Finais
<p>Sequência Didática adaptada construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com um enfoque histórico.</p>	<p>41) Os futuros professores apresentam seminários em que debatem os resultados obtidos com a aplicação de suas abordagens (é aconselhável que essas apresentações sejam gravadas).</p> <p>42) O docente solicita um relatório em que os futuros professores apresentem suas considerações acerca dos resultados apresentados nos seminários.</p> <p>43) O docente recolhe os relatórios e, após analisá-los, apresenta suas considerações para os futuros professores.</p> <p>44) O docente entrega novamente os relatórios aos futuros professores e realiza-se um debate acerca das considerações do docente.</p> <p>45) Cada um dos futuros professores constrói uma síntese desse debate e o docente as recolhe ao final da aula.</p> <p>46) Avaliação: o docente pode atribuir uma nota à apresentação dos seminários, bem como aos relatórios escritos e à participação dos futuros professores ao longo das discussões.</p> <p>47) Os futuros professores apresentam suas considerações gerais a respeito do curso e o docente os retorna com suas próprias considerações. Estimula-se uma reflexão acerca dos resultados do curso.</p>
<p>Elementos do exemplar Genérico (ZABALA, 1998).</p>	<p>Nestas etapas, pressupõe-se a finalização da elaboração das conclusões, sua generalização e síntese (ZABALA, 1998). Com as conclusões obtidas e a contribuição dos futuros professores, estrutura-se uma síntese dos resultados que puderam ser extraídos do trabalho realizado.</p> <p>Aqui também tratamos da avaliação. Como se pode observar, ela não é proposta por meio de uma prova ou exame, mas sim por inúmeras atividades a serem desenvolvidas ao longo de toda Sequência Didática, e ao final, o professor apresenta suas considerações e coletivamente propõe uma reflexão acerca da aprendizagem realizada.</p>
<p>Análise estrutural da Sequência Didática adaptada.</p>	<p>Aprendizagem Significativa Crítica: As atividades dessas etapas possibilitam que os futuros professores realizem uma retomada crítica dos conceitos aprendidos ao longo do curso, de acordo com nossa interpretação, conforme se espera ao longo de uma aprendizagem subversiva, ou crítica (MOREIRA, 2010b). A interação social e a troca de significados são elementos que devem estar presentes, ao longo da apresentação de seminários, bem como das considerações acerca do curso. Também evidenciamos a possibilidade da aprendizagem pelo erro (MOREIRA, 2010b), considerando a constante troca de informações e retomadas das discussões entre o professor formador e os futuros professores.</p> <p>CPC: com relação à construção do CPC, as atividades propostas nesta etapa pretendem evidenciar a troca de informações e experiências entre os futuros professores. Acreditamos que essas atividades se adequem à perspectiva proposta por Salazar (2005), quando aponta a necessidade de os futuros professores considerarem distintas redes sociais ao seu redor, pois elas possibilitam a socialização de interpretações dadas por cada um dos futuros professores, que podem refletir não apenas suas experiências, mas também seu relacionamento com sua formação anterior e com outras manifestações disciplinares, o que deve enriquecer o processo de construção do CPC.</p> <p>Também a exposição de resultados, análises e retomadas, que podem surgir nessas etapas, podem se caracterizar como REPPs (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004) que, em conjunto com os RCs, podem auxiliar na construção do CPC por parte dos futuros professores e, ao mesmo tempo, oferecer instrumentos de análise do CPC aos professores formadores.</p>

Nossa análise estrutural indica que a Sequência Didática construída se adequa à proposta de uma abordagem potencialmente significativa. Buscamos respeitar os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, de forma que as atividades partem de conceitos mais gerais, direcionando-se para os mais específicos, de forma que o que foi aprendido anteriormente possa ser utilizado como subsunção para as atividades seguintes, conforme propõe Moreira (2010c). Ao mesmo tempo, as atividades desenvolvidas apontam a necessidade de retomar e reconsiderar conceitos que foram estudados anteriormente, de forma que seja possível uma reconciliação por meio de suas semelhanças e diferenças (MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 2010a).

Ressaltamos também o caráter interdisciplinar que se apresenta em diversos momentos da sequência, quando se desenvolve uma relação entre os conhecimentos que participam da construção do CPC, possibilitando um entrelaçamento entre as partes e permitindo a produção de um novo significado ao todo, conforme nos propõe Batista e Salvi (2006).

A respeito das avaliações, mediante uma perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica, elas foram propostas ao longo da Sequência Didática, por diferentes meios. Esperamos que dessa maneira seja possível ao docente formador acompanhar indícios de aprendizagem ao longo de todo processo, estimulando assim uma prática investigativa e crítica.

Para finalizar este capítulo, reafirmamos o papel dos RCs e dos REPPs na construção do CPC. Conforme afirmamos anteriormente, os REPPs podem se caracterizar de diversas formas (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004). Ao longo desta Sequência Didática, eles se caracterizaram nos debates acerca dos RCs, na apresentação de seminários e na estruturação de relatos por parte dos futuros professores.

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: INVESTIGAÇÃO E ELABORAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS

Neste capítulo, após expormos a Sequência Didática construída e analisarmos sua estrutura, apresentamos nossas considerações a respeito do processo de seleção e construção de recursos didáticos (textos, vídeos, guia para entrevista, questionários, síntese histórica, instrumentos de avaliação do CPC) propostos ao longo da mesma.

Os recursos didáticos vinculados a construção dessa Sequência Didática também foram elaborados referenciando-se nos aportes da Aprendizagem Significativa Crítica, *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* e História da Ciência. Entre eles, encontram-se dois vídeos, dois questionários, um guia para entrevista com professores, uma síntese histórica da teorização da Relatividade, além dos instrumentos “Representação de Conteúdo (RC) e “Repertório de Experiências Pedagógicas e Profissionais” (REPP). Na sequência, desenvolvemos uma análise da cada um desses recursos.

5.1 SELEÇÃO DE VÍDEOS E ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS

Visando desenvolver um material que pudesse ser utilizado como organizador prévio e auxiliasse no levantamento das noções prévias dos futuros professores a respeito dos conhecimentos da Base de Conhecimentos, conforme propostos por Marcon, Graça e Nascimento (2011), buscamos em um canal de vídeos da *internet* (youtube), um vídeo que pudesse estimular essa reflexão. O escolhido foi *Repensar a Escola: Uma necessidade atual*, que possui uma duração de 3min29seg.

Trata-se de uma animação em que o narrador propõe diversas reflexões, como a forma lenta com que a escola se adapta às mudanças na sociedade, mantendo ainda um modelo tradicional de ensino, problema que se mostra coerente com a perspectiva que há na formação de professores de Física, pautada na racionalidade técnica, em detrimento de uma abordagem crítica (MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009; ROSA; ROSA, 2005).

No vídeo, o comentarista também estimula uma “nova forma de pensar a escola”, saindo dos moldes tradicionais, indo além de preparar o aluno

para o vestibular. Algumas sugestões propostas nesse sentido são a de incentivar um pensamento crítico e criativo em detrimento da memorização de fórmulas e relações. Para isso, sugere-se que não se incentive a competitividade, mas sim a interação social entre os alunos, bem como não se estimule neles o medo de errar, e sim os incentive à procura do conhecimento pelas diversas formas possíveis, visando à contextualização do que é aprendido com sua realidade.

Essa visão se mostra adequada, em termos de um ensino de Física estruturado na Aprendizagem Significativa Crítica, ao propor princípios como a interação social, bem como a discussão acerca do erro (MOREIRA, 2010b). O vídeo também critica a valorização excessiva dada ao vestibular (GUERRA; BRAGA; REIS, 2007; RODRIGUES; SAUERWERIN, 2011; ROSA; ROSA, 2005), ao mesmo tempo em que propõe a necessidade de uma abordagem que aproxime o ensino da realidade do aluno, estimulando a curiosidade e a criatividade (RODRIGUES; SAUERWERIN, 2011).

Também destacamos o incentivo do vídeo à aprendizagem por investigação, utilizando diversas fontes possíveis, característica relevante no ensino e na formação de professores de Física, por estimular uma prática crítica (GARCÍA-CARMONA, 2009; GIL PÉREZ; VILCHES, 2004; MASSONI; MOREIRA, 2007; SALAZAR, 2005).

Por esses motivos, a escolha desse vídeo nos pareceu adequada como organizador prévio para elaboração do primeiro momento da Sequência Didática, mediante a perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2010c). Na Sequência Didática, sua exibição está vinculada a aplicação de um questionário aberto, constituído de cinco questões (Apêndice E), que visam relacionar os possíveis conhecimentos prévios dos futuros professores acerca dos conhecimentos da Base de Conhecimento e sua relação com o ensino de Relatividade. As questões foram desenvolvidas do âmbito mais geral para o mais específico, visando estimular que os futuros professores apresentassem relações entre o *Conhecimento Pedagógico Geral, do Contexto, dos Alunos e do Conteúdo*, apresentando noções de seu *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (CPC) referente ao ensino de Relatividade, por meio dessas relações.

Esse levantamento das noções prévias referentes ao CPC nos futuros professores, que propomos por meio do uso do vídeo e do questionário é relevante, tanto em aspectos referentes à Aprendizagem Significativa Crítica quanto

à construção do CPC, se consideramos que as noções e conhecimentos anteriores desses futuros professores, bem como a forma como eles interagiram ao longo da sua graduação, poderão ter influência na sua prática profissional (GATTI; NARDI; SILVA, 2010; MASSONI; MOREIRA, 2007; SALAZAR, 2005).

O segundo vídeo proposto ao longo das atividades propostas na Sequência Didática chama-se *Pink Floyd - Another Brick In The Wall (HQ)* e tem 6min01seg de duração. Também foi encontrado em um canal de vídeos na *internet*, entretanto, segue uma perspectiva diferente do primeiro.

Esse vídeo é proposto após as atividades desenvolvidas com os textos referentes às teorias de aprendizagem (que abordaremos na seção 5.2). Trata-se de um clipe musical, no qual nosso interesse encontra-se nas imagens e não necessariamente na música.

Ele foi escolhido com o intuito de incentivar uma problematização por parte dos futuros professores no que diz respeito às abordagens metodológicas de ensino que podemos levar para a escola e suas relações com teorias de aprendizagem. Nele representa-se a visão do professor autoritário, que não permite que o aluno participe de forma ativa da aula, fazendo uso de sua criatividade e desenvolvendo uma troca de significados.

Pelo contrário, o professor se põe como portador de uma verdade que deve ser transmitida sem questionamentos, moldando os alunos de uma forma padrão, como uma espécie de fábrica. Dessa forma, o vídeo antagoniza com pressupostos da aprendizagem significativa crítica, reforçando a ideia de um ensino sem contexto, que acaba se tornando um treinamento para resolução de problemas, o que não se mostra eficiente no ensino de Física (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; ROSA; ROSA, 2005; SILVA, 2010).

Também destacamos a apresentação da punição pelo erro, utilizada no vídeo pelo professor, ao se sentir contrariado pela atitude de um dos alunos. Essa situação pode incentivar a reflexão a respeito do incutir o medo de errar nos alunos, bem como a verticalização do poder no ensino, em que o professor se coloca como portador da verdade e os alunos como receptores dessa verdade, um exemplo de direcionamento para uma aprendizagem mecânica, na qual o aluno aprende sem dar significado ao que aprendeu (MOREIRA, 2009a; 2010b).

O vídeo, por fim, apresenta a revolta dos futuros professores contra tal sistema de ensino, representado na destruição da escola e de seu professor, o

símbolo de sua opressão. Esse momento deve estimular reflexões acerca da necessidade de repensar os papéis do professor e dos alunos na construção do conhecimento, visando uma aprendizagem significativa, na qual os alunos tenham um papel ativo, desenvolvendo uma real troca de significados entre si e com o professor (MOREIRA, 2010b).

Como no primeiro caso, na Sequência Didática, o vídeo é proposto conjuntamente com um questionário aberto (apêndice E), constituído de quatro questões abertas, visando propor um debate acerca das relações entre os processos de ensino e teorias de aprendizagem, bem como o papel do professor nessas perspectivas. Esse questionário parte de questões mais gerais, que tratam da relação entre o processo de ensino representado no vídeo e as teorias de aprendizagem discutidas na atividade anterior da Sequência Didática, até alcançar questões mais específicas, que tratam da abordagem do professor para o ensino de Relatividade.

Nossa proposta de utilizar esses dois vídeos em conjunto com os questionários, em atividades da Sequência Didática que visam levantar as noções prévias dos futuros professores, além de problematizar a relevância de metodologias que estimulem um ambiente propício para aprendizagem significativa no ensino de Relatividade, segue pressupostos da Aprendizagem Significativa Crítica, pois propomos um levantamento das noções prévias dos futuros professores, bem como a construção de um ambiente que visa a interação social, a diversidade de estratégias didáticas, a participação ativa do futuro professor na construção do conhecimento e o abandono da narrativa (MOREIRA, 2010b).

Não defendemos que o uso desses instrumentos de forma isolada, ou descontextualizada, proporcionem ambientes propícios para aprendizagem significativa. Entretanto, dentro de atividades organizadas, que visam estimular a participação ativa dos futuros professores, por meio da problematização, da reflexão e da troca de significados, acreditamos que sejam instrumentos de relevância para uma construção do CPC de forma crítica, que busque romper com uma visão autoritária e conservadora de ensino e incentive a implementação de abordagens inovadoras no ensino de Relatividade.

5.2 UMA ABORDAGEM PARA TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Considerando a relevância dos *Conhecimentos Pedagógicos Gerais* na construção do CPC e visando estruturar uma problematização que direcione as atividades da Sequência Didática, elaboramos dois textos referentes a duas teorias de aprendizagem (Apêndice F).

Selecionamos como exemplares o Comportamentalismo e a Aprendizagem Significativa, de sua versão clássica à versão crítica. Essa escolha deu-se pelo fato dessas teorias representarem posturas distintas com relação à perspectiva de aprendizagem e de se adequarem à problematização pretendida, o que abordaremos posteriormente ainda nesta seção.

Como nossa intenção não é esgotar esse assunto, e sim propor uma problematização para os futuros professores acerca da estrutura teórica presente em sua profissão, os textos possuem base em recortes que acreditamos ser relevantes em aportes desenvolvidos por autores da área em ensino de Ciências.

Os aportes utilizados na elaboração desses textos foram um conjunto de subsídios teóricos para professores e pesquisadores em Ensino de Ciências, disponibilizado na página do professor Dr. Marco Antônio Moreira, um texto introdutório a respeito de teorias de aprendizagem para o Ensino de Física, disponibilizado na página da Universidade Aberta do Brasil (UAB) vinculada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), além do livro *Ensino Superior: bases teóricas e metodológicas* (MOREIRA, 2009a; 2009b; MOREIRA, VEIT, 2010; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

Os recortes concentraram-se em aspectos como: alguns dos principais princípios e características das teorias ao longo da história de seu desenvolvimento e atuais; suas implicações nos processos de ensino e de aprendizagem; os papéis do aluno e do professor e seu relacionamento nesses processos. Buscamos assim evidenciar características que se mostrem relevantes para fundamentar a construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade com enfoque histórico. Ressaltamos que todos os recortes são referenciados e explicitamos que o texto foi desenvolvido visando seu papel didático, dentro dos objetivos dessa pesquisa.

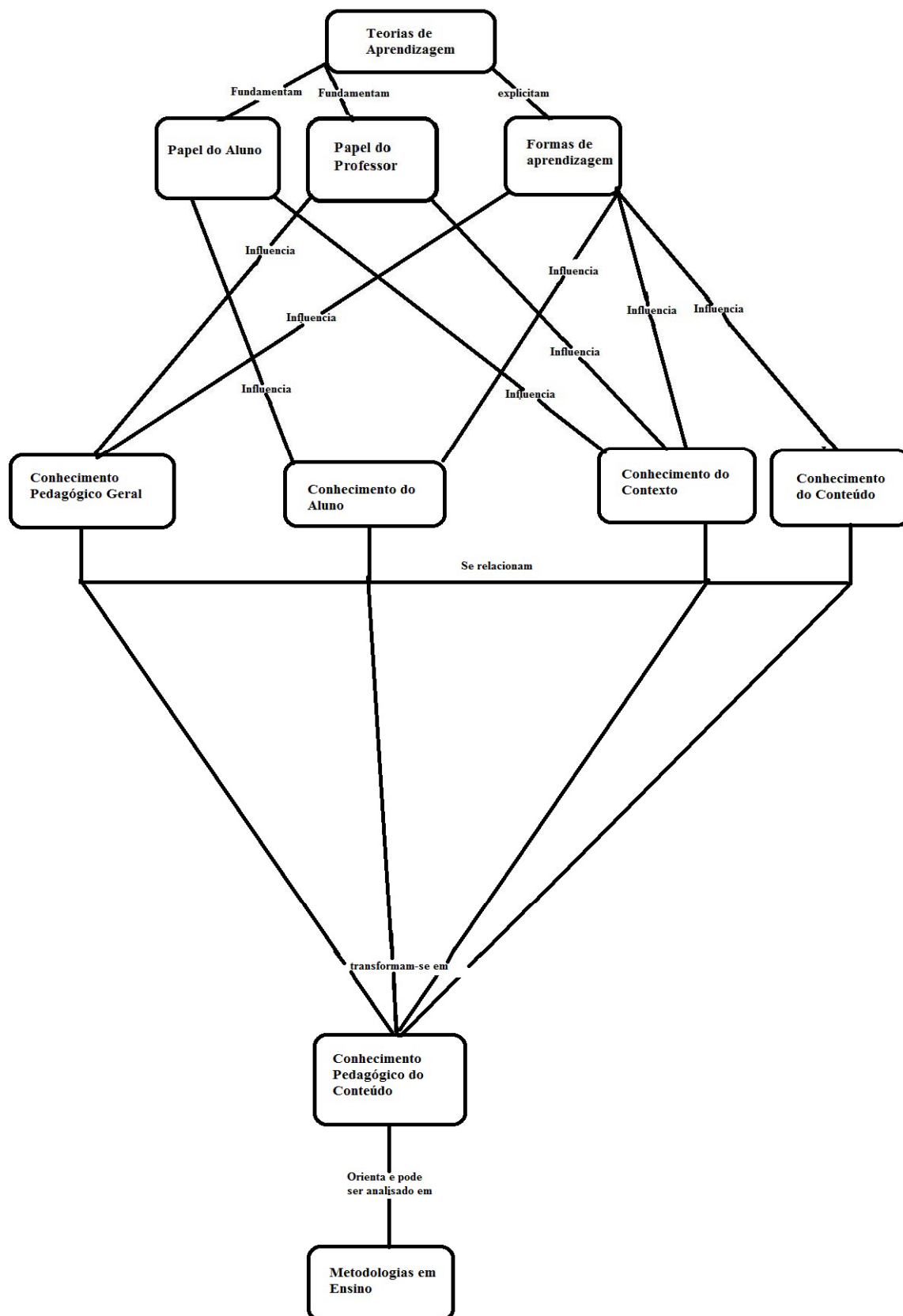
Ao propormos esses textos, esperamos possibilitar aos futuros professores que reflitam a respeito de algumas teorias que estruturam as

metodologias presentes em sala de aula, de forma a auxiliá-los a reconhecer-se como profissional, dentro de uma área que possui um corpo teórico próprio e devidamente estruturado, uma *Base de Conhecimentos* (SHULMAN, 1987; ALMEIDA; BIAJONI, 2007).

