

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO EM
FÍSICA**

STEVAN LUIZ BAZZAN

**UM ESTUDO SOBRE OS PARADIGMAS CIENTÍFICOS NOS LIVROS
DIDÁTICOS**

JARAGUÁ DO SUL

2014

STEVAN LUIZ BAZZAN

**UM ESTUDO SOBRE OS PARADIGMAS CIENTÍFICOS NOS LIVROS
DIDÁTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Jaraguá do Sul, como parte dos requisitos de obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza com Habilitação em Física.

Orientador: Jean Rafael Zimmermann Houllou

JARAGUÁ DO SUL

2014

AGRADECIMENTOS

A minha mãe por ser a minha inspiração e pelo apoio e incentivo durante todos esses anos.

A minha família pelo constante incentivo.

Ao professor Jean pela orientação no desenvolvimento do trabalho, o incentivo a cada nova reunião, inspiração e dedicação demonstrados no decorrer do curso.

Ao professor Jaison pelo apoio durante os anos do curso.

As professoras Viviane e Cátia pela dedicação e sabedorias transmitidas durante esses anos.

Aos amigos Cristian e Odirlei pelo companheirismo.

O homem erudito é um descobridor de fatos que já existem - mas o homem sábio é um criador de valores que não existem e que ele faz existir.

Albert Einstein

Nada como procurar quando se quer achar alguma coisa. Quando se procura geralmente se encontra alguma coisa, sem dúvida, mas nem sempre o que estávamos procurando.

J. R. R. Tolkien

Um leitor vive mil vidas antes de morrer, o homem que nunca lê vive apenas uma.

George R. R. Martin

RESUMO

O interesse de verificar a forma com que os livros didáticos abordam os paradigmas científicos nasceu durante o decorrer do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física, após a leitura do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Khun. O objetivo desta pesquisa foi analisar como os livros didáticos abordam os paradigmas científicos com os conteúdos e a forma com que os autores os contextualizam historicamente e epistemologicamente. Para tal, se fez a escolha de dois livros didáticos selecionados pelo plano nacional do livro didático para o triênio 2012 a 2015, sendo a escolha dos livros norteada pela diferença metodológica com que os autores tratam os conteúdos. A metodologia para a análise é inspirada na aplicada por Cristiano Carvalho, onde se estabeleceu quatro categorias de análise, Interação, Metodologia, Construção do Conceito de Ciência e a Abordagem Histórica e Epistemológica. Com a análise dos livros foi possível verificar indicativos a cerca do modo com que os livros didáticos trabalham os paradigmas científicos, a metodologia utilizada por eles, a forma com que os autores relacionam os conteúdos com os respectivos paradigmas e a ausência ou não de contextualização histórica e epistemológica nos conteúdos.

ABSTRACT

The interest of checking the way that textbooks deal with scientific paradigms was born during the course of the Bachelor's Degree in Natural Sciences with specialization in Physics, after reading the book *The Structure of Scientific Revolutions* by Thomas Khun. The objective of this research was to examine how textbooks deal with the scientific content and the way the authors contextualize historically and epistemologically paradigms. To this end, it has the choice of two textbooks selected by the national plan of the textbook for the triennium 2012-2015, the choice of books guided by methodological difference that the authors treat the contents. The methodology for the analysis is inspired by the applied Cristiano Carvalho, where they established four categories of analysis, interaction, Methodology, Construction of the Concept of Science and the Historical and Epistemological Approach. With the analysis of the books we observed indications about the way the textbooks work scientific paradigms, the methodology used by them, the way the authors relate the content with their paradigms and the lack of historical context or not and the epistemological.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA	11
2.1. O UNIVERSO DE ANÁLISE	11
2.2. DOS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE	12
3. A RELAÇÃO ENTRE MESTRE E O ALUNO	12
3.1. A CARACTERÍSTICA EMANCIPATIVA DO LIVRO DIDÁTICO	18
4. AS REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS E OS LIVROS DIDÁTICOS	20
4.1. O ADVENTO DO PARADIGMA COPERNICANO	23
4.2. AS ÍDEIAS DE NEWTON FUNDAMENTAM UM PARADIGMA	27
4.3. EINSTEIN E OS PRECEITOS DE UM NOVO PARADIGMA	30
5. ANÁLISE DO LIVRO QUANTA FÍSICA	33
6. ANÁLISE DO LIVRO FÍSICA AULA POR AULA	39
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
8. REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