Nesse aspecto, a discussão referente a teorias de aprendizagem se faz mister, considerando que buscar uma compreensão de como se aprende é um subsídio relevante para o ensino (MOREIRA; VEIT, 2010). Ao propormos essa discussão nos primeiros momentos da Sequência Didática temos o intuito de estimular os futuros professores a iniciarem uma retomada de *Conhecimentos Pedagógicos* que eles construíram ao longo da graduação.

Na perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica, pensando em termos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, as teorias de aprendizagem seriam um conhecimento mais geral, que irá se especializando ao longo da Sequência Didática, até chegar à construção de um CPC a respeito do conteúdo de Relatividade, embasando a construção de abordagens metodológicas em ensino. Esse processo é proposto em uma perspectiva de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (MOREIRA, 2010a), considerando que o entrelaçamento das diversas partes do conteúdo ensinado ao longo da Sequência Didática busca produzir um novo significado para o todo (BATISTA; SALVI, 2006), visando que os futuros professores construam seu CPC a respeito da Relatividade, sem perder de vista as teorias de aprendizagem que os estarão direcionando. Explicitamos essa estruturação por meio do mapa conceitual abaixo (**Figura 6**).

Figura 6 - Mapa conceitual a respeito da relação entre Teorias de Aprendizagem e a proposta da sequência didática investigada



Fonte: Elaborada pelos autores.

Dessa forma, teorias de aprendizagem realizam um papel importante enquanto subsídios teóricos para a formulação de abordagens metodológicas para o ensino. Isso se dá porque, ao apresentarem um aporte que visa compreender como se dá o processo de aprendizagem, qual o papel do professor e do aluno nesse processo, elas direcionam o futuro professor na construção de seus conhecimentos profissionais. A partir dessa compreensão, estruturamos noções docentes para elaborar estratégias pedagógicas, compreender a relevância das ideias e ações dos alunos, bem como os diversos aspectos contextuais que podem influenciar no ensino, características relativas aos conhecimentos do professor (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; SHULMAN, 1986; 1987; VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002).

Conforme abordamos anteriormente, a escolha do Comportamentalismo e da Aprendizagem Significativa deu-se pelo fato de representarem posturas distintas com relação à perspectiva de aprendizagem e de se adequarem à problematização pretendida. Nesse momento, delinearemos essa questão.

O Comportamentalismo se ocupa de comportamentos observáveis e mensuráveis do sujeito, considerando que o comportamento oferece respostas que podem ser analisadas por meio de estímulos e respostas (MOREIRA, 2009b). Assim, abordagens metodológicas para o ensino que se embasam nessa perspectiva visam estruturar procedimentos e técnicas que proponham o arranjo e controle de condições ambientais que assegurem a transmissão e recepção de informações (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

Ao considerar essa descrição, acreditamos ser relevante propor a discussão dessa teoria, ponderando que resultados de pesquisa se direcionam para uma formação de professores voltada para aplicação de técnicas e procedimentos, ignorando influências teóricas e subjetivas, e incentivando o futuro professor a apenas repetir as práticas que vivenciou (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; GATTI; NARDI; SILVA, 2010; KIND, 2009; MONTEIRO, 2005; MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009; SILVA, 2010).

A abordagem comportamentalista, conforme afirma Moreira (2009b) acaba promovendo o treinamento em vez da aprendizagem. Essa situação não parece adequada a uma proposta de ensino crítico, cuja perspectiva é ensinar Física de uma forma contextualista, que incentive a participação em tomadas de decisão,

bem como a compreensão da Ciência como parte da nossa cultura (RODRIGUES; SAUERWEIN, 2011; VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

Propor aos futuros professores uma análise e uma reflexão quanto à essa teoria de aprendizagem visa a construção de uma problematização, que os estimule a refletirem a respeito de sua prática e seus objetivos de ensino, no intuito de romper com uma possível visão burocrática ou impessoal, que ainda se sustente na racionalidade técnica e resista à implementação de abordagens de Ensino inovadoras (GARCÍA, 1998; GATTI; NARDI; SILVA, 2010).

A Aprendizagem Significativa por outro lado, parte da premissa que o fator isolado mais relevante para a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (MOREIRA, 2010a). A Aprendizagem Significativa estrutura-se no conceito de cognitivismo, voltando seu interesse para o processo de construção do conhecimento, procurando regularidades nesse processo (MOREIRA, 2009a; 2011; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010). Assim, a teoria concentra-se mais na maneira como o conhecimento se estrutura ao longo do processo de aprendizagem, do que nos estímulos e respostas recebidos dos alunos.

É plausível que surja algum questionamento a respeito da escolha da Aprendizagem Significativa, em detrimento de outras teorias construtivistas. Justificamos essa escolha considerando a Aprendizagem Significativa como um conceito subjacente (MOREIRA, 2011), ou seja, ela é compatível com outras teorias, entretanto, atinge seu maior potencial na teoria original.

Ao que diz respeito à sua discussão na formação de professores, acreditamos que ela se adequa à construção do CPC de forma crítica, considerando que abordagens metodológicas para o ensino que se embasam em sua perspectiva contemporânea, a Aprendizagem Significativa Crítica, estimulam uma abordagem que leve em consideração as noções prévias, ao mesmo tempo em que propõe um desprendimento do modelo transmissivo de ensino, dando espaço para a interação e troca de significados para os futuros professores, estimulando a reflexão e a crítica ao longo da aprendizagem (MOREIRA, 2010b), estruturando assim um ambiente propício ao ensino investigativo e ao desenvolvimento de atividades potencialmente significativas.

Acreditamos na adequação dessa proposta com relação à necessidade de uma formação de professores, e conseqüentemente de um ensino de Física crítico, que proporcione autonomia racional ao futuro professor

(MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2009). Assim, a proposta dessas duas teorias visa auxiliar a elaboração de uma problematização ao longo da Sequência Didática construída. Em síntese, o ponto principal na sua escolha é estimular um conflito cognitivo nos futuros professores, entre propostas de ensino tecnicista, estruturadas dentro de um paradigma comportamentalista, e propostas de ensino críticas, estruturadas dentro de um paradigma da Aprendizagem Significativa Crítica.

Nosso objetivo, ao propor essa problematização, é que os futuros professores comecem a refletir a respeito de quais são os aportes teóricos necessários para estruturar abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade mediante uma perspectiva crítica. Não ignoramos, conforme mencionado anteriormente, que existem outras teorias de aprendizagem, de forma que também sugerimos que esses futuros professores tenham contato com elas. É importante que fique claro para eles os elementos relevantes, como o levantamento de noções prévias dos alunos, o abandono da narrativa, o papel ativo do aluno na construção do conhecimento, entre outros, que proporcionem ambientes de investigação e proposição de problemas potencialmente significativos no ensino de Relatividade.

5.3 ESTRUTURAÇÃO DE UM GUIA PARA ENTREVISTA COM PROFESSORES

Um elemento indicado como relevante para a construção do CPC em futuros professores é o contato com outros professores que já estão em seu exercício profissional, de forma que esses futuros professores possam conhecer e refletir acerca de diferentes abordagens, opiniões, experiências profissionais (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005). Também Van Driel, De Jong e Verloop (2002) defendem que esse contato com profissionais mais experientes pode ser relevante para construção do CPC, apesar de alertarem para o risco dos futuros professores acabarem estimulados a copiar estratégias de ensino convencionais.

Dessa forma, desenvolvemos um “guia” para entrevista, visando propor uma interação entre futuros professores de Física e professores experientes. A entrevista nos pareceu uma opção plausível, considerando que ela pode ser útil para recolher dados dentro da perspectiva do próprio sujeito investigado (BOGDAN; BIKLEN, 1994), além de visar atender a relevância de que a construção do CPC se

dê em ambientes de investigação, considerando que esses ambientes se mostram adequados para o ensino de Física (VILLATORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008).

Uma vantagem do uso de entrevistas vem do fato dela poder tratar de assuntos de natureza pessoal, bem como de escolhas individuais (LUDKE; ANDRÉ, 2001). Assim, ao proporcionarmos a oportunidade de uma discussão desenvolvida por meio de respostas obtidas por entrevistas com diferentes professores, atuantes no Ensino Médio, visamos estimular o contato com diferentes realidades e contextos, o que é relevante para auxiliar os futuros professores a identificar aspectos fundamentais, bem como adaptar estratégias de ensino ao conteúdo específico ou a novas situações (VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

Sugerimos uma entrevista semiestruturada, e construímos um “guia” que possa auxiliar os futuros professores a manterem uma sequência lógica entre os assuntos, evitando saltos bruscos entre as questões e permitindo um aprofundamento gradativo do tema, para que questões complexas e de maior envolvimento pessoal não acabem sendo inseridas prematuramente, podendo bloquear as respostas às questões seguintes (LUDKE; ANDRÉ, 2001).

O guia para entrevista que elaboramos é constituído por uma introdução e um quadro de possíveis questões (Apêndice G), que podem ser selecionadas e/ou adaptadas, dependendo do contexto em que serão utilizadas.

A introdução visa levar aos futuros professores uma reflexão a respeito da relevância de conhecer e refletir a respeito da prática de professores mais experientes, para que tenham contato com vivências, erros, acertos e estratégias que já foram desenvolvidas (ALMEIDA; BIAJONI, 2007). Nela também especificamos de forma breve a ideia de uma entrevista semiestruturada, considerando a possibilidade de alternância de ordem das questões, ou mesmo a inclusão de outras, de acordo com o desenvolvimento do assunto ao longo da aplicação (LUDKE; ANDRÉ, 2001).

Já o quadro de questões proposto é composto por 25 questões. Novamente chamamos atenção para nosso objetivo, de propor um guia que auxilie o docente e os futuros professores a desenvolverem sua entrevista.

Dessa forma, não indicamos que todas as questões sejam utilizadas, mas sim que elas possam auxiliar na elaboração de um quadro próprio, optando por algumas questões que se caracterizem como tópicos principais a serem descobertos, respeitando o contexto em que a Sequência Didática for aplicada e

possibilitando que o entrevistado discorra com liberdade a respeito do tema, com base em suas próprias informações (LUDKE; ANDRÉ, 2001).

Para facilitar a compreensão do quadro de questões, o dividimos em três blocos:

- Bloco 01: constituído por seis questões introdutórias, que visam aproximar o futuro professor do professor entrevistado, buscando informações acerca de suas percepções a respeito do cotidiano em sala de aula, suas práticas e seu relacionamento no contexto em que atua. Nesse momento, interessa-nos coletar informações como: seu tempo de experiência, como prepara suas aulas, quais dificuldades encontradas por parte dos alunos e como lida com essas dificuldades.
- Bloco 02: esse bloco é constituído por 09 questões, visando aprofundar o conhecimento a respeito da prática do professor, caso ele aborde conceitos referentes à Relatividade. Nesse bloco, as perguntas são mais objetivas, visando coletar informações acerca da abordagem adotada para esse tema. Aqui, propomos investigar quais conteúdos são abordados, em que momento, se há diferença entre as abordagens utilizadas em relação à Física Clássica, bem como as dificuldades apresentadas pelos alunos para aprender tais conteúdos e pelo professor para ensiná-los, além de buscar levantar suas noções acerca de alterações que se fazem necessárias para o ensino de Relatividade no Ensino Médio.
- Bloco 03: esse é o último bloco do quadro e apresenta 10 questões. Essas questões são voltadas àqueles professores que não abordam o tema Relatividade em suas aulas de Física. Assim como no bloco 02, aqui nosso objetivo é aprofundar a discussão, coletando dados que indiquem quais noções esses professores apresentam com relação ao assunto. Propõe-se investigar quais motivos levam o professor a não abordar esse tema em suas aulas, sua opinião acerca da relevância do assunto, bem como suas perspectivas a respeito de quais conteúdos referentes a esse tema seriam relevantes a serem ensinados e como abordá-los no Ensino Médio, bem como suas impressões a respeito de possíveis dificuldades pessoais em ensinar esses conteúdos.

Dessa forma, propomos aos futuros professores um contato com diversas perspectivas da Base de Conhecimentos, desde o *conhecimento*

pedagógico, conhecimento do conteúdo, dos alunos e do contexto, chegando a indícios do CPC em professores mais experientes, por meio das entrevistas. Conforme ressaltamos inicialmente, esse contato se faz válido para auxiliar na construção do CPC dos futuros professores, ao possibilitar uma investigação de diferentes abordagens e noções, que os auxilie a compreender que diferentes metodologias são possíveis em diferentes perspectivas e que a necessidade de renovar se faz presente em diferentes situações (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; GATTI; NARDI; SILVA, 2010; KIND, 2009).

Com relação à estruturação desse guia para entrevista, mediante a perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2009a; 2010b), defendemos que esse material é potencialmente significativo, ao passo que estimula o futuro professor não apenas a participar ativamente desse processo de construção do conhecimento, mas também a ser o centro dele.

Esse ambiente se caracteriza potencialmente significativo ao propor uma atividade de investigação que incentiva o futuro professor a realizar uma troca de significados, não apenas com o docente e os demais, mas também com o professor entrevistado, além de incentivar uma reflexão a respeito da incerteza do conhecimento, ao propor a possibilidade de conhecer as diversas noções de diferentes professores quanto ao assunto, que podem apresentar divergências ou convergências que poderão ser analisadas pelos futuros professores.

E, por fim, temos a não utilização do quadro e giz, bem como o abandono da narrativa, quando propomos que, a partir das entrevistas, os futuros professores possam participar ativamente e sejam estimulados a falar mais, desde o momento em que desenvolvem a entrevista até quando relatam e debatem em sala de aula suas percepções, análises e considerações acerca das respostas obtidas. Evidenciamos que essa análise é desenvolvida considerando o guia para entrevista dentro das atividades propostas nesta Sequência Didática, que passa por um processo de discussão e reflexão entre os futuros professores e o docente, a entrevista e o acompanhamento de aulas do professor entrevistado, para que dessa forma seja possível propiciar um contexto que auxilie o futuro professor a analisar de forma crítica o teor das informações obtidas mediante a entrevista, visando diminuir riscos como o apontado por Van Driel, De Jong e Verloop (2002).

5.4 UMA SÍNTESE HISTÓRICA PARA TEORIZAÇÃO DA RELATIVIDADE

Para selecionarmos um recorte histórico-conceitual que pudesse se apresentar potencialmente significativo para proposta desta Sequência Didática, inicialmente consideramos a relevância do *Conhecimento do Conteúdo* na construção do CPC. Conforme Henze, Van Driel e Verloop (2008) alertam, caso esse conhecimento seja tratado de forma positivista e instrumentalista, haverá dificuldades na construção do CPC. O mesmo pode se dizer da falta ou incompletude do Conhecimento do Conteúdo (VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

Um dos aspectos relevantes para o *Conhecimento do Conteúdo* é ir além de sua estrutura conceitual (SHULMAN, 1986). Para isso, mostra-se relevante conhecer a História da Ciência, visando analisar os problemas que originalizaram a construção desses conhecimentos, algumas das características notáveis de sua atividade e critérios de aceitação de teorias científicas (GIL PÉREZ; VILCHES, 2004).

Buscamos elaborar uma síntese histórica que levasse em consideração esses fatores, de forma que, além da possibilidade de ser utilizada na construção de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade, também potencializasse a construção do *Conhecimento do Conteúdo* nesses futuros professores. Visando construir um texto que auxiliasse nesse sentido, investigamos, em primeiro momento, qual era o contato que licenciandos em Física poderiam ter com a Teoria da Relatividade nos cursos de licenciatura em Física em universidades públicas do Estado do Paraná.

Inicialmente localizamos quais eram estas instituições por meio da página eletrônica da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná (Seti). Ali localizamos um total de sete instituições estaduais. Então, acessamos a página virtual de cada uma delas e buscamos, entre os cursos ofertados, o curso de Física – Licenciatura. O curso foi encontrado em quatro instituições. Prolongamos nosso levantamento e analisamos também os cursos oferecidos pelas instituições de ensino Federais, sendo que duas ofereciam o curso.

Na sequência, investigamos as estruturas curriculares e as ementas das disciplinas, buscando os momentos em que fosse abordado o tema Relatividade e conteúdos propostos referentes a ele.

No que tange às estruturas curriculares das universidades, apenas uma das seis instituições pesquisadas apresenta uma disciplina específica de Relatividade entre as disciplinas obrigatórias, e uma oferece Relatividade Restrita como disciplina optativa. Cinco Universidades propõem uma abordagem para Relatividade Restrita na ementa da disciplina “Física Moderna I”, e uma propõe tópicos de Relatividade Restrita e Relatividade Geral em uma disciplina denominada “Estrutura da Matéria”.

A respeito dos conceitos referentes à Relatividade presentes nas ementas dessas Universidades, com exceção da Universidade que propõe Relatividade como disciplina obrigatória, as outras tratam de tópicos da Relatividade Restrita, sem se referir a Relatividade Geral. Consideramos também que a disciplina “Estrutura da Matéria”, apesar de propor o tema Relatividade Geral, é oferecida a alunos do primeiro ano de graduação, de forma que acreditamos se tratar de uma abordagem introdutória.

Dessa forma, ao elaborarmos nossa síntese histórica a respeito da teorização da Relatividade, inferimos que os licenciandos em Física nas universidades públicas do estado do Paraná têm contato com conceitos referentes à Relatividade Restrita, porém pouco ou nenhum contato com a Teoria da Relatividade Geral ao longo de sua graduação, de acordo com a proposta dos cursos. Feitas essas considerações, elaboramos nossa síntese histórica utilizando uma linguagem conceitual, de forma que acreditamos acessível para auxiliar os futuros professores na construção de seu conhecimento, bem como para ser utilizada no Ensino Médio. Entretanto, não ignoramos conceitos matemáticos que são acessíveis ao Ensino Médio e compreensíveis aos futuros professores. Esses conceitos podem ser observados principalmente ao longo das discussões referentes à Relatividade Restrita.

Nossa síntese histórica foi organizada da seguinte forma:

- Introdução – trata-se de uma introdução do assunto, visando estimular uma reflexão acerca de como se desenvolve a construção do conhecimento científico, o papel dos cientistas e alguns estereótipos, como “gênio”, “herói”, ou “pai” de teorias científicas, que podem acabar sendo construídos ao longo do tempo.

- Uma “pré-história” da Relatividade – propomos uma breve retomada as principais discussões referentes à natureza da luz que ocorreram antes de

Einstein. Essas discussões levaram a resultados como a compreensão da luz como onda eletromagnética, novas caracterizações para o meio no qual a luz se movia, então denominado Éter, e o fenômeno da aberração da luz. Por outro lado, levantavam novas questões como, qual o comportamento do movimento da Terra com relação a esse Éter.

- As experiências de Fizeau e Michelson-Morley: uma busca pela compreensão do “arrastamento” – aqui tratamos de hipóteses e experiências que buscaram analisar o comportamento do Éter, bem como o movimento da Terra com relação a ele. Concentramo-nos na proposta de Fizeau (1971), devido à relevância assumida por Einstein (STACHEL, 2005) para a construção do pensamento que levou à formulação da Relatividade Restrita, bem como em trabalhos de Michelson que, em conjunto com Morley, acabaram evidenciando problemas na Teoria Eletromagnética, no que dizia respeito ao conceito de Éter.

- Os precursores da Relatividade – abordamos trabalhos anteriores ao de Einstein, em que já se iniciavam preposições que viriam a ser fundamentais para Relatividade. Nesta seção, consideramos as contribuições de Lorentz, FitzGerald e Poincaré, sendo que nestas encontramos desde as transformações de Lorentz até a conjectura da velocidade da luz como um limite superior dentre as velocidades.

- A Relatividade Restrita: uma proposta diferente – nesta seção, começamos a considerar as contribuições de Albert Einstein para a construção da Relatividade Restrita. Ainda abordamos trabalhos de Lorentz e Poincaré que foram desenvolvidos na mesma época. Aqui, o texto apresenta os dois postulados que sustentam a Relatividade Restrita: o princípio da Relatividade e o princípio da constância da velocidade da luz. Também apresentamos consequências derivadas da Relatividade Restrita.

- $E=mc^2$: repensando conceitos de conservação – reservamos uma seção para a discussão histórica da equivalência massa-energia, considerando que essa é uma das equações mais famosas da Física. Abordamos o raciocínio original de Einstein, que enunciou a equivalência pela primeira vez em um artigo de três páginas em 1905. Também abordamos as consequências posteriores para a Física, bem como as contribuições de Planck e o conceito de momento relativístico.

- Relatividade Restrita – Finalizando a história? – apresentamos contribuições posteriores a 1905 para a Relatividade Restrita, além de desenvolver reflexões acerca de questões como a negação de Einstein em assumir alguma influência dos resultados de Michelson-Morley em seu trabalho e o papel de Lorentz e Poincaré na construção e compreensão da Relatividade Restrita. Ainda argumentamos a respeito da caracterização da Relatividade Restrita como uma prototeoria (BATISTA, 1999; 2004) capaz de apresentar elementos novos, porém sem a abrangência presente na Teoria da Relatividade Geral.

- O princípio da equivalência: um pensamento bastante feliz – tratamos do início do desenvolvimento da Teoria da Relatividade Geral por Einstein, abordando as discussões presentes em seu artigo de 1907, que dariam origem ao longo caminho que levou à Teoria da Relatividade Geral.

- A teorização da Relatividade Geral – abordamos o processo de construção da Teoria da Relatividade Geral, a partir de 1907, considerando diversas influências e abordagens teóricas propostas por Einstein, bem como a contribuição de outros autores, como Grossmann e os resultados obtidos ao longo desse tempo.

- Teoria da Relatividade Geral e outras teorias de campo para a gravitação – além da proposta da Teoria da Relatividade Geral de Einstein, outros modelos e teorias foram sendo desenvolvidos ao mesmo tempo, visando conceituar o campo gravitacional. Entre elas encontram-se os trabalhos de Gunnar Nordström, Abraham e Gustav Mie. Estruturamos uma discussão acerca desses modelos e teorias, bem como suas influências na estrutura da Relatividade Geral, até chegarmos a alguns dos principais resultados propostos por essa teoria, e testes que os sustentaram até então. Não deixamos de considerar contribuições dadas à Teoria da Relatividade Geral por outros autores, posteriores a Einstein.

- Algumas aplicações da Teoria da Relatividade – essa seção visa apresentar algumas aplicações na sociedade atual da teoria da Relatividade. Entre elas, destacamos o *GPS*, influências na arte e literatura, processos de fissão e fusão nuclear para geração de energia e contribuições atuais para astronomia.

- Considerações Finais – retomamos algumas considerações feitas na introdução, agora à luz da síntese histórica concluída, e visamos incentivar uma reflexão a respeito do processo de construção do conhecimento científico, bem

como em formas de utilizar a história da Relatividade no ensino desse conteúdo no Ensino Médio.

Dessa forma, nosso objetivo é que essa reconstrução, no contexto da Sequência Didática proposta, possa ser utilizada para estimular os futuros professores a refletirem a respeito do processo de construção do conhecimento científico, do fazer e aprender Ciência, conforme indica Cruz *et al.* (1988). A organização não linear dessa síntese histórica, pontuando propostas rivais, embates e discussões que permearam a construção da teoria da Relatividade, visou estruturar um material com características contextualistas, para que seja possível estruturar uma visão crítica da construção do conhecimento científico (MATTHEWS, 1995; MONTEIRO, 2005; MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007).

Por fim, ressaltamos os esforços em seguir cuidados historiográficos propostos por Martins (2005a), buscando fontes primárias e secundárias que nos auxiliassem, comparando as informações, bem como a linguagem utilizada, visando estruturar uma reconstrução que de fato seja relevante para nossa proposta.

5.5 RC E REPP: INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DO CPC

Ao considerar o objetivo proposto para a Sequência Didática que construímos, buscamos estruturar instrumentos que tornasse possível uma análise de indícios do CPC. Para tanto, devemos considerar a construção do CPC como um processo complexo, que aprofunda o relacionamento entre o *conhecimento do conteúdo* do futuro professor com questões pedagógicas e contextuais, bem como com a reflexão acerca das experiências de Ensino (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; VAN DRIEL; BERRY, 2010).

Assim, buscamos, na literatura da área, instrumentos propostos que fossem plausíveis, não apenas para análise, mas também para construção do CPC. Optamos pelo RC (representação de conteúdo) e o REPP (Repertório de Experiências Pedagógicas e Profissionais).

Esses instrumentos, propostos por Loughran, Mulhall e Berry (2004) entre outros autores, para professores de Ciências, em resposta a dificuldades em capturar e analisar indícios do CPC, visam expor, documentar e retratar seus indícios. Suas propostas apresentam objetivos diferentes e complementares. Enquanto o RC investiga indícios do CPC referentes à conteúdos científicos

particulares e construídos coletivamente, o REPP se refere à prática docente individual do CPC.

O RC (Apêndice H) pode ser compreendido como uma descrição detalhada, baseada em “grandes ideias” ou conceitos relacionados a um tópico específico, visando organizar quais pontos espera-se que os futuros professores aprendam a respeito dessa grande ideia, possíveis dificuldades com esses conceitos, o que é importante saber a respeito deles, quais relações esses conceitos tem com outros, e conexões que os futuros professores possam fazer entre a grande ideia desse RC e outros (KIND, 2009; LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004), possibilitando uma análise da escolha dos conteúdos por parte do futuro professor, refletindo quanto a estratégias, metodologias e aspectos do contexto (FERNANDEZ, 2012). Também sua linguagem deve ser clara e de fácil entendimento, evitando jargões e sendo direta (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004).

Devemos considerar que o RC, ao mesmo tempo que proporciona um instrumento de coleta e análise de dados, também pode promover o desenvolvimento profissional (OLIVEIRA Jr.; FERNANDEZ, 2012), de forma que seu uso na formação de professores se mostra relevante, por proporcionar ao docente formador um acesso a indícios do CPC, ao mesmo tempo que estimula os futuros professores a construí-lo. A eficácia dessa proposta pode ser observada em trabalhos como de Loughran, Mulhall e Berry (2004) e Oliveira Jr. e Fernandez (2012), de forma que a discussão de RCs por pequenos grupos de futuros professores resulta em incrementos de componentes do CPC, tais quais: *Conhecimento do Conteúdo, dos Alunos e do Contexto*.

Dessa forma, adotamos o RC como um dos instrumentos que possibilita ao professor analisar e avaliar indícios do CPC acerca do tema Relatividade ao longo da Sequência Didática. Ele foi utilizado em sua versão completa, contendo 10 tópicos, relacionados às grandes ideias. Essas grandes ideias devem ser estruturadas pelos futuros professores, ao longo da Sequência Didática, na elaboração das metodologias para o ensino de Relatividade, levando em consideração aspectos históricos.

Enfim, é importante ressaltarmos ainda que o RC produzido por um grupo não deve ser considerado algo estático, melhor, ou único. Ele é uma generalização necessária, entretanto incompleta, resultante de um momento particular (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004).

Dessa forma, para que seja possível uma compreensão mais completa no que se refere aos indícios de CPC em futuros professores de Física, outros instrumentos complementares ao RC se fazem necessários. Uma proposta plausível é o uso de REPPs (KIND, 2009; LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004).

O REPP pode ser compreendido como um registro da atividade do professor, de sua prática efetiva em sala de aula e do que acredita ser necessário para uma aprendizagem eficaz. Ele propõe uma visão para situações de ensino e aprendizagem nos quais o conteúdo molda a prática didática (FERNANDEZ, 2012; LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004).

O REPP não é representado por um material específico, e sim por diversas atividades possíveis, como entrevistas e artigos que apresentem descrições detalhadas oferecidas individualmente pelos futuros professores, resultados das discussões acerca do RC, anotações de recursos e observação de aulas que possibilitem investigar e explicitar indícios do CPC na prática de professores ou futuros professores (KIND, 2009; LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004). Assim, ele ajuda a ilustrar aspectos do CPC em ação. “A sobreposição, interação e relacionamento entre REPP’s em uma área do conteúdo são importantes na visualização da natureza complexa do CPC” (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004, p. 377, tradução nossa), ou seja, um REPP sozinho não pode representar o CPC, entretanto, um conjunto de REPPs diversos ajudam a compreender diferentes aspectos do CPC.

Assim, o REPP se desenvolve por meio da interação entre reflexões, questões, problemas e dificuldades, referentes ao ensino de conteúdos específicos, e influenciam a abordagem particular para o ensino desse conteúdo. Isso auxilia a compreender a assimilação do futuro professor de Física acerca da sua Ciência e da aprendizagem desse campo. É importante ressaltarmos que quando Loughran, Mulhall e Berry (2004) tratam do REPP, eles não se referem necessariamente à experiência de um professor, mas sim a uma construção de pesquisadores desenvolvida por meio de discussões e observações em sala de aula, que são validados ao longo de um processo de elaboração e verificação entre pesquisadores e professores.

Kind (2009) defende que REPPs são documentos narrativos, que representam “a voz” do professor e podem evidenciar indícios não apenas do CPC, mas também do *Conhecimento do Conteúdo* específico. De acordo com a autora,

esse instrumento evidência esse conhecimento ao demonstrar como o professor, ou futuro professor está pensando em ensiná-lo para os alunos.

Assim, neste trabalho, propomos diversas atividades relacionadas aos REPPs ao longo das atividades da Sequência Didática. Entre elas estão discussões e debates, apresentação de seminários, análise de livros didáticos, filmagem da aplicação de metodologias no Ensino Médio e produção de relatos escritos, que buscamos elaborar mediante a ótica da Aprendizagem Significativa Crítica.

Consideramos que os REPPs, em conjunto com o RC, auxiliam na construção e análise do CPC, além de possibilitar a codificação de indícios desses conhecimentos de forma que sejam viáveis e úteis para outros, conforme proposto por Loughran, Mulhall e Berry (2004). Com esses instrumentos, esperamos estruturar uma Sequência Didática que estimule a construção do CPC com base em um modelo transformativo (KIND, 2009; RAMOS; GRAÇA; NASCIMENTO, 2008), levando em conta que a exposição de indícios do CPC, a análise, comparação e reflexão críticas acerca deles podem auxiliar o futuro professor a se abrir para as diversas possibilidades de abordagem e os diversos contextos que encontrará ao longo de sua profissão.

Concluimos assim o relato e análise da construção e dos recursos didáticos propostos para a Sequência Didática por nós elaborada. Dando continuidade à pesquisa, vamos investigar a análise feita por docentes formadores de professores de Física acerca da Sequência Didática aqui proposta.

6 ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS

Neste capítulo, desenvolvemos uma análise das respostas dadas pelos docentes formadores que analisaram a Sequência Didática, buscando compreender se, de acordo com sua percepção, a mesma se apresenta adequada teórico-metodologicamente, bem como apresenta relevância na construção do CPC em futuros professores de Física.

Para tanto, inicialmente abordamos uma descrição das características gerais dos professores que participaram da pesquisa e, sequencialmente, a análise e síntese dos dados obtidos, mediante a perspectiva da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2002).

6.1 DESCRIÇÃO DOS PROFESSORES QUE AVALIARAM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os docentes formadores que participaram desta pesquisa foram selecionados de acordo com as características propostas em nossa abordagem metodológica. Convidamos docentes inicialmente formados em Física, que atuassem com Ensino de Física, HFC, ou Aprendizagem Significativa.

Destacamos um fato que nos chamou atenção ao longo do processo, que foi a dificuldade em conseguir docentes que se disponibilizassem a analisar a Sequência Didática e responder o questionário. Não obtivemos resposta de nenhum dos docentes convidados que trabalham com Aprendizagem Significativa, e dentre os que trabalham com Ensino de Física em geral, cinco docentes aceitaram participar da pesquisa.

Para esses cinco docentes, enviamos a Sequência Didática construída, os instrumentos didáticos, um questionário e orientações complementares para o preenchimento do mesmo. Foi proposto um prazo de dois meses para que os participantes analisassem a Sequência, os instrumentos e respondessem ao questionário.

Ao longo desses meses, um dos docentes desistiu da participação, enquanto outro não enviou suas respostas no prazo acordado. Dessa forma, restaram três docentes, que apresentam as seguintes características.

Um dos docentes é doutor na área de Ensino de Ciências, atua a quatro anos no Ensino Superior, lecionando disciplinas relativas à “Instrumentação para o Ensino de Física”; “Oficina de Física” e “Prática de Ensino de Física”.

Outro docente é mestre, e está concluindo o doutorado em Ensino de Ciências. Leciona há um ano no Ensino Superior, abordando disciplinas referentes à “Prática de Ensino de Física e Ciências”; “Estágio Supervisionado em Ciências”; “Estágio Supervisionado em Física”.

Enfim, temos um terceiro docente, doutor em Ensino de Ciências, atuando há dois anos e oito meses no Ensino Superior. Atua com a seguinte disciplina: “Metodologia e Prática do Ensino de Física II – Estágio Supervisionado”.

Considerando que os três docentes atuam em diferentes instituições de Ensino, e que se encontram ao longo de diferentes faixas experienciais, que vão desde a entrada na carreira até o início da estabilização (GARCÍA, 1998), afirmamos a pluralidade dos participantes desta pesquisa, possibilitando que nossa análise se dê, referenciando-se em diferentes contextos de atuação.

6.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

Para analisarmos as respostas ao questionário, nos referenciamos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2002). Cada uma das questões propostas nos proporcionou uma Unidade de Contexto (**UC**), bem como diversas Unidades de Registro (**UR**). Aqui, trataremos as Unidades de Registro Prévias como **UR**, e caso surjam Unidades de Registro Emergentes, serão denominadas **UE**.