A construção dos conhecimentos é um processo que se estende continuamente do começo da civilização humana até os tempos atuais. Dessa construção originou o nascimento da ciência moderna com Descartes, Bacon, Galileu, entre outros no século XVI. Tal construção ganhou, recentemente, grande importância sendo cada vez mais foco de inúmeros trabalhos direcionados a tentativa de esclarecimento dos processos ligados ao desenvolvimento da ciência. Para Thomas Khun, a ciência como conhecemos se altera por meio de revoluções, caracteriza-se como algo não estático ou linear. A cada revolução surgem novos paradigmas científicos que regem a ciência vigente (KHUN, 2006).

A partir de tal prerrogativa entendemos ser pertinente a necessidade de se verificar se os livros didáticos se preocupam em proporcionar aos alunos alguma concepção acerca da construção histórica dos conhecimentos científicos. Surge o interesse em verificar por meio do presente trabalho, o estudo sobre a forma pela qual os livros didáticos de física abordam o estudo das revoluções científicas.

É necessário salientar que a método de passar os conhecimentos adquiridos no processo de revolução da ciência é atualmente realizada em grande parte pela escola. Esta, por sua vez, utiliza-se de livros didáticos, sendo assim é necessário conhecer o método com que os livros abordam tais temas.

Sobre o ponto de vista de Jacques Rancière, existe na educação tradicional uma barreira entre mestres e alunos que os coloca em graus diferentes. Para Rancière, esta barreira deve ser superada e a educação deve se concentrar em aproximar tanto aluno quanto mestre de um conhecimento que é externo a ambos. Para tal, se faz válida a utilização de um terceiro elemento, como um texto, uma música, uma imagem, que venha a servir como mediador do processo de formação de conhecimento.

Rancière (2013) afirma num teatro, diante de uma performance, assim como num museu, numa escola ou numa rua, sempre há indivíduos a traçarem seu próprio caminho na floresta das coisas, dos atos e dos signos que estão diante deles ou o cercam. Sendo assim o aluno cria um significado dele. Por isso, que é importante que o livro didático apresente os diversos paradigmas.

Sendo assim, é fundamental que se pesquise se o livro didático, que cumpre o papel de terceiro elemento na relação de mestre e aluno, aborda como o conhecimento científico passa por revoluções que alteram seus paradigmas.

Este trabalho tem como interesse discutir o problema relacionado a como os livros didáticos de física, adotados no ensino médio estadual de Jaraguá do sul abordam as revoluções científicas. Para tal, foram escolhidos dois livros didáticos selecionados pelo plano nacional do livro didático para o triênio de 2012 a 2015, sendo eles: Quanta Física, Volume 1, 2012 da editora PD elaborado pelos autores Carlos Aparecido Kantor, Lilio Alonso Paoliello Junior, Luis Carlos de Menezes, Marcelo de Carvalho Bonetti, Osvaldo Canato Junior, Viviane Moraes Alves e o livro Física aula por aula, Volume 1, 2012 da editora FDT sendo os autores Benigno Barreto Filho e Cláudio Xavier da Silva. Segundo Roseli Otesbelgue et al. (2013), a escolha dos livros pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) ocorre da seguinte forma:

“Os livros didáticos distribuídos para as escolas públicas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) passam por várias etapas de avaliação. Primeiramente as editoras se cadastram a partir da divulgação de um edital publicado no Diário Oficial da União que estabelece as regras para inscrição e os prazos. Para analisar se as obras apresentadas se enquadram nas exigências do edital, é realizada uma triagem pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Os livros selecionados são encaminhados para avaliação pedagógica realizada por especialistas escolhidos pela Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC) de acordo com os critérios divulgados no edital.” (OTESBELGUE, et al., 2013)

O critério utilizado pelo PNLD de 2012 estabelece que:

A Física, concebida ainda como uma atividade social e cultural humana, que é caracterizada pela sua historicidade, permite compreender que suas teorias e modelos explicativos não são melhores ou piores em si mesmos, nem são os únicos possíveis, nem são as últimas respostas que a humanidade poderá dar às nossas inquietações, nem às nossas necessidades. De outra forma, todas as construções do conhecimento físico são fortemente permeadas pelos contextos sócio-cultural-históricoeconômicos em que se desenvolvem.

Mas acreditamos que ainda é importante o aprofundamento desta análise epistemológica. Os livros selecionados são direcionados aos alunos do primeiro ano do ensino médio, sendo assim poderá ser observado um grande número de conteúdos que podem ser mais facilmente contextualizados pelos autores. Os livros foram selecionados por apresentarem formas bastante antagônicas de apresentar os conteúdos visando produzir uma análise mais rica.

O decorrer do trabalho tem como objetivo principal analisar como os livros didáticos de física selecionados abordam os paradigmas científicos. Para isso foi estabelecido que é necessário analisar a concepção de ciência nos livros didáticos selecionados para análise. Em seguida, verificar o modo como os livros didáticos

contextualizam historicamente as revoluções científicas. Por fim apontar como os livros didáticos operam os diversos paradigmas em um mesmo discurso.

Tal investigação se justifica pela carência de pesquisas voltadas a identificar as formas como são trabalhadas as revoluções científicas nos livros didáticos. É importante que se conheça a forma com que os autores buscam relacionar os processos históricos científicos com os conteúdos encontrados nos livros didáticos. O desenvolvimento de um aluno emancipado como sugerido por Rancière passa diretamente pela capacidade deste aluno em perceber e compreender as revoluções científicas responsáveis pelo desenvolvimento da ciência.

A metodologia adotada para elaboração deste trabalho foi à pesquisa bibliográfica. Foi realizada após, a escolha dos livros, uma análise buscando verificar em um primeiro momento como é apresentado, no livro, o desenvolvimento de um paradigma científico. Como ele é abordado e se o relaciona com algum paradigma atual vigente. Em um segundo momento, buscou-se analisar como é apresentado o desenvolvimento da teoria científica ou de algum paradigma científico durante a explicação dos assuntos. No terceiro momento analisou-se no processo de descrição da construção do conceito de ciência, se a construção do desenvolvimento científico pode estar sendo caracterizada pela formação de novos paradigmas científicos ou se a ciência evolui naturalmente de forma linear seguindo sempre o mesmo paradigma. Por fim, no quarto momento, verificou-se qual foi a abordagem histórica e epistemológica empregada pelos livros selecionados para discutir as transformações dos paradigmas científicos da época. Os principais autores responsáveis pelo embasamento desta pesquisa são Jacques Rancière e Thomas S. Khun. O primeiro discute a formação de um aluno emancipado e a relevância do livro didático como agente emancipador, sendo assim caracterizado como um terceiro agente na relação entre aluno e mestre. Thomas S. Khun escreve sobre as estruturas das revoluções científicas, possibilitando uma base para observação da forma trabalhada pelos livros didáticos sobre a epistemologia da ciência.

O trabalho está organizado em quatro capítulos, o primeiro capítulo tem como objetivo uma discussão do livro como agente emancipador, neste capítulo o trabalho busca relacionar o discurso elaborado por Jacques Rancière sobre a formação de alunos emancipados e a relevância do livro didático nesta capacitação. O segundo capítulo busca analisar e discutir as revoluções científicas e os livros didáticos. Para isso foram estudados os paradigmas científicos segundo as ideias de Thomas S. Khun e como tais paradigmas são abordados durante o desenvolvimento dos conteúdos nos livros didáticos, bem como,

se pesquisou os principais paradigmas científicos desenvolvidos. No terceiro capítulo foi desenvolvida a análise dos livros didáticos selecionados para discussão, relacionada com base nos objetivos e metodologias desenvolvidos para o trabalho.

2. METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza por ser uma pesquisa bibliográfica, para criação desta metodologia se fez uso dos métodos utilizados por Cristiano Carvalho (2007).

Verificar qual é a concepção de ciência nos livros didáticos. O objetivo de observar como os livros selecionados operam os diversos paradigmas em seu discurso, com intenção de constatar se os conhecimentos criados dentro de um paradigma, como por exemplo, a física newtoniana ou a moderna, são apresentados como pertencentes a aquele contexto científico. Além disso, analisamos como os conhecimentos de diferentes paradigmas são descritos sob um viés epistemológico dentro da obra.

2.1. O UNIVERSO DE ANÁLISE

O universo da análise constitui-se de dois livros indicados pelo PNLD do triênio de 2012 a 2015 e sendo um deles o livro utilizado pelas escolas públicas de ensino médio de Jaraguá do Sul. O outro será selecionado a partir do utilizado em Jaraguá do Sul por meio do critério de maior distanciamento de sua proposta ou de uma abordagem metodológica diferenciada.