Visando organizar os dados, no que diz respeito à sua agregação e unitarização, os professores que responderam ao questionário serão denominados como **P1**, **P2**,..., **Pn**, e a questão a qual pertence o fragmento unitarizado será representada por **Q1**, **Q2**,..., **Qn**. Os fragmentos serão codificados em quadros, de acordo com as UC e UR pertinentes, mediante nossa perspectiva. A partir dessa codificação, desenvolveremos a frequência relativa dos fragmentos presentes em cada quadro e uma interpretação geral dos resultados obtidos, visando estruturar os dados de forma que seja possível aprofundarmos nossa análise e desenvolvermos inferências acerca deles.

Na sequência, apresentamos cada uma das questões trabalhadas, em conjunto com as UC e UR que foram desenvolvidas para sua análise, acompanhadas de explicações que visam esclarecer o significado assumido.

- *Questão 01: De acordo com sua experiência, o tempo total (em encontros) sugerido para a aplicação da sequência é adequado?*

Comente:

Essa questão possibilitou a estruturação da seguinte UC:

Unidade Temática de Contexto 01 – Adequação do tempo à aplicação da Sequência Didática: reúne fragmentos textuais que identificam como os docentes analisam o tempo total proposto em relação à aplicação da Sequência Didática.

Para a codificação dos dados referentes a esse contexto, estruturamos três URP.

Unidade de Registro 1.1 – tempo adequado: agrupa registros que indicam que o tempo proposto para aplicação da sequência didática se mostra adequado.

Unidade de Registro 1.2 – tempo parcialmente adequado: agrupa registros que indicam que o tempo total é adequado, porém a distribuição ao longo da sequência necessita de alterações.

Unidade de Registro 1.3 – tempo inadequado: agrupa registros que indicam que o tempo proposto para aplicação da Sequência Didática se mostra inadequado.

- *Questão 02: A maneira como o conteúdo “abordagens metodológicas para o Ensino de Relatividade com enfoque histórico” está organizado (a sequência das atividades sugeridas; os assuntos abordados; a relação entre eles; o nível de aprofundamento; etc.) nas etapas da Sequência Didática é adequado? Comente:*

Com base nessa questão, estruturamos a seguinte UC:

Unidade temática de Contexto 02 – organização do conteúdo ao longo da Sequência Didática: reúne fragmentos textuais que justificam a opinião docente a respeito da organização do conteúdo ao longo da Sequência Didática.

Elaboramos seis UR para a codificação dos dados referentes a esse contexto.

Unidade de Registro 2.1 – organizado de forma adequada em relação à Aprendizagem Significativa: agrupa registros que indicam que o conteúdo está organizado de forma adequada na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 2.2 – organizado de forma parcialmente adequada com relação à aprendizagem significativa: agrupa registros que indicam que partes do conteúdo precisam ser reorganizadas para que ele esteja adequado, em relação à perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 2.3 – organizado de forma adequada: agrupa registros que indicam que o conteúdo está organizado de forma adequada, porém não necessariamente na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 2.4 – organizado de forma parcialmente adequada: agrupa registros que indicam que partes do conteúdo precisam ser reorganizadas para que ele esteja adequado, porém não necessariamente na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 2.5 – não organizado de forma adequada: agrupa registros que indicam que a organização do conteúdo não está adequada, seja na perspectiva da aprendizagem significativa ou em outra, e necessita ser revista.

Unidade de Registro 2.6 – a resposta não contempla a pergunta: agrupa registros que indicam que os docentes não compreenderam a pergunta, respondendo algo incoerente sobre a questão.

- *Questão 03: As explicações, orientações e informações complementares ao docente a respeito de como realizar cada etapa da sequência apresentada e as atividades nela incluída estão claras? Comente:*

Essa questão possibilitou a estruturação da seguinte UC:

Unidade de Contexto 03 – Capacidade autoexplicativa da Sequência Didática: reúne fragmentos textuais que justificam a opinião docente referente à capacidade autoexplicativa das informações presentes ao longo da Sequência Didática.

Para a codificação dos dados referentes a esse contexto, elaboramos três UR.

Unidade de Registro 3.1 – adequada: agrupa registros que indicam que as informações presentes ao longo da Sequência Didática são autoexplicativas.

Unidade de Registro 3.2 – parcialmente adequada: agrupa registros que indicam que algumas das informações presentes ao longo da Sequência Didática precisam ser melhor explicadas.

Unidade de Registro 3.3 – inadequada: agrupa registros que indicam que as informações presentes ao longo da Sequência Didática não são autoexplicativas e precisam ser revistas.

- *Questão 04: As atividades e avaliações propostas e os recursos didáticos a essas (vídeos, textos, síntese histórica, questionários, guia para entrevista, RC) se mostram adequados? Comente:*

Essa questão possibilitou a estruturação da seguinte UC:

Unidade de Contexto 04 – Adequação das atividades e recursos didáticos à proposta da Sequência Didática: reúne fragmentos textuais referentes à opinião do docente a respeito da adequação das atividades e recursos didáticos em relação à proposta da Sequência Didática.

Para a codificação dos dados referentes a esse contexto, elaboramos oito UR.

Unidade de Registro 4.1 – atividades e recursos didáticos adequados, na perspectiva da aprendizagem significativa: agrupa registros que indicam que tanto as atividades, quanto os recursos didáticos utilizados se mostram adequados com a proposta, mediante a perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 4.2 – atividades adequadas, na perspectiva da aprendizagem significativa: agrupa registros que indicam que recursos didáticos propostos podem ser readequados, mediante a perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 4.3 – recursos didáticos adequados, na perspectiva da aprendizagem significativa: contém registros que indicam que os recursos didáticos propostos se mostram adequados, entretanto atividades podem ser repensadas, mediante a perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 4.4 – atividades e recursos didáticos adequados: agrupa registros que indicam que as atividades e os recursos didáticos propostos são adequados, porém não necessariamente na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 4.5 – atividades adequadas: agrupa registros que indicam que recursos didáticos propostos podem ser readequados, porém não necessariamente na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 4.6 – recursos didáticos adequados: contém registros que indicam que os recursos didáticos propostos se mostram adequados, entretanto atividades podem ser repensadas, porém não necessariamente na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 4.7 – atividades e recursos didáticos inadequados: agrupa registros que indicam que as atividades e o material propostos se mostram inadequados, seja na perspectiva da aprendizagem significativa ou em outra, e necessita ser revista.

Unidade de Registro 4.8 – a resposta não contempla a pergunta: agrupa registros que indicam que os docentes não compreenderam a pergunta, respondendo algo incoerente com o questionamento.

- *Questão 05: De acordo com seus conhecimentos, a forma como o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC) é abordado ao longo das atividades dessa sequência se mostra apropriado? (ex: as atividades proporcionam uma relação entre os conhecimentos teóricos e práticos; possibilita-se uma conexão entre os conhecimentos da Base de Conhecimentos).* Comente:

Com essa questão, foi possível estruturar a seguinte UC:

Unidade de Contexto 05 – Abordagem do CPC implícita ao longo da Sequência Didática: reúne fragmentos textuais que tratam da forma como o CPC é abordado ao longo das atividades propostas na Sequência Didática.

Para a codificação dos dados referentes a esse contexto, desenvolvemos quatro UR.

Unidade de Registro 5.1 – abordagem adequada para o CPC ao longo da Sequência Didática: agrupa registros que indicam que as abordagens

propostas ao longo da sequência são adequadas e podem auxiliar na construção do CPC nos estudantes.

Unidade de Registro 5.2 – abordagem parcialmente adequada para o CPC ao longo da Sequência Didática: agrupa registros que indicam que algumas das abordagens propostas precisam ser repensadas ou reorganizadas para que possam auxiliar na construção do CPC.

Unidade de Registro 5.3 – abordagem inadequada para o CPC ao longo da Sequência Didática: agrupa registros que indicam que as abordagens propostas ao longo da Sequência Didática não são adequadas para auxiliar na construção do CPC e necessitam ser repensadas.

Unidade de Registro 5.4 – a resposta não contempla a pergunta: agrupa registros que indicam que os docentes não compreenderam a pergunta, respondendo algo incoerente com a questão.

- *Questão 06: Ao longo da sequência fica claro ao professor como analisar indícios de ocorrência do CPC por meio das atividades e avaliações propostas em cada etapa para os futuros professores?*

Comente:

Essa questão possibilitou que estruturássemos a seguinte UC:

Unidade de Contexto 06 – Possibilidade de análise de indícios de ocorrência do CPC: esta unidade reúne fragmentos textuais que relacionam a opinião do docente referente à análise de indícios do CPC ao longo da Sequência Didática.

Elaboramos, para a codificação dos dados referentes a esse contexto, três UR.

Unidade de Registro 6.1 – clareza na análise dos indícios do CPC: agrupa registros que indicam que as atividades e formas de avaliação propostas deixam claro para os docentes como analisar os indícios do CPC.

Unidade de Registro 6.2 – falta de clareza na análise dos indícios do CPC: agrupa registros que indicam que as atividades e formas de avaliação propostas não apresentam clareza a respeito de como analisar os indícios do CPC e necessitam ser repensadas.

Unidade de Registro 6.3 – a resposta não contempla a pergunta: agrupa registros que indicam que os docentes não compreenderam a pergunta, respondendo algo incoerente com a questão.

- *Questão 07: Como você avalia a forma como a participação dos futuros professores é proposta ao longo dessa Sequência Didática?*

Essa questão possibilitou que estruturássemos a seguinte UC:

Unidade de Contexto 07 – Papel dos futuros professores ao longo da Sequência Didática: reúne fragmentos textuais que relacionam a opinião do docente a respeito da participação proposta para os futuros professores ao longo das atividades da Sequência Didática.

Elaboramos quatro UR para codificarmos os dados referentes a esse contexto.

Unidade de Registro 7.1 – participação dos futuros professores adequada, de acordo com pressupostos da aprendizagem significativa: agrupa registros que indicam que a participação proposta para os futuros professores é adequada, na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 7.2 – participação dos futuros professores adequada: agrupa registros que indicam que a participação proposta para os futuros professores é adequada, não necessariamente de acordo com a perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 7.3 – participação dos futuros professores inadequada: agrupa registros que indicam que a participação proposta para os futuros professores não é adequada, seja na perspectiva da aprendizagem significativa ou em outra, e necessita ser revista.

Unidade de Registro 7.4 – a resposta não contempla a pergunta: agrupa registros que indicam que os docentes não compreenderam a pergunta, respondendo algo incoerente com ela.

- *Questão 08: E a participação do docente?*

Com essa questão, estruturamos a seguinte UC:

Unidade de Contexto 08 – Papel do docente ao longo da Sequência Didática: reúne fragmentos textuais que relacionam a opinião do docente a respeito da participação proposta para o docente ao longo das atividades da Sequência Didática.

Para a codificação dos dados referentes a esse contexto, desenvolvemos quatro UR. Posteriormente, ao longo da análise dos dados, necessitamos elaborar uma UE.

Unidade de Registro 8.1 – participação do docente adequada, de acordo com pressupostos da aprendizagem significativa: agrupa registros que indicam que a participação proposta para o docente é adequada, na perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 8.2 – participação do docente adequada: agrupa registros que indicam que a participação proposta para o docente é adequada, não necessariamente de acordo com a perspectiva da aprendizagem significativa.

Unidade de Registro 8.3 – participação do docente inadequada: agrupa registros que indicam que a participação proposta para o docente não é adequada, seja na perspectiva da aprendizagem significativa ou em outra, e necessita ser revista.

Unidade de Registro 8.4 – a resposta não contempla a pergunta: agrupa registros que indicam que os docentes não compreenderam a pergunta, respondendo algo incoerente com a questão.

Unidade de Registro Emergente 8.5 – Caracterização do papel docente: reúne fragmentos que não relacionam a participação do docente como adequada ou inadequada, porém caracterizam seu papel.

- *Questão 09: Quais vantagens e/ou desvantagens você pode elencar ou descrever na Sequência Didática apresentada para a formação de professores de Física (em relação às propostas de formação que você conhece)?*

Essa questão possibilitou a estruturação da seguinte UC:

Unidade de Contexto 09 – Relação entre a Sequência Didática proposta e abordagens conhecidas: reúne fragmentos textuais que apresentam a opinião dos docentes a respeito de relações entre a Sequência Didática proposta e as propostas que eles conhecem.

Elaboramos sete UR para a codificação dos dados referentes a esse contexto.

Unidade de Registro 9.1 – vantagens em relação a abordagens conhecidas, com explicitação: agrupa registros que indicam que a Sequência Didática proposta apresenta vantagens em relação a outras abordagens, explicitando algumas.

Unidade de Registro 9.2 – vantagens em relação a abordagens conhecidas, sem explicitação: agrupa registros que indicam que a Sequência Didática proposta apresenta vantagens em relação a outras abordagens, porém não explicitam nenhuma.

Unidade de Registro 9.3 – indiferente em relação a abordagens conhecidas: agrupa registros que indicam que a abordagem proposta pela Sequência Didática não apresenta vantagens e nem desvantagens com relação a outras abordagens conhecidas.

Unidade de Registro 9.4 – desvantagens em relação a abordagens conhecidas, com explicitação: agrupa registros que indicam que a abordagem proposta pela Sequência Didática apresenta desvantagens com relação a outras abordagens conhecidas, necessitando ser repensada, explicitando algumas.

Unidade de Registro 9.5 – desvantagens em relação a abordagens conhecidas, sem explicitação: agrupa registros que indicam que a abordagem proposta pela Sequência Didática apresenta desvantagens com relação a outras abordagens conhecidas, necessitando ser repensada, porém não explicitam nenhuma.

Unidade de Registro 9.6 – condicionada a testes de aplicação: agrupa registros que indicam que a análise de vantagens ou desvantagens do uso dessa Sequência Didática está condicionada a testes de aplicação.

Unidade de Registro 9.7 – a resposta não contempla a pergunta: agrupa registros que indicam que os docentes não compreenderam a pergunta, respondendo algo incoerente com o questionamento.

Visando aprofundarmos nossa análise, apresentaremos quadros que contêm fragmentos textuais que ratificam o significado assumido e intitulado às UC e UR ao longo do processo de unitarização (ressaltamos que nos quadros serão apresentadas apenas UR que foram contempladas com registros). Também

agregaremos a cada quadro uma interpretação referente aos dados, bem como inferências que nos auxiliem na elaboração de uma síntese dos resultados.

UC 01 – Adequação do tempo à aplicação da Sequência Didática

<p>UR 1.1 – tempo adequado</p>	<p>“Sim, se aproveitado de forma adequada, o tempo sugerido para a aplicação da disciplina é adequado aos seus propósitos.” P2, Q1.</p> <p>“Sim, acho que o tempo é suficiente. A princípio pensei que poderia ser muito longo o período para a aplicação da Sequência Didática. Porém, ao analisar com mais detalhe cada etapa, acredito que ela foi elaborada com a intenção de “começar” devagarinho com a abordagem do tema. Quando digo “começar devagarinho” me refiro a iniciar o trabalho com um vídeo que trata da realidade atual das escolas, vista pela maioria dos alunos como um lugar que não os atrai muito. Esse tipo de recurso didático por si só já desperta uma atenção do aluno, fazendo com que este desconfie sobre a intenção de quem está trazendo o debate à tona. Ou seja, ao iniciar uma discussão com essa abordagem o aluno se sente valorizado. É como se alguém estivesse ali para escutar o que ele de fato está pensando. Apesar de na Sequência Didática me parecer claro que o vídeo será utilizado numa disciplina da graduação, penso que o licenciando ainda pensa um pouco como o aluno da escola. E mais, ele pode utilizar o vídeo na própria escola. A partir de então, ao avançar na Sequência Didática vejo uma possibilidade maior de conseguir verificar os conhecimentos prévios do aluno sobre o tema específico de aplicação da Sequência Didática e, a partir disso, apresentar as ideias-chaves para iniciar a mediação do conteúdo. Acho que o tempo proposto na sequência permite esse avanço de maneira paulatina e gradativa, o que na minha perspectiva é essencial para conquistar a confiança dos alunos. Algo que é feito de maneira muito rápida e imposta bruscamente pode não trazer resultados muito positivos.” P3, Q1.</p>
<p>UR 1.2 – tempo parcialmente adequado</p>	<p>“No geral sim, apenas acredito que o tempo destinado aos itens “27”-“31” é pouco uma vez que é a fundamentação histórica básica da proposta e por isso, deveria ser gasto um tempo maior para isso.” P1, Q1.</p>

Os três professores participantes responderam a primeira questão (Q1). Dentre eles, dois docentes (67%) acreditam que o tempo proposto é adequado, enquanto um docente (33%) defende que o tempo é parcialmente adequado.

Na unitarização dessa questão, a maior parte dos fragmentos defendeu um tempo de aplicação adequado, como indicam as respostas dos professores P2 e P3. Entretanto, o docente P1 apresentou uma ressalva, apesar de acreditar que o tempo proposto é adequado.

Podemos perceber isso quando P1 se refere ao tempo sugerido para a análise de como o tema Relatividade é abordado em livros didáticos do Ensino Médio (itens 27-31). Em sua resposta, o docente ainda considera que isso é importante por se caracterizar como a fundamentação histórica básica da Sequência.

Dessa forma, inferimos que para esse professor, há necessidade da Sequência Didática dedicar um tempo maior à abordagem histórica, o que pode implicar preocupação com a construção do Conhecimento do Conteúdo, além do CPC. Essa preocupação é relevante, e deve ser levada em consideração, conforme nos indicam Henze, Van Driel e Verloop (2008) e Vilches e Gil Pérez (2007).

A relevância apontada para esse momento (que trata da análise de como o tema Relatividade é abordado em livros didáticos), por P1 também pode ser relacionada com o papel da análise de livros didáticos na construção do CPC, apresentada por De Jong, Van Driel e Verloop (2005). Interpretamos o fato de outros professores não apontarem a mesma questão de acordo com as possíveis diferenças pessoais na construção do CPC, que podem vincular-se a diferentes meios, como a discussão e troca de experiência (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005).