A idéia principal é pesquisar livros utilizados durante os anos de 2012 a 2015, período que, segundo o Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação, consiste num ciclo trienal cujo término é realizado com a avaliação de novos livros para serem disponibilizados nas escolas públicas. Pois estes livros são disponibilizados nas escolas públicas brasileiras.

Os livros selecionados para análise são Quanta Física, Volume 1, 2012 da editora PD, elaborado pelos autores Carlos Aparecido Kantor, Lilio Alonso Paoliello Junior, Luis Carlos de Menezes, Marcelo de Carvalho Bonetti, Osvaldo Canato Junior, Viviane Moraes Alves e o livro Física aula por aula, Volume 1, 2012 da editora FDT sendo os autores, Benigno Barreto Filho, Cláudio Xavier da Silva

2.2. DOS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Para se analisar de forma mais eficiente foram estabelecidas as seguintes passos:

Análise de como é apresentado, no livro, o desenvolvimento de um paradigma científico, como ele é abordado e se o relaciona com algum paradigma atual vigente.

Estudo de como é apresentado o desenvolvimento da teoria científica ou de algum paradigma científico durante a explicação dos assuntos.

Análise do processo de descrição da construção do conceito de ciência. A construção do desenvolvimento científico é caracterizado pela formação de novos paradigmas científicos ou se a ciência evolui naturalmente de forma linear seguindo sempre o mesmo paradigma.

Observação da abordagem histórica e epistemológica empregada pelos livros selecionados para discutir as transformações dos paradigmas científicos da época.

3. A RELAÇÃO ENTRE MESTRE E O ALUNO

Atualmente quando discutimos que o correto em relação à educação é formar cidadãos conscientes, capazes de pensar suas ações e avaliar atitudes e situações além de cultivar o senso crítico, como afirma a LDB 9394/96, em seu Título II, Art. 2º, “A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” Essa mesma orientação nos faz levar em conta o fator de como os professores vêm agindo para formar tais cidadãos e cumprir o que é proposto pela lei.

É necessário levar em conta que o método de ensino tradicional ainda persiste enraizado como forma principal de ensinar nas escolas brasileiras, educar exclusivamente pra se obter resultados pragmáticos, em outras palavras, para boa pontuação em avaliações que poucas vezes têm alguma relação com a realidade ou cotidianos dos alunos. Essa uma forma metodológica escolhida por parte dos professores brasileiros.

Tais atitudes e procedimentos quase sempre vão em direção oposta do que se pretende obter de um aluno capaz de pensar por contra própria.

Um fator importante nesse quadro é o professor que age não como um agente acolhedor e sim como um transmissor das práticas vigentes.

Rancière (2002) já salientava que o segredo de um bom mestre é entender a distância entre o conteúdo e o aluno, essa distância é entendida como a diferença entre aprender e compreender. Sendo assim um bom mestre será aquele que reconhece essa distância, mas que trabalha a seu favor. Ficando assim evidente a importância, para um bom mestre, em reconhecer a sua própria condição de ignorante, reconhecendo então que também não possui o conhecimento de tudo, e que é possível seus alunos terem tanto conhecimento quanto o próprio em determinados assuntos. Reconhecendo assim que a característica pela qual se difere de seus alunos é que ele já percorreu um caminho de aprendizado que seus alunos ainda não percorreram.

A atitude dos professores vêm em desencontro algo que prega o autor, o mestre adquire o papel de sujeito superior e inacessível aos alunos, um agente imperioso que é o único com o verdadeiro conhecimento e tudo aquilo que os alunos sabem nada mais é que bobagens sem validade ou sentido, só ele e apenas por ele pode se aprender a verdade.

Gadotti (1999, p. 02) afirma que “Para pôr em prática o diálogo, o educador não pode colocar-se na posição ingênua de quem se pretende detentor de todo o saber; deve, antes, colocar-se na posição humilde de quem sabe que não sabe tudo, reconhecendo que o analfabeto não é um homem ‘perdido’, fora da realidade, mas alguém que tem toda a experiência de vida e por isso também é portador de um saber”.

Um sujeito que pega para si a responsabilidade única que de dizer o que é válido ou não no aprendizado e crescimento dos alunos, adquirindo uma imagem quase que ditatorial, pois assim ele cria a imagem que é só através dele que os alunos aprenderão e que sem ele nada mais são que crianças ignorantes incapazes de avaliarem o que é real e o que é ilusão.