P2 e P3 consideram que o tempo é adequado. Entretanto, para P2, isso se dará se esse tempo for devidamente aproveitado. Assim, inferimos que na percepção desse docente, a adequação do tempo dessa sequência não depende apenas da forma que foi proposta, mas também de como será implementada pelo docente formador.

De fato, uma abordagem para a construção do CPC não precisa ser necessariamente extensa, entretanto, o docente deve tomar o cuidado de possibilitar que haja uma relação entre os diferentes conhecimentos da base de conhecimentos

(DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; VAN DRIEL; BERRY, 2010). Caso isso seja desconsiderado, é possível que sejam encontradas dificuldades na implementação dessa Sequência Didática dentro do tempo proposto.

P3 acredita que o tempo é suficiente. Além disso, ao analisarmos sua resposta, inferimos dedutivamente que para esse professor, o tempo leva em consideração uma abordagem embasada na Aprendizagem Significativa.

Afirmamos isso ao considerar a justificativa desse professor, de acordo com a qual, a Sequência Didática começa “devagarinho” visando levantar as noções prévias dos futuros professores a respeito de abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade, para então apresentar a mediação do conteúdo a partir daí. Sua resposta defende que o tempo proposto permite esse avanço de forma adequada.

Inicialmente, P3 acreditava que o tempo proposto seria muito longo. Entretanto, ele muda de ideia, ao considerar que a Sequência Didática busca possibilitar que o futuro professor vá se sentindo integrado ao processo de aprendizagem. Também se ressalta em sua resposta o cuidado em conhecer as noções prévias dos futuros professores, e então desenvolver uma mediação a partir delas. Essas afirmações se mostram adequadas à proposta de uma sequência conforme a defendida por Moreira (2010c).

Nesse momento, P3 foi além da discussão a respeito do tempo. A forma como ele abordou a questão do levantamento das noções prévias dos futuros professores indica que para ele, essa foi uma característica relevante na Sequência Didática proposta. Grande parte de sua argumentação se refere ao uso do vídeo proposto como ponto de partida da Sequência Didática, que é considerado uma representação da realidade atual das escolas, passando para o futuro professor uma sensação de valorização de sua participação ao longo do processo. Para P3, isso ocorre porque o futuro professor “ainda pensa um pouco como o aluno da escola” (P3, Q1).

A partir de sua resposta, inferimos dedutivamente que a argumentação de P3, ao considerar que o vídeo proporciona reflexões relativas à realidade escolar, se relaciona ao papel do *conhecimento do contexto* na formação de professores (LEE; LUFT, 2008; MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; SHULMAN, 1987). Além desse fato, essa perspectiva corrobora com a necessidade

indicada por Gil Pérez e Vilches (2004) e Vilches e Gil Pérez (2007), de aproximar a realidade escolar para próximo do Ensino Superior.

UC 02 – organização do conteúdo ao longo da Sequência Didática

<p>UR 2.1 – organizado de forma adequada em relação à Aprendizagem Significativa</p>	<p>“Acredito que sim. Fundamento a afirmativa na resposta por considerar que a Sequência Didática proposta, inicia com uma tentativa de capturar o interesse do aluno e avança, a cada etapa, utilizando os argumentos apresentados e estudados na etapa anterior. Na minha visão o avanço que é proposto em cada etapa só é possível de ser alcançado se o estudante se dedicou e desenvolveu as atividades pertinentes na etapa anterior. Por exemplo, o estudo dos conceitos da aprendizagem significativa, realizado pelo estudante na terceira etapa, será essencial para a etapa de investigação a ser realizada na sequência. Coloco como essencial, pois o estudante precisa ter uma noção conceitual que o conhecimento prévio que o aluno possa ter sobre o tema em estudo é um fator essencial para que o professor conduza o processo de ensino para uma provável aprendizagem significativa do conteúdo por parte do aluno. Caso o estudante não tenha o devido domínio conceitual da aprendizagem significativa, pode aplicar a atividade pensando apenas em uma resposta imediata do aluno, resultante de uma gratificação imediata (por exemplo a nota) e que pode não representar uma aprendizagem efetiva.” P3, Q2.</p>
<p>UR 2.3 – organizado de forma adequada</p>	<p>“Sim. É bastante interessante a busca de inserir os alunos no cotidiano escolar para que vivenciem a realidade das escolas de EM. Apenas tenho dúvidas da factibilidade disso, uma vez que as escolas não são muito abertas a isso, a não ser em um estágio formal.” P1, Q2.</p> <p>“Sim, as discussões a respeito do tema estão organizadas de modo a permitir um avanço e aprofundamento nas discussões ao longo da disciplina” P2, Q2.</p>

A questão 02 foi respondida por três docentes. Uma resposta (33%) defende que a organização é adequada, e apresenta indícios que a relacionem com a Aprendizagem Significativa, enquanto duas respostas (67%) defendem que a proposta é adequada, entretanto não se pode afirmar se houve relação com uma teoria de aprendizagem específica.

A partir da análise do quadro e das frequências relativas, inferimos que a organização do conteúdo “abordagens metodológicas em Ensino de Relatividade com enfoque histórico” se mostrou adequado para todos os docentes que analisaram a Sequência Didática.

Percebemos que o docente P1 concentra sua argumentação na interação entre o futuro professor e o contexto escolar. Entretanto, ele ainda apresenta receio com relação a real possibilidade de essa interação ocorrer, por considerar que “[...] as escolas não são muito abertas a isso [...]” (P1, Q2). Inferimos que para P1, apesar da plausibilidade do conteúdo que compõem a Sequência Didática, surge um conflito, entre a necessidade de estruturar o conhecimento do contexto no futuro professor e a resistência das escolas de ensino médio em aceitar uma interação com as universidades. Esse tipo de preocupação é encontrado em trabalhos como de Vilches e Gil Pérez (2007), que advertem para a falta de diálogo entre os níveis de ensino, quando se trata de formação de professores.

Na resposta de P2, a organização do conteúdo se mostra pertinente, sendo que ela possibilita um aprofundamento do assunto ao longo da disciplina. Inferimos que na argumentação de P2, essa organização se mostra adequada a pressupostos de uma sequência potencialmente significativa (MOREIRA, 2010c), pois ao possibilitar que o tema seja avançado e aprofundado ao longo das discussões, é possível utilizar os conceitos anteriormente aprendidos como subsunçores para discussões posteriores.

Já a resposta de P3 indica uma organização adequada de acordo com a Aprendizagem Significativa. Apesar do docente não utilizar o termo explicitamente ao longo de sua argumentação, quanto à organização da Sequência Didática, diversos conceitos referentes a essa teoria de aprendizagem podem ser evidenciados, como, a necessidade de conhecimento das noções prévias, a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos conceitos a serem abordados, além da interação social disponibilizada aos futuros professores (MOREIRA, 2010a; 2010b; 2010c).

Essa interpretação se dá considerando a forma como o docente evidencia a necessidade de compreender os conceitos estudados em uma fase anterior e suas relações com o que se pretende aprender posteriormente.

Inferimos a possibilidade da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2010a) entre os conceitos aprendidos, quando o docente relaciona o estudo de elementos da Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Significativa Crítica com as atividades da etapa de investigação da Sequência Didática.

Essa necessidade de “ir e vir” entre os conceitos aprendidos, se vincula também a relação entre conceitos teóricos e práticos na construção do CPC (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; VAN DRIEL; BERRY, 2010). Interpretamos a presença dessa relação na resposta de P3, que defende a necessidade do domínio conceitual de elementos da Aprendizagem Significativa (conhecimentos teóricos) para a aplicação de uma abordagem (conhecimentos práticos) que possibilite uma aprendizagem efetiva.

UC 03 – Capacidade autoexplicativa da Sequência Didática

UR 3.1 – adequada	<p>“Sim, considero que as orientações foram devidamente esclarecedoras.” P2, Q3</p> <p>“Penso que sim. As orientações são apresentadas de maneira clara e bem detalhadas. Além de descrever o tempo provável de aplicação para cada etapa, ajuda no sentido de dar dicas e esclarecer qual é o objetivo da etapa e qual é a sua importância para a continuidade das etapas seguintes.” P3, Q3.</p>
UR 3.2 – parcialmente adequada	<p>“Sim. Elas são bem detalhadas, apenas na problematização não ficou claro o que você quer dizer que o grupo delibere a respeito das respostas. Deliberar o que?” P1, Q3.</p>

Nessa unidade, buscamos evidenciar se as explicações, orientações e informações complementares oferecidas são satisfatórias para a aplicação dessa Sequência Didática, na percepção desses docentes. Dois docentes (67%) acreditam que a sequência é autoexplicativa, enquanto um docente (33%) acredita que ela seja autoexplicativa, entretanto, apresenta ressalvas quanto a alguns momentos.

De acordo com P1, não fica claro o que se pretende ao propor que os futuros professores deliberem a respeito das respostas apresentadas no questionário vinculado ao primeiro vídeo. A resposta de P2 indica que as informações propostas na Sequência Didática são satisfatórias.

Na fala de P3, inferimos a impressão de uma sequência autoexplicativa que demonstra organização potencialmente significativa, ao considerar que, além das explicações estarem claras e detalhadas, elas indicam relações entre as etapas, o que acorda com o proposto por Moreira (2010c).

Ao analisar essas respostas, consideramos que na perspectiva desses docentes, a Sequência Didática se mostra adequada, quanto a seu papel de “indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento” (ZABALA, 1998, p.20).

UC 04 – Adequação das atividades e recursos didáticos a proposta da Sequência Didática

UR 4.4 - atividades e recursos didáticos adequados	“Sim, a proposta envolve múltiplos recursos semióticos que, se utilizados conforme seus objetivos deve promover um entrelaçamento entre todo o conteúdo proposto a respeito do assunto. O processo avaliativo também mostra-se adequado ao modelo de ensino proposto.” P2, Q4.
UR 4.5 - atividades adequadas	<p>“Em parte, pois acho que é um exagero buscar um link entre o vídeo 2 e o ensino de relatividade. A temática é muito geral e alegórica sobre a educação para se pedir uma relação entre a abordagem do professor do vídeo e o ensino de relatividade.” P1, Q4.</p> <p>“Perfeitamente. A utilização dos vídeos sugeridos e a análise dos textos presentes nos livros didáticos são excelentes para o desenvolvimento e avanço da proposta. Quanto à utilização dos questionários acredito que são diretos e não muito longos. O único aspecto que tomaria um pouco de cuidado é em relação à entrevista. Entendo que trata-se de uma entrevista semi-estruturada e por isso é possível uma flexibilidade grande para adequá-la a cada entrevistado. Nas orientações ao docente percebo que há essa</p>

	<p>preocupação e penso ser importante o docente frisar que apesar do roteiro ser grande, o entrevistador (pode ser o próprio estudante) pode adequar o roteiro para cada realidade, e acima de tudo, o roteiro pode ser alterado durante a realização da entrevista. Vejo que isso está colocado claramente no roteiro da entrevista, mas é preciso destacar que o docente deve orientar o estudante para agir desta forma. Outro aspecto que vejo como essencial destacar na sequência é o momento do docente explicar o que significa o RC, qual a sua finalidade, como preencher o documento e etc. Não consegui identificar o momento, na sétima etapa, no qual o docente explica o que é o RC e qual o objetivo de preencher o documento.” P3, Q4.</p>
--	---

Com essa unidade, evidenciamos as noções dos docentes a respeito da adequação dos recursos didáticos e das atividades com relação a proposta da Sequência Didática. Para um docente (33%), as atividades, bem como os recursos didáticos se mostraram adequados. Entretanto, dois docentes (67%) apresentam considerações nas quais apresentam ressalvas quanto a alguns dos recursos didáticos.

Nessa questão, o docente P1 ressaltou que os recursos didáticos se mostram adequados em partes. Sua resposta indica discordância em relação ao vídeo *Pink Floyd - Another Brick In The Wall (HQ)*, por considerar uma abordagem demasiadamente geral e alegórica.

Inferimos que para P1, o vídeo não se adequa ao objetivo de relacionar conceitos teóricos à prática, havendo uma falta referente ao *Conhecimento do Contexto* nesse recurso didático.

Uma abordagem “muito geral e alegórica” (P1, Q4), acaba não considerando a necessidade de que estratégias de Ensino sejam adaptadas a diferentes conteúdos e contextos, podendo prejudicar a construção do CPC. Esse possível prejuízo é indicado em trabalhos como De Jong, Van Driel e Verloop (2005), Kind (2009) e Van Driel e Berry (2010).

A resposta de P2 indica que há adequação das atividades e recursos didáticos, e que os mesmos podem proporcionar um entrelaçamento entre o conteúdo proposto. De acordo com o docente, também o processo avaliativo se mostra apropriado ao modelo proposto.

Inferimos que para P2, as atividades e recursos didáticos podem cumprir o papel de relacionar os diversos conceitos abordados ao longo da

Sequência Didática. Nessa perspectiva, a organização se mostra adequada quanto à construção do CPC, por possibilitar uma abordagem contextualizada e que relaciona os diversos momentos, teóricos e práticos (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; SILVA, 2010; VAN DRIEL; BERRY, 2010).

A resposta desse docente também apresenta indícios de uma organização potencialmente significativa, conforme a proposta por Moreira (2010c), ao considerar o relacionamento entre os diversos conteúdos. Entretanto, não podemos afirmar em que nível isso se dá, por não percebermos noções referentes à Aprendizagem Significativa, como diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, nesse possível relacionamento.

É importante ressaltar que essa análise considera a observação do docente de que, os recursos e atividades devem ser utilizados de acordo com seus objetivos, apesar de, nesse momento, não proporcionar nenhum comentário quanto a clareza desses objetivos na Sequência Didática proposta.

Apesar do início da resposta de P3 indicar adequação dos recursos didáticos e das atividades em relação à proposta, ao longo de sua resposta, é possível identificar indícios de imprecisões, principalmente em um dos recursos didáticos, o RC.

Para esse docente, os vídeos, questionários e análise de livros didáticos se mostraram relevantes para a Sequência Didática. Entretanto, a respeito da entrevista com professores experientes, P3 apresenta uma ressalva referente às “informações para o docente”.

Em sua resposta, surge a necessidade de evidenciar para alguém que venha aplicar essa Sequência Didática a relevância de discutir com os futuros professores conceitos de uma entrevista semi-estruturada. Já em relação ao RC, seu significado, e também seus objetivos não ficam claros ao longo da sequência.

Consideramos que para esse docente, há necessidade de aprimorar a negociação de significados entre o docente e os futuros professores, com relação a esses recursos didáticos.

Inferimos que para P3, entre os recursos didáticos que se mostraram relevantes, estão os vídeos, considerando sua argumentação nessa questão, e também na questão 01. A abordagem dada a esses vídeos indica que para esse docente, eles se mostraram potencialmente significativos.

Outro elemento que destacamos em sua resposta é a análise de livros didáticos. O docente apresenta indícios de que essa atividade tem um papel relevante na construção do CPC, o que é defendido também por De Jong, Van Driel e Verloop (2005).

UC 05 – Abordagem do CPC implícita ao longo da Sequência Didática

<p>UR 5.1 – abordagem adequada para o CPC ao longo da Sequência Didática</p>	<p>“Sim, o CPC mostra-se adequado ao relacionar as atividades de natureza diversa de forma coerente, visando um melhor entendimento do tema.” P2, Q5.</p> <p>“Penso que sim, pois ao longo das etapas são previstas atividades que envolvem não só o conteúdo de Relatividade, mas também questões da vida cotidiana dos alunos, a realidade da escola e da educação, a realidade proposta nos livros didáticos e também a troca de experiências com os professores atuantes nas escolas. A junção desses elementos é extremamente importante para que o estudante vá além de um simples estudo teórico da Relatividade. O estudante tem a oportunidade de adquirir um repertório de estratégias para agir e ensinar em diversas situações. Ou seja, a construção do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo acontece de maneira mais efetiva pela vivência da prática aliada à teoria.” P3, Q5.</p>
<p>UR 5.2 – abordagem parcialmente adequada para o CPC ao longo da Sequência Didática</p>	<p>“Em parte, na medida em que o tempo destinado ao estudo histórico e de apenas 4 encontros de um total de 30, isso indica que as questões metodológicas estão mais valorizadas do que o conhecimento histórico. Além disso, a análise de recurso didático é feita antes da fundamentação histórica, não sei se é o mais apropriado.” P1, Q5.</p>

Nessa questão, visamos analisar as noções que os docentes investigados apresentavam a respeito da abordagem teórico-metodológica dada ao CPC ao longo da Sequência Didática. Para dois docentes (67%), a abordagem foi adequada, enquanto para um docente (33%), ela foi parcialmente adequada.

Na resposta do docente P1, explicitamos a noção de que a sequência se concentra nas questões metodológicas, em detrimento das questões conceituais.

Esse desconforto se mostra em relação ao tempo dedicado às discussões históricas, além da ordem em que a atividade de análise de livros didáticos se encontra.

Inferimos dedutivamente, que para P1, a Sequência Didática apresenta algumas inconsistências quanto à construção do CPC, no que diz respeito à distribuição e organização de discussões conceituais e metodológicas. Essas inconsistências se relacionam a abordagem relativa ao *Conhecimento do Conteúdo*, e sua apresentação posterior a outros conhecimentos, como do *Contexto* e *Pedagógico Geral*.

Esse cuidado necessário ao *Conhecimento do Conteúdo* apresenta relações com as indicações de Henze, Van Driel e Verloop (2008) e Vilches e Gil Pérez (2007), considerando que não construir um *Conhecimento do Conteúdo* pode levar o futuro professor a adotar um ensino por transmissão.