Pode se aqui contrapor tais procedimentos com os meios propostos por Libâneo (1994, p. 250), segundo ele “O professor não apenas transmite uma informação ou faz perguntas”, mas também ouve os alunos. Deve dar-lhes atenção e cuidar para que aprendam a expressar-se, a expor opiniões e dar respostas. O trabalho docente nunca é unidirecional. As respostas e as opiniões dos alunos mostram como eles estão reagindo à atuação do professor, às dificuldades que encontram na assimilação dos conhecimentos. Servem também para diagnosticar as causas que dão origem a essas dificuldades.

Pode se observar então que forma-se a figura que o professor é quase que um avatar do conhecimento e que só por ele e pela bondade dele os alunos poderão aprender os conhecimentos dos conteúdos exigidos.

Tal figura construída através dos anos aprendendo e convivendo com este tipo de professor reflete diretamente na formação deste indivíduo do nível básico ao superior como observado na pesquisa de Roncaglio (2004):

Ao perguntarmos sobre a relação professor-aluno, as maiorias dos alunos ressaltaram a importância de a prática do educador em sala de aula ser coerente com o seu discurso. O professor é considerado pelos alunos como o modelo a ser seguido e o elo do aluno com o conhecimento. Relataram que os professores criticam a escola tradicional e ensinam a importância de incentivar os alunos a trabalhar com o lúdico, mas, na sua prática, em sala de aula, na educação superior, passam muita teoria e não se utilizam da didática e dos recursos pedagógicos que dizem ser importantes. Com isso, os alunos salientam que, em algumas disciplinas, há um hiato entre a teoria e a prática, na ação docente.

Ainda sobre o assunto, Abreu e Masetto (1990 p.113) indagam que “o professor e o aluno interagindo formam o cerne do processo educativo”, o que significa que a aprendizagem só ocorre na dinâmica das relações entre esses dois atores. Em outros termos, é preciso superar a relação tradicional entre professor e aluno que imperou de forma dominante por muitos anos na prática pedagógica, e ainda impera em alguns contextos de ensino em todos os níveis.

É interessante analisar que na condição de portador único da verdade e do saber o professor adquire um status que é sim muito bem recebido pelos mesmos, algo como que uma massagem no ego do mestre que pode assim se sentir superior aos seus alunos ignorantes, isso tudo devido à incapacidade dos alunos de avaliarem e pensarem por si só. Fazendo então que se forme uma necessidade por parte dos alunos do professor, criando um vínculo que sugere ao aluno que ele é dependente do seu mestre e que só através dele conseguiu atingir o conhecimento.

Ranciére defende que é o explicador que tem necessidade do incapaz, e não o contrário é ele que constitui o incapaz como tal. Explicar alguma coisa a alguém é, antes de qualquer coisa, demonstrar-lhe que não pode compreendê-la por si só. Antes de ser o ato do pedagogo, a explicação é o mito da pedagogia, a parábola de um mundo dividido em espíritos sábios e espíritos ignorantes, espíritos maduros e imaturos, capazes e incapazes, inteligentes e bobos. O procedimento próprio do explicador consiste nesse duplo gesto inaugural: por um lado, ele decreta o começo absoluto — somente agora tem início o ato de aprender; por outro lado, ele cobre todas as coisas a serem aprendidas desse véu de ignorância que ele próprio se encarrega de retirar.

Sendo assim, é possível pensar que para o método tradicional de ensino existe uma inteligência inferior e uma inteligência superior. A primeira registra as percepções ao acaso, retém, interpreta e repete empiricamente, no estreito círculo dos hábitos e das

necessidades. É a inteligência da criancinha, do aluno ignorante e do homem do povo. A segunda conhece as coisas por suas razões, procede por método, do simples ao complexo, da parte ao todo. É ela que permite ao mestre transmitir seus conhecimentos, adaptando-os às capacidades intelectuais do aluno, e verificar se o aluno entendeu o que acabou de aprender. Tal princípio de ensinar pode ser tido como o princípio do embrutecimento.

Rancière (2002, p. 36) descreve este pensamento da seguinte forma:

“Ao se ensinar fragmentos se acrescentam como peças isoladas de um saber do explicador que levam o aluno a reboque de um mestre, que está em um nível, que ele jamais atingirá. O livro nunca está inteiro, a lição jamais acabada. O mestre sempre guarda na manga um saber, isto é, uma ignorância do aluno. Há sempre uma distância a separar o mestre do aluno, que, para ir mais além, sempre ressentirá a necessidade de um mestre, de explicações suplementares [...]”

Criando assim uma falsa condição a nossos alunos, de que se memorizando os métodos do professor o aluno aprenderá, mas repedir não é saber, comparação não é razão, memória não é inteligência. Aprender dessa forma significa dizer que só se pode aprender por meio do professor.

Rancière (2002, p. 18) discute que o segredo de um bom mestre é saber reconhecer a distância entre a matéria ensinada e o sujeito a instruir, a distância, também, entre aprender e compreender. O bom mestre é aquele que impõe e abole a distância, que a desdobra e que a reabsorve no seio de sua palavra.

É importante para um bom mestre reconhecer a sua condição de ignorante, reconhecer que também não possui conhecimento de tudo e que é possível seus alunos terem tanto conhecimento quanto ele em determinado assunto, reconhecer que ao que difere de seus alunos ignorantes é que ele já percorreu um caminho de aprendizado que seus alunos ainda não percorreram.

É preciso que o professor sempre se mantenha em um nível de igualdade para com seus alunos, construindo um vínculo de confiança e cumplicidade, afinal de contas seu papel como educador não é repassar conhecimento, mas sim auxiliá-los a buscá-los, afinal de contas o agente principal que leva o aluno a aprender algo é a vontade de aprender e é essa vontade que o professor pode ajudar a aflorar.

Rancière (2002, p.39) afirma no seu discurso que há sempre alguma coisa que o ignorante sabe e que pode servir de termo de comparação, ao qual é possível relacionar uma coisa nova a ser conhecida. Basta ao professor saber utilizar estas oportunidades para se criar um elo entre professor e aluno, realidade do indivíduo e o conhecimento a ser estudado. Criando assim um caminho que será percorrido mutuamente entre professor e aluno, lado a lado em condições de igualdade e que o dever do professor no fim não é

avaliar o quanto esse aluno aprendeu e sim que o aluno prove que ele estudou com atenção o conhecimento que lhe foi apresentando, em outras palavras exigir do aluno a vontade de aprender.

Isso tudo de certa forma é como dizer que o professor emancipará seu aluno, emancipando da dependência da explicação do professor, da dependência de se obter conhecimento só do professor dos seus métodos, do seu discurso e dos seus meios.

A consciência da emancipação é, antes de tudo, o inventário das competências intelectuais do ignorante. Ele conhece sua língua. Ele sabe, igualmente, usá-la para protestar contra seu estado ou para interrogar os que sabem, ou acreditam saber, mais do que ele. Ele conhece seu ofício, seus instrumentos e uso; ele seria capaz, se necessário, de aperfeiçoá-los. Ele deve começar a refletir sobre essas capacidades e sobre a maneira como as adquiriu. Racière (2002, p. 47)

Não basta ao docente conhecer os conteúdos programáticos, as pedagogias ou didáticas e expô-las num determinado momento aos alunos, mas sim transformar estes contextos numa forma criativa de modo a suscitar mais interesse e motivação por parte dos alunos, de forma a criar nesse aluno uma vontade, um interesse de aprender de entender e de querer saber mais.

Podemos comparar tais ideias ao discurso de CHAUI (1980, p.39) “Ao professor não cabe dizer “faça como eu”, mas: faça comigo. O professor de natação não pode ensinar o aluno a nadar na areia fazendo-o imitar seus gestos, mas leva-o a lançar-se na água em sua companhia para que aprenda a nadar lutando contra as ondas, fazendo seu corpo coexistir com o corpo ondulante que o acolhe e repele, revelando que o diálogo do aluno não se trava com seu professor de natação, mas com a água.”

Ensinar por meio de uma comunicação direta de igualdade e bom senso proporcionará formarmos indivíduos capazes de buscar se aperfeiçoar, de responder suas curiosidades e evoluir intelectual e socialmente, afinal de contas ao cultivar em sala de aula um ambiente de igualdade e fraternidade está o professor indiretamente mostrando a seus alunos que é possível existir uma sociedade mais justa e igualitária em que se podem cultivar laços de fraternidade e respeito mútuos entre seus indivíduos.