Dessa forma, deve-se refletir quanto à abordagem dada a esse conhecimento, considerando ele como o primeiro passo em direção à construção do CPC, com a perspectiva que o futuro professor desenvolva noções epistemológicas, bem como seja capaz de ampliar suas possibilidades de representação do assunto (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002).

Já na resposta de P2, a abordagem dada ao CPC se mostrou adequada. Para esse docente, há uma relação entre atividades de natureza diferente.

Dessa forma, para P2, inferimos que a forma como os diversos conhecimentos da *Base de Conhecimentos* estão se relacionando para construir o CPC se mostra adequada, por proporcionar uma interação entre diversas formas de conhecimento, que se fazem presentes nas diferentes atividades. Essa perspectiva se mostra de acordo com o proposto por Bolívar (2005), De Jong, Van Driel e Verloop (2005), Van Driel e Berry (2010).

Para P3, a abordagem do CPC também se mostrou adequada. Esse docente destaca que a sequência vai além de uma abordagem teórica para a Relatividade, considerando questões referentes ao contexto de ensino, e da prática docente.

Na perspectiva de P3, acreditamos que os conhecimentos da *Base de Conhecimentos* se relacionam de forma efetiva para construir o CPC. Em sua resposta surgem elementos do *Conhecimento do Conteúdo*, *Conhecimento*

Pedagógico Geral, Conhecimento do Contexto e Conhecimento dos Alunos. E esses conhecimentos se relacionam, a partir da interação entre a prática e a teoria.

Dessa forma, na resposta de P3, inferimos uma Sequência Didática adequada para a construção do CPC em uma perspectiva que relacione os conhecimentos teóricos construídos pelo futuro professor com os práticos (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; SILVA, 2010; VAN DRIEL; BERRY, 2010).

Também a percepção de que os futuros professores têm a “oportunidade de adquirir um repertório de estratégias para agir e ensinar em diversas situações” (P3, Q5) mostra adequação ao desafio de propor construções de abordagens menos burocráticas e conservadoras, que possam se adaptar a diferentes contextos (GARCÍA, 1998; PIMENTA, 2012).

UC 06 – Possibilidade de análise de indícios de ocorrência do CPC

UR 6.1 - clareza na análise dos indícios do CPC	“Na maior parte da Sequência Didática, sim.” P2, Q6.
UR 6.2 – falta de clareza na análise dos indícios do CPC	<p>“Acho que você deveria ser mais explícito nessa questão ao longo da Sequência Didática, pois não está totalmente claro este aspecto.” P1, Q6.</p> <p>“Eu consigo perceber claramente a intenção de cada etapa para a construção do CPC, porém não sei exatamente se todos os professores conseguiriam perceber esses indícios. Se pensarmos em professores com um nível de abstração e conhecimento maior, eu diria com certeza que ele saberia que numa determinada etapa o estudante estuda o livro didático para verificar a abordagem do mesmo sobre o assunto. O estudante observaria a forma como o livro faz a reconstrução histórica, a abordagem do conteúdo e a sua aplicação na vida cotidiana. Ou seja, é uma atividade clara que possibilita a construção do conhecimento pedagógico do conteúdo. Acho que é preciso dizer claramente que é o momento de ver o livro com um olhar mais crítico e não somente do ponto de vista do conteúdo puramente.” P3, Q6.</p>

Nessa questão, buscamos analisar as noções que os professores apresentam a respeito das propostas de observação de indícios da construção do CPC ao longo da Sequência Didática. Um docente (33%) acredita que há clareza na forma como a análise desses indícios é proposta, entretanto, dois docentes (67%) apresentam em sua resposta argumentos que indicam falta de clareza quanto a esse aspecto, ou a dependência da preparação do docente formador para sua compreensão.

Para P1, há necessidade de explicitar as formas de análise do CPC ao longo da sequência. De acordo com esse docente, esse aspecto não se mostra satisfatoriamente claro.

Nossa interpretação dessa resposta indica que há necessidade de aprofundarmos as discussões referentes ao RC, e aos REPP ao longo da Sequência Didática, considerando que seu objetivo de possibilitar a análise de indícios de construção do CPC não fica explícito para esse docente. Essas explicitações necessitam evidenciar quais os objetivos de cada atividade e avaliação, bem como suas características dinâmicas e complementares (; KIND, 2009; LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004).

Essa falta de clareza afirmada por P1 também desacorda com a proposta de Zabala (1998), que considera que em uma Sequência Didática espera-se que os objetivos educacionais, os princípios e os fins sejam conhecidos tanto pelos alunos, quanto pelo professor.

Para P2, as propostas de análise dos indícios do CPC ficam claras. Entretanto, ele afirma que isso ocorre na maior parte da Sequência Didática, sem mencionar em que momentos deixa de ocorrer.

Dessa forma, para P2, inferimos que a abordagem dada a instrumentos como o RC e o REPP evidencia suas propostas, possibilitando ao docente capturar e analisar indícios do CPC que venham a surgir nos futuros professores, conforme proposto por Loughran, Mulhall e Berry (2004).

Já a resposta do docente P3 indica que para ele a abordagem ficou clara, entretanto, apresenta uma ressalva, de que não é possível afirmar o mesmo a respeito de outros docentes que venham a fazer uso dessa Sequência Didática. Ele ainda indica como exemplo a análise do livro didático, que pode acabar sendo interpretada apenas como uma análise do conteúdo, caso não seja evidenciada a

intenção de desenvolver uma análise crítica, referente não apenas ao conteúdo, mas também a maneira como o mesmo é abordado.

Considerando novamente a proposta de Zabala (1998), indicamos a necessidade de aprofundar as abordagens referentes à análise de indícios do CPC ao longo da Sequência Didática, na perspectiva de reduzir possíveis dificuldades, oriundas da falta de clareza de objetivos e propostas das atividades.

A preocupação apresentada por esse docente corrobora com a necessidade de evidenciar situações de aprendizagem efetivamente problemáticas na formação de professores (ALMEIDA; BIAJONI, 2007; BOLÍVAR, 2005; DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009), porém considerando que essas situações não se caracterizem de forma positivista, ou instrumentalista (HENZE; VAN DRIEL, VERLOOP, 2008).

Para tanto, é relevante que os processos que caracterizam a análise de indícios do CPC estejam apresentados de forma compreensiva e abrangente, para que o docente possa compreender a proposta de construção do CPC, bem como de análise e avaliação do processo.

UC 07 – Papel dos futuros professores ao longo da Sequência Didática

<p>UR 7.2 – participação dos futuros professores adequada</p>	<p>“Muito boa. Os alunos são estimulados a serem protagonistas do processo e estão trabalhando ativamente todo o tempo.” P1, Q7.</p> <p>“Avalio de forma positiva, pois permite ao estudante (ou docente em formação) participar de forma ativa, reflexiva e qualitativa na construção de seu conhecimento.” P2, Q7.</p> <p>“Acho que a sequência exige uma participação muito intensa do estudante. Penso que não poderia ser muito diferente, afinal se a ideia é pensar uma estratégia eficiente para trabalhar com a Relatividade no ensino médio, é necessário um esforço grande. Isso porque o assunto não é tão simples do ponto de vista conceitual. Aliado a isso, a sequência prevê que o estudante terá contato com professores atuantes na escola. Particularmente considero esse contato com os professores da escola como essencial, pois eles possuem um saber de como lidar com os alunos, com as questões complexas do dia a dia da sala de aula e junto a isso com o conteúdo. Devido à experiência, os professores podem relatar as estratégias adotadas para abordar a relatividade ou mesmo apontar as dificuldades que os impedem de trabalhar com o tema. Enfim, se o estudante participar efetivamente de cada passo da sequência, concluirá o curso com a possibilidade de adquirir um conhecimento pedagógico do conteúdo considerável, isso em razão das experiências que estará submetido ao longo de cada etapa.” P3, Q7.</p>
--	--

Nessa questão, analisamos as noções que os docentes investigados apresentaram a respeito do papel dos futuros professores ao longo da Sequência Didática. Todas as respostas (100%) indicaram que a proposta de participação dos futuros professores está adequada.

Os três docentes destacam, de diferentes formas, a participação ativa dos futuros professores (nessa questão, denominados por eles como estudantes) ao longo do processo.

P1 os caracteriza os futuros professores sendo estimulados a serem protagonistas do processo. Já P2 afirma que a abordagem permite aos futuros

professores uma participação ativa, qualitativa e reflexiva na construção do seu conhecimento.

P3 descreve a participação dos futuros professores como muito intensa, não apenas no referente à abordagem conceitual, mas também a troca de experiências, bem como construção de abordagens para o ensino de Relatividade. Essa perspectiva se mostra de acordo com elementos da construção do CPC indicados por De Jong, Van Driel e Verloop (2005) e Van Driel, De Jong e Verloop (2002).

A resposta do docente também se adequa a proposta de Almeida e Biajoni (2007), no tocante ao papel da interação dos futuros professores com professores experientes. Por outro lado, não se relaciona com a perspectiva de Van Driel, De Jong e Verloop (2002), que indicam que essa interação pode se tornar negativa, caso o futuro professor acabe por copiar estratégias tradicionais, em detrimento da construção de abordagens originais e diferenciadas.

Assim, inferimos que para esses docentes, essa Sequência Didática possibilita a compreensão do futuro professor como protagonista no processo de construção do seu CPC (DE JONG; VAN DRIEL; VERLOOP, 2005; KIND, 2009; VAN DRIEL; BERRY, 2010), o que se adequa a princípios da Aprendizagem Significativa Crítica que orientaram sua construção, como a interação social e o abandono da narrativa (MOREIRA, 2010b).

UC 08 – Papel do docente ao longo da Sequência Didática

<p>UR 8.2 – participação do docente adequada</p>	<p>“Também muito boa na medida em que ele é o mediador de um processo rico de construção de saberes.” P1, Q8.</p>
<p>UP 8.5 Caracterização do papel docente</p>	<p>“Pelo exposto por meio dos recursos fornecidos, o docente deve apresentar-se como mediador entre o conhecimento pretendido e o estudante, sendo responsável pelo uso coordenado e integrado dos recursos variados didáticos proporcionando, além de proporcionar debates para o melhor entendimento do tema.” P2, Q8.</p> <p>“O docente tem um papel essencial para o sucesso na aplicação da sequência. Acho que o docente precisa ter primeiro, o domínio do conteúdo de relatividade. Isso porque ele precisa mostrar ao estudante que o conteúdo não poderá ser passado na escola da mesma maneira que é visto na universidade. Meu argumento é que o docente deverá possuir, além do conhecimento das questões conceituais da aprendizagem significativa, conhecimento sobre transposição didática. Digo isso porque o docente apresentará, num certo momento da sequência, a parte conceitual da relatividade e seu movimento de construção histórica. Neste momento o docente deverá indicar ao estudante que é preciso explorar os conhecimentos prévios do aluno para que o mesmo tenha maiores chances de uma aprendizagem significativa. Assim, penso que o docente terá mais êxito se dialogar com os estudantes e explicar que às vezes é necessário fazer algumas adequações nos termos do saber sábio (a relatividade no caso). Isso por que, se o saber for apresentado de uma maneira muito distante da realidade do aluno, ou seja, daquela realidade detectada através dos conhecimentos prévios, provavelmente não fará sentido para o aluno e conseqüentemente as chances de uma aprendizagem significativa serão menores. Enfim, acho que o docente deve ter um conhecimento pedagógico do conteúdo muito bem estruturado para ter tranquilidade na aplicação da sequência.” P3, Q8.</p>

Após investigarmos as noções de P1, P2 e P3 quanto a participação proposta aos futuros professores ao longo dessa Sequência Didática, analisamos também suas noções quanto o papel do docente.

A resposta de um docente (33%) indica que a participação proposta para o docente é adequada. As outras duas respostas (67%) não explicitam essa participação como adequada ou não, porém desenvolvem uma caracterização de como a compreenderam.

Um elemento que evidenciamos nas respostas de P1 e P2 é a caracterização do docente enquanto mediador do processo de aprendizagem. Para P1, isso se dá ao longo de um processo rico de construção do conhecimento, e é bom.

Já na resposta de P2, não encontramos uma caracterização da participação docente como adequada ou não. Entretanto, evidenciamos a responsabilidade de coordenar e integrar o uso dos diversos recursos didáticos, visando orientar a construção do CPC dos futuros professores.

Essas respostas nos permitem deduzir que o papel do docente se adequa a perspectivas da Aprendizagem Significativa Crítica, referencial teórico-metodológico que orientou a construção dessa Sequência Didática. Isso se caracteriza na percepção do docente como mediador do conhecimento, aquele que abandona a narrativa e estimula a participação ativa do futuro professor ao longo do processo (MOREIRA, 2010b).

Esse papel mediador do docente, evidenciado ao longo da Sequência Didática por P1 e P2 também se adequa a proposta de construção do CPC que defendemos, mediante o envolvimento dos futuros professores em atividades de investigação potencialmente significativas (ANDRADE, 2011; GIL PÉREZ, 1993; GIL PÉREZ; PIMENTA, 2012; SALAZAR, 2005; VILCHES, 2004).

Na resposta de P3, evidenciamos a necessidade do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* para que o docente possa apresentar uma participação adequada ao longo da Sequência Didática. Na perspectiva de P3, para que se estruture uma situação de aprendizagem potencialmente significativa, espera-se que um docente que utilize essa Sequência Didática, possua um *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* a respeito do tema abordado, de forma que ele evidencie para os futuros professores que apenas dominar o conteúdo não é suficiente para ensinar.

Quanto ao CPC do docente, deduzimos na resposta de P3 a presença de elementos da literatura. Henze, Van Driel e Verloop (2008) e Vilches e Gil Pérez (2007) já indicavam o domínio do *Conhecimento do Conteúdo* como necessário para a construção do CPC, bem como para evitar um ensino por transmissão, que foge de questionamentos.

Também o respeito ao *Conhecimento do Contexto*, defendido por P3 como necessário para um ambiente de aprendizagem potencialmente significativa, é evidenciado por autores como Lee e Luft (2008), Marcon, Graça e Nascimento (2011) e Shulman (1987).

Inferimos na argumentação de P3, a necessidade de que o docente tenha um CPC construído a respeito do tema, para que possa estruturar um ambiente potencialmente significativo para a construção do CPC nos futuros professores. Essa proposta se aproxima das ideias de Salazar (2005) e Shulman (1986; 1987) a respeito dos conhecimentos necessários para ensinar, e também da proposta de Moreira (2010c) e Zabala (1998), quanto à abordagem aconselhável ao docente, ao longo da Sequência Didática.

UC 09 – Relação entre a Sequência Didática proposta e abordagens conhecidas

<p>UR 9.1 – vantagens em relação a abordagens conhecidas, com explicitação</p>	<p>“As principais vantagens estão relacionadas com o aprofundamento na formação em Física com base no Enfoque Histórico, contribuindo, dessa forma, para um avanço no conhecimento de recursos didáticos em Ensino de Física.” P2, Q9.</p> <p>“Uma das vantagens principais que vejo é a oportunidade dos estudantes terem a oportunidade de entrevistar professores com experiência em sala de aula no ensino médio. Isso propicia ao estudante uma certa inserção no mundo da pesquisa. Ainda que sem o rigor de um curso de mestrado ou doutorado, penso que é uma oportunidade do estudante refletir de maneira mais consciente a respeito das práticas, estratégias e metodologias utilizada no dia a dia pelos professores nas escolas. Frente a essa reflexão, o estudante pode construir suas próprias estratégias para agir quando assumir de fato o papel de professor.” P3, Q9.</p>
<p>UR 9.3 – indiferente em relação a abordagens conhecidas</p>	<p>“Não se trata de vantagens ou desvantagens, mas sim acredito que a proposta aqui apresentada é mais um caminho a ser utilizado para enriquecer a formação de professor. Como você mesmo apontou em relação a história da ciência não devemos fazer uma panaceia da proposta.” P1, Q9.</p>

Lembramos que entre nossos objetivos de pesquisa, esta investigar a construção de uma Sequência Didática que proponha uma abordagem alternativa à racionalidade técnica. Dessa forma, nessa questão buscamos evidenciar as noções que os docentes investigados apresentam a respeito da abordagem aqui sugerida, em relação a outras abordagens que eles conheçam.

Dois docentes (67%) indicam que há vantagens na abordagem aqui proposta, enquanto um docente (33%) a caracteriza como um caminho alternativo.

Para essa questão, a resposta de P1 salienta que não se mostra adequado falar em vantagens ou desvantagens. O que se tem é uma abordagem que pode enriquecer a formação do professor. Sua resposta apresenta como

exemplo nossas considerações quanto ao uso da História da Ciência não ser considerada uma panaceia.

Essa noção de que diversos caminhos são possíveis para a construção do CPC se mostra de acordo com o que defendem De Jong, Van Driel e Verloop (2005) e Van Driel e Berry (2010). Também inferimos na resposta desse docente a presença de elementos referentes ao *Conhecimento do Contexto*, que indicam aspectos próprios de cada ambiente de ensino devem ser levados em consideração ao adotar uma abordagem (LEE; LUFT, 2008; MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; SHULMAN, 1987).

O docente P2 caracteriza como vantajosa a abordagem proposta, ao evidenciar um aprofundamento na formação de professores de Física com enfoque histórico. Essa perspectiva, que indica relevância em relacionar elementos da História da Ciência com a construção do CPC, possibilitando problematizar seu papel didático, se mostra de acordo com o proposto por Martins (2007).

P3 caracteriza como vantagem a possibilidade dos futuros professores terem contato com professores experientes, que estejam atuando no Ensino Médio. Para esse docente, essa proposta caracteriza uma inserção desses futuros professores na pesquisa, possibilitando que reflitam de forma consciente a respeito de práticas, estratégias e metodologias que os auxiliem a construir sua prática.