É dentro dessa proposta de educação que pretendemos estudar os livros didáticos. Ao pensarmos que os livros são ainda hoje importantes ferramentas de aprendizagem e que é a eles que, tanto alunos, quanto professores, podem recorrer para aprofundar seus conhecimentos, conhecer novos conteúdos, propostas e ideias, que se torna relevante entender mais essa ferramenta escolar.

3.1. A CARACTERÍSTICA EMANCIPATÓRIAS DO LIVRO DIDÁTICO.

Dentro de uma proposta da educação conciliadora em que tanto o professor quanto o aluno aprendam juntos em um processo mútuo de ensino e aprendizagem, que o livro ganha destaque ainda maior. Isso não significa dizer que o mestre somente entrega o livro ao aluno e deixa que ele aprenda por si só. Rancière (2002) explica que:

“O mestre é vigilante e paciente. Ele notará quando a criança já não estiver entendendo, e a recolocará no bom caminho, por meio de uma nova explicação. Assim, a criança adquire uma nova inteligência — a das explicações do mestre. Mais tarde, ela poderá, por sua vez, converter-se em um explicador. Pois ela possuirá os meios. Ela, no entanto, os aperfeiçoará: ela será um sujeito emancipado”.

Deve-se entender que é o livro didático o meio citado pelo autor francês, o agente conciliador que serve de ponte entre o leigo e o conhecimento, que é essa ponte que um professor emancipador vai acompanhado de seus alunos percorrer para juntos chegarem ao conhecimento.

Então o livro é de fundamental relevância no processo do crescimento intelectual do aluno e do professor. Podemos visualizar isso no discurso de Rancière (2002):

“Entre o mestre e o aluno se estabelecera uma relação de vontade mútua em contraponto a relação de dominação do mestre, criando assim por consequência uma relação inteiramente livre da inteligência do aluno com aquela do livro — inteligência do livro que era, também, a coisa comum, o laço intelectual igualitário entre o mestre e o aluno. Esse dispositivo permitia destrinchar as categorias misturadas do ato pedagógico e definir exatamente o embrutecimento explicador. Há embrutecimento quando uma inteligência é subordinada a outra inteligência”.

Mas também surge para nós à questão de até que ponto os livros possibilitam a reflexão autônoma, ou como diria Rancière “o caminho”, por parte dos estudantes leitores?

Vasconcellos (2000) afirma que a utilização do livro didático deve passar por uma crítica que envolva escola e alunos, para que possam ser adotados livros que contemplem questões de gênero, etnia, classe social, multiculturalismo, culturas locais, dentre outras, empenhadas em desmistificar supostas verdades absolutas, que coincidentemente procuram legitimar os valores e ideais de culturas hegemônicas.

Significa afirmar que se não bem escolhido o livro pode fazer um papel contrário o que o esperado, que é de criar um cidadão autônomo, e ao contrário o livro pode repassar ideias ultrapassadas, ideologias ou preconceitos que estejam inseridos no seu discurso.

O livro didático supriria então a demanda de conhecimento necessário para que o aluno adquirisse informação suficiente para sozinho conseguir formar sua própria visão do mundo ao seu redor. Isso estaria de acordo com as afirmações de SAVIANI, (2007, p. 136): [...] os livros didáticos serão o instrumento adequado para a transformação da mensagem científica em mensagem educativa. Nota-se, ainda, que, nesse caso, o livro didático é não somente o instrumento adequado, mas insubstituível, uma vez que os demais recursos não se prestam para a transmissão de um corpo de conhecimentos sistematizados como o é aquele que constitui a ciência produto.

O livro didático deveria então trazer ao aluno emancipado condição para ele refletir acerca da evolução do mundo no qual ele está inserido, não deixando ao aluno a falsa impressão que tudo que existe sempre esteve ali da mesma forma, do mesmo jeito. Que não só o mundo natural, mas as próprias ciências evoluíram, cresceram e se aprofundaram. Que como a natureza, o conhecimento é algo em constante mudança, renovando se a cada geração se aprofundando a cada descoberta, criando um ciclo de perguntas e respostas.

PERUZZI (2000) afirma que, [...] o professor deve buscar no livro didático as contribuições que possibilitam a ele mediar à construção do conhecimento científico pelo aluno, para que este se aproprie da linguagem e desenvolva valores éticos, mediante os avanços da ciência, contextualizada e socialmente relevante.

É fundamental entender que ao querer criar um aluno crítico e participativo, ou em outras palavras emancipadas, é dentro desse ciclo, discutido anteriormente, que queremos inserir nossos alunos. Mas como desejamos colocar um sujeito dentro de algo que ele não conhece ou pior que ele não consegue reconhecer como a realidade das ciências?