Na resposta desse docente, percebemos um papel da interação entre diferentes CPC para que o futuro professor de Física construa o seu. Essas noções se alinham com resultados de pesquisa como de Almeida e Biajoni (2007), Gil Pérez e Vilches (2004) e Van Driel, De Jong e Verloop (2002), que indicam a relevância da interação entre futuros professores e professores experientes.

Quando trata dos possíveis resultados provenientes de reflexões quanto às diferentes abordagens, a resposta de P3 se aproxima de propostas como de García (1998), Gatti, Nardi e Silva (2010) e Pimenta (2012), que indicam que a reflexão e análise das possíveis práticas podem incentivar um rompimento com a visão conservadora e resistente à implementação de abordagens de Ensino inovadoras.

Inferimos por fim, que de acordo com as noções apresentadas por esse docente, essa atividade da Sequência Didática respeita perspectivas propostas por Gil Pérez (1993), Gil Pérez e Vilches (2004) e Salazar (2005), que indicam

relevância de atividades investigativas na construção do CPC de futuros professores de ciências.

6.3 SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS DOCENTES

Após analisarmos as respostas dos docentes ao questionário proposto, apresentamos uma síntese referente aos resultados encontrados.

Ao longo da análise, foi possível desenvolvermos correlações entre as noções apresentadas pelos docentes e indícios de seu próprio CPC. As diferentes abordagens dadas a cada questão indicam diferentes CPC desses docentes, o que está de acordo com o proposto por De Jong, Van Driel e Verloop (2005), Kind (2009) e Van Driel e Berry (2010).

Com relação ao tempo proposto, ao longo da argumentação dos docentes, é possível inferirmos a preocupação em aproveitá-lo de forma eficaz, bem como potencialmente significativa. Nessa perspectiva, suas noções se encontram de acordo com De Jong, Van Driel e Verloop (2005), Kind (2009) e Van Driel e Berry (2010), que defendem ser possível que a construção do CPC se dê por meio de atividades intensivas de curto prazo. Ao falarmos de atividade de curto prazo, consideramos que o tempo de 60h pode ser considerado curto, quando comparado ao tempo total dedicado à formação inicial do professor de Física.

Outro elemento presente no discurso dos docentes foi a relevância de relacionar conhecimentos teóricos e práticos para a construção do CPC, como nos indicava nossos referenciais (BOLÍVAR, 2005; ELIAS, 2011; GATTI; NARDI; SILVA, 2010; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2004; MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; SALAZAR, 2005; VAN DRIEL; BERRY, 2010; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2007).

Uma das formas que essa relação se dá é quando o futuro professor se relaciona com professores experientes, ou aplica suas abordagens no Ensino Médio. Apesar disso, a preocupação apresentada por Gil Pérez e Vilches (2004) e Vilches e Gil Pérez (2007), quanto ao distanciamento existente entre a escola secundária e a Universidade, ainda é encontrada. Isso nos indica que há necessidade de discutir formas efetivas de realizar uma aproximação entre os diferentes níveis de ensino.

A Sequência Didática proposta aparenta ser uma opção a esse desafio, na perspectiva dos docentes investigados. Há evidências da relação entre

conhecimentos teóricos e práticos, além da presença de indícios de diferentes conhecimentos em suas respostas.

Como exemplos, temos o Conhecimento do Conteúdo, evidenciado em respostas de P1, quando o mesmo aborda a forma como a História da Relatividade é tratada, bem como a análise dos livros didáticos e o tempo dedicado a essas atividades, e na resposta de P3, quando o mesmo ressalta a necessidade do docente formador possuir um Conhecimento do Conteúdo referente ao tema abordado na Sequência Didática.

Assim, inferimos a presença do Conhecimento do Conteúdo em momentos em que o professor aprende, e também quando o professor ensina (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; VAN DRIEL; DE JONG; VERLOOP, 2002). Essa presença diz respeito aos conteúdos abordados ao longo da sequência, bem como a possibilidade dos futuros professores inter-relacionarem os mesmos, para a construção de sua abordagem metodológica, e a necessidade do próprio formador dominar esses conceitos.

Também o Conhecimento Pedagógico pode ser inferido em argumentações de P3, que se preocupa com a organização das atividades, de forma a proporcionar um ambiente propício à Aprendizagem Significativa, o que se mostra relevante, na perspectiva de Moreira (2010c). Essa perspectiva também se encontra de acordo com Zabala (1998), ao considerar que a organização, estruturação e articulação entre as atividades da sequência visam um determinado objetivo educacional.

Por fim, a preocupação com o Conhecimento do Contexto e o Conhecimento dos alunos pode ser encontrada em fragmentos como no qual P1 aborda a relevância de inserir os futuros professores no ambiente escolar, P2 indica a necessidade de o tempo ser utilizado de forma adequada, ou P3 defende a relevância da interação entre os futuros professores e professores experientes. Ou ainda quando os docentes analisam a participação proposta para os futuros professores ao longo da Sequência Didática.

No que diz respeito à Aprendizagem Significativa Crítica, utilizada como aporte para construção dessa Sequência Didática, não houve considerações explícitas referentes a mesma na maior parte das respostas dos docentes investigados. Entretanto, mesmo sendo um referencial não utilizado ou de pouco

conhecimento dos professores respondentes, inferimos a presença de elementos dessa teoria que permeiam alguns argumentos.

Como exemplo, consideramos a resposta de P3 à questão 02. Ali encontramos elementos que dizem respeito a organização das atividades, que mantêm uma relação entre si, possibilitam o processo de “ir e vir” entre os conceitos, além de considerar que os conhecimentos adquiridos anteriormente possam servir como conhecimentos prévios para próxima etapa.

Nesse argumento, inferimos correlações com os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (BATISTA; SALVI, 2006; MOREIRA, 2010a), além de uma organização potencialmente significativa (MOREIRA, 2010c).

Outro elemento, presente na resposta de todos os docentes é a participação proposta para os futuros professores ao longo da Sequência Didática. Inferimos que a mesma se adequa a características da Aprendizagem Significativa Crítica, ao possibilitar que os mesmos tornem-se protagonistas do processo, de forma que seja possível um abandono da narrativa por parte do docente formador, bem como uma interação social (MOREIRA, 2010b). Esses aspectos são reforçados quando os docentes investigados abordam o papel do docente formador ao longo da Sequência Didática, que é caracterizado como mediador do conhecimento.

Temos ainda a análise da adequação dos instrumentos didáticos e atividades. Nas respostas dos docentes, fica evidente a presença de diversos instrumentos e abordagens, que envolvem desde o uso de vídeos, até textos e entrevistas. Mesmo diante de críticas pontuais, os docentes caracterizam a proposta, bem como sua organização, como adequadas. Considerando isso, reafirmamos a presença de elementos como a não centralidade do livro texto e a não utilização do quadro de giz (MOREIRA, 2010c), que permeiam nossa escolha na criação e organização das atividades e instrumentos didáticos propostos.

Dessa forma, consideramos que, mesmo que não apareçam explicitamente, elementos da Aprendizagem Significativa Crítica permeiam a estrutura da Sequência Didática, conforme nossos objetivos.

Não podemos ignorar que, apesar das respostas dos docentes indicarem uma adequação da Sequência Didática proposta com nossos referenciais teórico-metodológicos, surgiram algumas discordâncias.

Entre elas, evidenciamos a noção de P1, que afirma que o tempo dedicado aos conceitos de Relatividade e a abordagem histórica não é suficiente, além de não parecer adequada a ordem em que se desenvolve a atividade de análise de livros didáticos. P1 ainda indica que o vídeo “*Pink Floyd - Another Brick In The Wall (HQ)*” é muito geral e alegórica para ser relacionada ao ensino de Relatividade.

Também temos um fragmento de resposta de P3, que considera a necessidade de evidenciar nas orientações da Sequência Didática características de uma entrevista semi-estruturada.

Também em considerações de P1 e P3, podemos perceber que as formas de analisar indícios do CPC não ficam precisamente claras ao longo da Sequência Didática.

Refletindo a respeito dessas considerações, realizamos algumas modificações na estrutura da Sequência, no que diz respeito ao guia de entrevistas. Evidenciamos no mesmo, que as questões são norteadoras, sendo que é aconselhável que se escolha algumas delas, as adequem, ou modifiquem, respeitando o contexto em que a aplicação da Sequência se dá, e visando que os entrevistados discorram com liberdade a respeito do tema, conforme proposto por LUDKE e André (2001).

No que diz respeito ao tempo e organização relativas a abordagem histórica, reafirmamos nosso objetivo não é criar uma “receita”, assim, são sugestões, construídas de acordo com nossos referenciais teórico-metodológicos, que esperamos que sejam adaptados quando aplicados, levando em consideração a *Base de Conhecimentos* (SHULMAN, 1987), que nos é cara na construção desta Sequência Didática.

O tempo escolhido para cada atividade leva em consideração as noções prévias que esperamos que os futuros professores possuam a respeito daquele conceito. O tempo dedicado à História da Relatividade, leva em consideração os pré-requisitos sugeridos na Sequência, que envolvem História da Ciência, bem como Física Moderna, ou Relatividade.

Dado que nossa proposta visa uma abordagem intensiva, em um curto intervalo de tempo, esperamos que os futuros professores possuam algum Conhecimento do Conteúdo a respeito do tema, pois consideramos que esse é um primeiro passo para a construção do CPC (VILCHES; GIL PÉREZ, 2007).

Assim, compreendemos a preocupação de P1, entretanto, cabe ao docente que desejar utilizar a Sequência Didática levar em consideração esses elementos, de forma a adaptá-la de acordo com seu Conhecimento do Contexto (LEE; LUFT, 2008; MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011; SHULMAN, 1987), de forma a possibilitar uma organização potencialmente significativa (MOREIRA, 2010c).

Há também uma preocupação a respeito da clareza com que se aborda a observação de indícios de construção do CPC. Enquanto P1 sugere uma abordagem mais explícita, P3 argumenta que nem todos os docentes compreenderiam as intenções de cada etapa da Sequência.

Pensando nisso, ampliamos ou modificamos algumas das orientações para os docentes, além de evidenciar características de instrumentos como o RC e o REPP (KIND, 2009; LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004), para auxiliá-los na análise de indícios do CPC.

Feitas tais considerações, acreditamos que a Sequência Didática se mostra adequada, na perspectiva de nossos referenciais teórico-metodológicos, ao possibilitar a construção do CPC, por meio de interações entre conhecimentos teóricos e práticos. Também encontramos indícios de elementos da Aprendizagem Significativa Crítica que permeiam a proposta da Sequência.

Enfim, retomamos um de nossos objetivos, de apresentar uma Sequência Didática cuja abordagem seja alternativa ao ensino baseado na racionalidade técnica. As respostas dos docentes investigados indicam que em sua perspectiva a proposta é plausível, e a História da Física pode colaborar com o processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos este trabalho apresentando alguns resultados de pesquisa que abordam o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Partindo de dificuldades e desafios que permeiam o ensino de Física, buscamos compreender o papel da FMC nesse contexto, e como tem se dado sua inserção.

Entre os desafios apresentados, encontramos a necessidade de contextualizar o ensino de Física, aproximando seus conceitos de aspectos do cotidiano dos alunos. Por outro lado, o que se observa é uma intensa concentração na preparação para o vestibular, em que os conteúdos são apresentados de forma descontextualizada, priorizando o treinamento para resolução de exercícios algébricos.

Dentro dessa perspectiva, os autores analisados sugerem a necessidade de aproximar o Ensino de Física da realidade dos alunos, não apenas como instrumento de preparo para o vestibular ou uma reprodução de um método positivista e tecnicista que oferece respostas objetivas e livres de influências culturais, sociais, éticas etc.

A inserção de conceitos relacionados à FMC no Ensino Médio é uma alternativa para tal situação, devido a presença desses conceitos em diversos aparatos tecnológicos do dia a dia dos alunos, além daqueles que são apresentados corriqueiramente por meio de mídias como tevê, *internet* e revistas de divulgação.

Entretanto, são apresentadas dificuldades ao tratar da implementação do ensino desses conteúdos. Entre elas, optamos por analisar a formação inicial de professores, ao considerar que para que essa implementação ocorra, é necessário formar professores preparados para realizá-la.

É relevante que essa formação considere diferentes abordagens para conceitos de FMC, que não se tratem de apenas reproduzir as adotadas na Física Clássica. Porém, alguns de nossos referenciais indicam que os professores não têm tempo para pesquisar sobre esses assuntos ou prepará-los para a sala de aula, o que se agrava ao considerarmos que geralmente, eles têm uma carga horária média para FMC inferior à dedicada aos conteúdos clássicos, além de uma desarticulação para levar esses conteúdos para prática durante a formação inicial.

A essa situação, se soma o fato de que há uma visão positivista e instrumentalista na formação de professores de Física, e a estrutura curricular da

licenciatura se mostra muito semelhante a do bacharelado, acompanhado de uma complementação pedagógica, bem como que os professores dos dois cursos adotam uma abordagem muito similar, apesar da diferença existente entre o perfil profissional do professor e do bacharel.

Dentro desse contexto, surge ainda uma falta de articulação entre o conteúdo ensinado e a prática efetiva do futuro professor, além de dificuldades em adaptar o conhecimento científico para uma linguagem acessível ao aluno.

Mediante essa problematização, investigamos a construção e análise docente de uma Sequência Didática referente a abordagens metodológicas para o Ensino de Relatividade. Essa sequência foi construída a partir de aportes teórico-metodológicos do *CPC*, Aprendizagem Significativa Crítica, História da Ciência e Didática da Ciência.

A Sequência Didática foi composta por 10 momentos distintos. Desenvolvemos uma análise estrutural da mesma, e convidamos docentes formadores para realizarem uma análise de sua estrutura teórico-metodológica, por meio de um questionário, composto por nove questões. Os três docentes participantes são formados em Física, possuem mestrado ou doutorado na área de Ensino de Física e lecionam disciplinas referentes a esse tema em cursos de licenciatura em Física.

Os docentes formadores tiveram a oportunidade de analisar a Sequência Didática construída, conjuntamente com instrumentos didáticos que elaboramos para a mesma. Entre esses instrumentos, encontram-se vídeos, questionários, um guia para entrevistas com professores que atuam no Ensino Médio, o quadro de Representação de Conteúdo (RC) e uma síntese histórica da teorização da Relatividade.

Após a análise estrutural e a investigação da resposta dos docentes, evidenciamos algumas características da Sequência Didática. Essas características relacionam-se ao tempo de aplicação, organização das atividades, adequação dos instrumentos didáticos, papel dos futuros professores e dos docentes formadores ao longo da sequência, e sua análise em relação a outras abordagens.

Quanto ao tempo de aplicação, inferimos que ele se mostra adequado, desde que respeitada uma abordagem intensiva, de curta duração para a construção do *CPC*.

A organização do conteúdo proposto na Sequência Didática, “abordagens metodológicas para o ensino de Relatividade” também se caracteriza adequada, respeitando uma abordagem com elementos da Aprendizagem Significativa Crítica, como: levantar as noções prévias dos futuros professores e então ensinar a partir disso; possibilitar que os conceitos aprendidos anteriormente sejam retomados e rediscutidos, ao mesmo tempo em que possam servir como noções prévias para os próximos conceitos, ou seja, possibilitar uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integrativa; abandonar a narrativa e estimular o futuro professor (ou aluno), a falar mais; possibilitar a troca de significados entre os futuros professores, com eles mesmos, com o docente formador, e com professores experientes; utilizar diversos instrumentos didáticos, não se concentrando em um livro texto.

Também a abordagem dada ao CPC se mostrou adequada, ao possibilitar, por meio das atividades, uma relação entre conhecimentos teóricos e práticos do futuro professor, por meio de momentos que abordam o *Conhecimento do Conteúdo*, *Conhecimento Pedagógico Geral*, *Conhecimento do Contexto*, *Conhecimento dos alunos*. Esses momentos se dividem entre os estudos e discussões realizados em sala, e ações práticas, vivenciada no colégio. Essa perspectiva surge como uma opção para aproximação entre o Ensino Médio e o Ensino Superior, possibilitando conhecimentos e contribuições mútuas.

Enfim, a Sequência Didática que construímos pode ser caracterizada como uma opção para contribuir com a formação de professores de Física, a partir da abordagem histórica, e partindo de outra perspectiva, que não esteja centrada em uma racionalidade técnica.

Porém não podemos ignorar algumas inconsistências que se evidenciaram ao longo da análise realizada pelos docentes formadores. Entre elas, encontram-se elementos referentes ao tempo específico dedicado a cada atividade, a análise de indícios do CPC ao longo da Sequência e alguns instrumentos didáticos sugeridos.

A respeito do tempo, a crítica proposta diz respeito ao tempo dedicado ao *Conhecimento do Conteúdo*, proporcionalmente menor que o tempo dedicado aos demais conhecimentos. Consideramos essa crítica pertinente, entretanto, ressaltamos que ao utilizar essa Sequência Didática, é relevante respeitar o contexto de aplicação, sendo que o docente pode alterar o tempo

destinado a cada atividade, considerando seu próprio *Conhecimento do Contexto* e *Conhecimento do Aluno*.

Quanto a maneira como as análises dos indícios do CPC estava proposta, houve indicações que elas não se mostravam claras. Dessa forma, alteramos algumas das explicações a respeito das avaliações, além de acrescentarmos outras informações, na expectativa que possam auxiliar a compreensão quanto aos mecanismos de análise e avaliação da construção do CPC.

E a respeito dos instrumentos didáticos, foram elencadas críticas referentes a generalidade de um dos vídeos propostos, e da necessidade de evidenciar características de uma entrevista semi-estruturada com os futuros professores. Quanto a generalidade do vídeo, compreendemos a argumentação do docente, entretanto, consideramos que o mesmo foi proposto como um organizador prévio, não necessitando, em primeiro momento, apresentar relações evidentes com o conteúdo que se pretende ensinar. Dessa forma, após a análise docente, buscamos evidenciar essa característica na Sequência Didática.

Também reestruturamos algumas informações referentes à entrevista semi-estruturada contidas em nosso guia, e ao longo da Sequência Didática, de forma a incentivar a construção de questões em conjunto com os futuros professores, respeitando uma quantidade pequena de questões, que possam orientar a discussão e incentivar o entrevistado a falar livremente a respeito do tema.

Enfim, esta pesquisa nos permitiu levantar algumas questões: como se dá a relação entre o CPC do docente formador e o CPC dos futuros professores? De que forma esse CPC pode influenciar a abordagem adotada pelo docente formador? Como conhecer uma abordagem como esta pode interferir na construção do CPC de docentes formadores?

Além dessas questões, mantemos o compromisso de investigar a aplicação de nossa Sequência Didática, respeitando as alterações sugeridas, no contexto da formação inicial de professores de Física.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Patrícia Cristina Albieri; BIAJONE, Jefferson. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 2, p. 281-295. 2007.
- ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos Históricos de Ensinar Ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**, v.13, n. 1, p. 121-138. 2011.
- ARRIASSECQ, Irene; GRECA, Ileana M. Enseñanza de la teoría de la relatividad especial em el ciclo polimodal: dificultades manifestadas por los docentes y textos de uso habitual. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 2, p.211-227. 2004.
- _____. Introducción de la Relatividad Especial em el nivel Medio/Polimodal de Enseñanza: Identificación de Teoremas – em-acto y determinación de objetivos-obstáculo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p.189-218. 2006.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Educational psychology: a cognitive view**. 2.ed. New York. Holt, Rinehart and Wiston. 1978.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BATISTA, Irinéa de Lourdes. **A teoria universal de Fermi: da sua formulação inicial à reformulação V-A**. 1999. 122 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Filosofia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- _____. A Study of Concepts and Theories Evolution in a Physics Undergraduate Discipline - the routes of theory building. In: 13th International History, Philosophy and Science Teaching (IHPST) Biennial Conference, 2013, Pittsburgh. **Conference Proceedings: The Influence of Scientific Practices**. v. único. Pittsburgh: University of Pittsburgh, 2013, p. 1-10.
- _____. O Ensino de Teorias Físicas mediante uma estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p.461-476. 2004.
- _____. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa interdisciplinar em Educação Científica e Matemática. In: BATISTA, Irinéa de Lourdes; SALVI, Rosana Figueiredo (Org.). **Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática: Um perfil de pesquisas**. Londrina: Eduel, 2009. p. 35-50.
- BATISTA, Irinéa de Lourdes; ARAMAN, Eliane Maria de Oliveira. Uma abordagem histórico-pedagógica para o ensino de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.2, p.466-489. 2009.

BATISTA, Irinéa de Lourdes; SALVI, Rosana Figueiredo. Perspectiva Pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: Pensamento Complexo e Reconciliação Integrativa. **Ensaio**, v. 8, n. 4, p.147-160. 2006.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**. Tradução de Maria João Alvarez e Sara Bahia dos Santos. Portugal: Porto Editora LDA, 1994.

BOLÍVAR, Antonio. Conocimiento Didáctico del Contenido y Didácticas Específicas. **Revista de currículum y formación del profesorado**, v. 9, n. 2, p.1-39. 2005.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação – Conselho Pleno. **Resolução CNE/CP1, de 18 de Fevereiro de 2002**. 2002a.

_____. Ministério da Educação – Secretaria da Educação Básica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio) – Física**. 2002b.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 2000.

CASTILHO, Maria Inês. **Uma introdução conceitual à Relatividade especial no Ensino Médio**. 2005. 137p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRS, Porto Alegre, 2005.

CORTELA, Beatriz Saleme Corrêa. **Formadores de Professores de Física: Uma análise de seus discursos e como podem influenciar na implantação de novos currículos**. 2004. 268p. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Ensino de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

CRÍTICA. *In*: HOUAISS, Antonio. **Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua portuguesa**. [s.l]: Editora Objetiva Ltda. 2004.

CRUZ, Frederico Firmo de Souza; KAWAMURA, Maria Regina D.; ABRANTES, Paulo C. C.; MARTINS, Roberto. Mesa-Redonda: Influência da História da Ciência no Ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. especial, p.76-92. 1988.

D'AGOSTIN, Aline; **Física Moderna e Contemporânea: Com a palavra professores do Ensino Médio**. 2008. 104p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, UFPR, Curitiba, 2008.

DE JONG, Onno; VAN DRIEL, Jan H.; VERLOOP, Nico. Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge of using particle models in teaching Chemistry. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 8, p. 947-964. 2005.

ELIAS, Perceli Gomes. **Indícios do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de licenciandos em Química durante o estágio supervisionado**. 2011. 204p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2011.

FERNANDEZ, Carmen. PCK – Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 8., 2011, Campinas. **Anais...**, Campinas, v.1, p.1-12. 2012.

FIZEAU, Armand Hippolyte. Hypotheses on Luminous Ether and on an experiment that appears to demonstrate that the motion of bodies changes the velocity with which light propagates in their interior (1859). Tradução de National Aeronautics and Space Administration. **NASA Technical Documents**, 1971.

GARCÍA, Carlos Marcelo. Pesquisa sobre Formação de Professores: O Conhecimento sobre Aprender a Ensinar. Tradução de: Lólio Lourenço de Oliveira. **Revista Brasileira de Educação**, n. 9, p.51-75. 1998.

GARCÍA-CARMONA, Antonio. Investigación en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 3, n. 2, p.369-375. 2009.

GATTI, Sandra Regina Teodoro; NARDI, Roberto; SILVA, Dirceu da. História da Ciência no Ensino de Física: Um Estudo sobre o Ensino de Atração Gravitacional desenvolvido com futuros professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n.1, p.7-59. 2010.

GIL PÉREZ, Daniel. Contribucion de la Historia y Filosofia de las Ciencias al desarrollo de un modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p.197-212. 1993.

_____; VILCHES, Amparo. La formación del profesorado de Ciencias de Secundaria... Y de Universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores. **Educación en Química**, v. 15, n. 1, p.43-58. 2004.

GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco; REIS, José Cláudio. Teoria da Relatividade restrita e geral no programa de mecânica do Ensino Médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**.V.29, n.4, p.575-583. 2007.

HENZE, Ineke; VAN DRIEL, Jan H.; VERLOOP, Nico. Development of Experienced Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge of models of the Solar System and the Universe. **International Journal of Science Education**. v. 30, n.10, p.1321-1342. 2008.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior; CRUZ, Sonia Maria Silva Correa de Souza; COIMBRA, Débora. Tempo Relativístico no início do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p.373-386. 2006.

KIND, Vanessa. Pedagogical content knowledge in Science education: potential and perspectives for progress. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 169-204. 2009.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: Repensando a formação de professores**. 2009. 370p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo. Escrituras Editora. 2012.

LEE, Eunmi; LUFT, Julie A. Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. **International Journal of Science Education**, v. 30, n.10, p.1343-1363. 2008.

LOUGHRAN, John; MULHALL, Pamela; BERRY, Amanda. In search of Pedagogical Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 4, p.370-391. 2004.

LUCAS, Lucken Bueno; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Contribuições Axiológicas ao Ensino da Teoria Da Evolução de Darwin. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.2, p.245-273. 2011.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo, E.P.U., 6ª Reimpressão, 2001.

MACHADO, Daniel Iria. **Construção de conceitos de Física Moderna e sobre a Natureza da Ciência com o suporte da hipermídia**. 2006.300f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2006.

MARCON, Daniel; GRAÇA, Amândio Braga dos Santos; NASCIMENTO, Juarez Vieira do. Reinterpretação da estrutura teórico-conceitual do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. **Revista Brasileira de Educação Física Esporte**, v. 25, n. 2, p.323-339. 2011.

MARQUES, Deividi Marcio; CALUZI, João José; Contribuições da História da Ciência no Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Enseñanza de las Ciencias**. n. extra VII Congresso, p.1-4. 2005.

MARTINS, André Ferrer P.; História e Filosofia da Ciência no Ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p.112-131. 2007.

MARTINS, Lilian. Al-Chueyr Pereira. História da Ciência: objetivos, métodos, e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p.305-317, 2005.

MARTINS, Roberto de Andrade. Como não escrever sobre História da Física – um Manifesto Historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p.113-129, 2001.

_____. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. *In*: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo (Ed.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC / Livraria de Física, 2005. p.115-145.

MASSONI, Neusa Terezinha; MOREIRA, Marco Antonio. O Cotidiano da sala de aula de uma disciplina de História e Epistemologia da Física para futuros professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n.1, p.7-54. 2007.

MATTHEWS, Michael R.; História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. Tradução de: Claudia Mesquita de Andrade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n.3, p.164-214. 1995.

MELO, Luciana Moraes de; LIRA, Magadã Rocha de; TEIXEIRA, Francimar Martins. Formulação de Perguntas em aulas de Ciências Naturais: Hegemonia de Pensamento ou espaço para o diálogo?. *In: V COLÓQUIO INTERNACIONAL PAULO FREIRE*, 5., 2005, Recife; **Anais...** Recife, v.1, p. 1-10. 2005.

MONTEIRO, Maria Amélia. Aulas de História da Física: Um espaço para a formação de um professor libertador?. *In: COLÓQUIO INTERNACIONAL PAULO FREIRE*, 5., 2005, Recife, **Anais...** v.1, Recife, v. 1, p.1-11. 2005.

_____. **Discurso de professores e de livros didáticos de física do nível médio em abordagens sobre o ensino da física moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais.** 2010. 440f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2010.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto; BASTOS FILHO, Jenner Barretto. A sistemática incompreensão da Teoria Quântica e as dificuldades dos professores na introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p.557-580. 2009.

MOREIRA, Marco Antônio. **Subsídios Teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa.** Porto Alegre, [s.n.], 2009a. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>> Acesso em 22 março 2013.

_____. **Subsídios Teóricos para o professor Pesquisador em Ensino de Ciências: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo.** Porto Alegre, [s.n.], 2009b. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>> Acesso em 22 março 2013.

_____. Aprendizagem Significativa. *In: MOREIRA, Marco Antônio; VEIT, Eliane Angela. Ensino Superior: Bases Teóricas e Metodológicas.* São Paulo, E.P.U., 2010a, p. 39-46.

_____. Aprendizagem Significativa Crítica. *In: MOREIRA, Marco Antônio; VEIT, Eliane Angela. Ensino Superior: Bases Teóricas e Metodológicas.* São Paulo, E.P.U., 2010b, p. 89-98.

_____. Organização do Ensino. *In: MOREIRA, Marco Antônio; VEIT, Eliane Angela. Ensino Superior: Bases Teóricas e Metodológicas.* São Paulo, E.P.U., 2010c, p.195-207.

_____. Questionários. *In: MOREIRA, Marco Antônio; VEIT, Eliane Angela. Ensino Superior: Bases Teóricas e Metodológicas.* São Paulo, E.P.U., 2010d, p.163-172.

_____. Aprendizagem Significativa: Um conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**. v. 1, n.3, p.25-46. 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa – A teoria de David Ausubel.** São Paulo, Editora Moraes. 1982.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Terezinha; OSTERMANN, Fernanda. "História e Epistemologia da Física" na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p.127-134. 2007.

MOREIRA, Marco Antonio; VEIT, Eliane Angela. **Ensino Superior: Bases Teóricas e Metodológicas**. São Paulo: E.P.U, 2010.

NICOLAU Jr, Jorge Luiz; BROCKINGTON, Guilherme; SASSERON, Lucia Helena. Formação Contínua de professores para abordagem de tópicos de Relatividade no Ensino Médio: Saberes Docentes dos implementadores. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n.2, p.96-106; 2011.

OLIVEIRA Jr., Moacir de Miranda; FERNANDEZ, Carmen. O instrumento RC para a construção e análise do conhecimento pedagógico do conteúdo de licenciandos em Química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas, **Anais...** Campinas, v. 1, p.1-12, 2012.

OLIVEIRA, Fábio F.; VIANNA, Deise M.; GERBASSI, Reuber S. Física Moderna no Ensino Médio: O que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 447-454. 2007.

ORTIZ, Adriano José; BATISTA, Irinéa de Lourdes; Os caminhos da Física: O Eletromagnetismo de Cardano a Maxwell. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória, **Anais...** v. 1, p. 1-12. 2009.

OSTERMANN, Fernanda, MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 23- 48. 2000.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. **Teorias de aprendizagem: Texto introdutório**. Porto Alegre, [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/uab/informacoes/publicacoes/materiais-de-fisica-para-educacao-basica>> Acesso em 22 março 2013.

PAGLIARINI, Cassiano Rezende. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de Física para o Ensino Médio**. 2007. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Física Básica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PAULA, Helder de Figueirêdo; BORGES, Antônio Tarciso. A compreensão dos estudantes sobre o papel da imaginação na produção das ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p.478-506; 2008.

PAULO, Iramaia Jorge Cabral de; MOREIRA, Marco Antonio. Abordando Conceitos Fundamentais da Mecânica Quântica no nível médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 2, p.63-73. 2004.

PENA, Fábio Luiz A. Carta ao Editor: Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e idéias de Física Moderna e contemporânea na sala de aula?. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28,n. 1, p.1-2; 2006.

PEREIRA, Alexsandro; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Uma revisão da Produção Acadêmica Recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p.393-420. 2009.

PIMENTA, Selma Guarrido. Formação de Professores: identidade e saberes da docência. *In*: PIMENTA, Selma Guarrido (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2012. p.15-38.

RAMOS, Valmor; GRAÇA, Amândio Braga dos Santos; NASCIMENTO, Juarez Viera do. O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: estrutura e implicações à formação em educação física. **Revista Brasileira de Educação Física Esporte**, v. 22, n. 2, p.161-171. 2008.

REZENDE Jr, Mikael Frank; CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Física Moderna e Contemporânea na Formação de licenciandos em Física: Necessidades, conflitos e perspectivas. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p.305-321; 2009.

RODRIGUES, Carla Moraes; SAUERWERIN, Inés Prieto Schmidt. Ensino de Ciências: Desafios para o Ensino Médio. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 5, n. 4, p.746-752. Dez./ 2011.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p.1-18. 2005.

SALAZAR, Susan Francis. El Conocimiento Pedagógico del Contenido como Categoría de Estudio de la Formación Docente. **Revista Electrónica Actualidades Investigativas En Educacion**, v. 5, n. 2, p.1-18. 2005.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

_____. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-21, 1987.

SILVA, Arlete Vieira da; A articulação entre teoria e prática na construção do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. **Revista Espaço Acadêmico**, n.112, p.58-66. 2010.

STACHEL, John. O manuscrito de Einstein de 1912 como pista para o desenvolvimento da teoria da relatividade restrita. **Scientia e Studia**, v. 3, n. 4, p. 583-596, 2005.

UEL. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. **Organização Curricular – Física Habilitação Licenciatura**. Disponível em: <http://www.uel.br/prograd/catalogo-cursos/catalogo_2011/organizacao_curricular/fisica_licenciatura.pdf> Acesso em: 22 julho 2012.

_____. **Ementas Física Licenciatura**. Disponível em: <http://www.uel.br/prograd/catalogo-cursos/catalogo_2011/ementas/fisica_licenciatura.pdf>. Acesso em: 22 julho 2012.

UEM. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ. **Física**. Disponível em: <<http://www.pen.uem.br/html/pen/graduacao/cursos/fis.pdf> > Acesso em: 22 julho 2012.

UEPG. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. **Curso de Licenciatura em Física**. Disponível em: <<http://www.uepg.br/Catalogo/setor1/licenciaturafisica.pdf> > Acesso em: 23 julho 2012.

UNICENTRO. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE. **Currículo Pleno Curso: Física Licenciatura**. Disponível em: <<http://www.unicentro.br/proen/grades/FÍSICA.pdf>> Acesso em: 23 julho 2012.

_____. **Ementário das Disciplinas do Curso de Física**. Disponível em: <<http://www.unicentro.br/proen/ementas/FÍSICA.pdf>> Acesso em: 23 julho 2012.

UFPR. UNIVERSIDADE Federal do Paraná. **Curso de Licenciatura em Física, ingresso após 2011**. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grad/grade_licenciatura_2011.html> Acesso em: 02 agosto 2012.

_____. **Optativas do curso de Licenciatura em Física – Ingresso após 2011**. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grad/optativas_licenciatura_2011.html> Acesso em: 02 agosto 2012.

UFFS. UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL. **Matriz Curricular do curso de graduação em Física**. Disponível em: <http://www.uffs.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3942&Itemid=1786> Acesso em: 20 maio 2013.

VAN DRIEL, Jan H.; BERRY, A. Pedagogical Content Knowledge. *In*: PETERSON; Penelope; BAKER, Eva; MCGAW, Barry (Org.). **International Encyclopedia of Education**. 3. ed. Oxford: Elsevier, 2010, p.656-661.

VAN DRIEL, Jan H.; DE JONG, Onno; VERLOOP, Nico. The Development of preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge. **Science Teacher Education**, v. 86, p. 572-590. 2002.

VILCHES, Amparo; GIL PÉREZ, Daniel. La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. **Tecné, Episteme y Didaxis**, v. 22, n. extraordinário, p.67-85. 2007.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Didática e Avaliação em Física**. Curitiba: IBPEX; 2008.

WOLFF, Jeferson F.; MORS, Paulo M. Relatividade no Ensino Médio: Uma experiência com motivação na História. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p.14-22. 2006

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa, Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICES

Anexos – Para consultar os anexos, favor entrar em contato com o autor:
adrianorcc@gmail.com.br