Então é nessa questão que devemos nos prender, ao discutir que os livros didáticos são a ponte, ou o caminho que deve ser percorrido por nossos alunos.

Lajolo, (1996, p.04) discorre que mesmo com a diversidade de livros existentes, todos podem ter, e efetivamente têm papel importante na escola e, embora o livro didático não seja o único material que professores e estudantes vão valer-se no processo de ensino e aprendizagem, ele pode ser decisivo para a qualidade do aprendizado resultante das atividades escolares.

Ranciére (2013) afirma num teatro, diante de uma performance, assim como num museu, numa escola ou numa rua, sempre há indivíduos a traçarem seu próprio caminho na floresta das coisas, dos atos e dos signos que estão diante deles ou o cercam. Sendo assim o aluno cria um significado dele. Por isso, que é importante que o livro didático apresente os diversos paradigmas.

É sobre a relação que os livros estabelecem entre os conhecimentos científicos e seus conteúdos históricos que queremos analisá-los. Entendemos que deixar claro essa questão é premissa para efetivar a emancipação do leitor frente a área da ciência. Conceituar tal relação é o objetivo do próximo capítulo.

4. AS REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS E OS LIVROS DIDÁTICOS

Quando discutimos o livro didático como um dos agentes formadores de alunos emancipados, somos levados a pensarmos que tipo de discurso este livro carrega.

Aqui queremos principalmente discutir como os livros didáticos tratam a ciência, como eles trazem essa ideia de ciência para o aluno. A ciência é estática ou mutável? Isso que nós conhecemos como ciência sempre foi assim? Todos os conhecimentos abordados no livro sempre existiram dessa forma, nesse mesmo formato? É isso que propomos discutir, o livro didático como agente emancipador.

Para se entender o que é a ciência devemos primeiro falar de onde veio essa ciência. Não é significativo para um aluno o livro trazer um discurso que apresente os seus conteúdos como algo estático e que sempre foi do jeito apresentando. Quando a ciência é considerada a partir de uma forma histórica e mutável abre-se a possibilidade de um olhar crítico e criativo sobre ela. Tal característica associa-se a uma formação emancipadora na área das ciências.

Gil Perez (2013) afirma que “uma das visões deformadas mais frequentemente assinaladas pelos grupos de professores, e também uma das mais tratadas na literatura⁷ é a que transmite uma visão individualista e elitista da ciência. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes...” Em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria. Muitas vezes insiste-se explicitamente em que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo-se assim expectativas negativas à maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”). Contribui-se, além do mais, para esse elitismo escondendo o significado dos conhecimentos por meio de apresentações exclusivamente operativas. Não

se faz um esforço para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem para mostrar o seu carácter de construção humana, em que não faltam hesitações nem erros, situações *semelhantes* às dos próprios alunos.

Queremos nos distanciar da forma abordada hoje nos conteúdos, que é, na maioria dos casos, apenas a parte final de uma longa caminhada do conhecimento. Pretendemos um estudo sobre a caminhada que quando é bem conhecida pelo aluno, propicia a ele a possibilidade deste compreender que a ciência hoje é de várias formas bem diferente da que outros pensadores estudaram ao longo da história. Isso tem um valor enorme na formação deste aluno, pois ele será capaz de compreender que tudo na ciência se transforma que a ciência caminha regida por um ciclo de perguntas e respostas, que a cada nova resposta se formam novas perguntas e que no fim das contas esse é o verdadeiro ciclo do conhecimento.

Talvez um dos maiores expoentes desta linha de raciocínio seja Thomas S. Kuhn, que em 2006 publicou a obra “A Estrutura das Revoluções Científicas” em que apresenta uma teoria sobre a ciência, retratando o desenvolvimento científico como uma sucessão de períodos ligados à tradição e pontuados por rupturas não cumulativas.

O autor faz uma crítica historiográfica da ciência como um repositório de “anedotas e cronologias” que não ajuda a provocar mudanças na “imagem” de ciência hoje aceita, pois não apresenta aspectos fundamentais para sua compreensão e sim um conceito de ciências apenas como um “repositório” de técnicas de manipulação, e “terá tantas possibilidades de assemelhar-se ao empreendimento que os produziu como a imagem de uma cultura nacional obtida através de um folheto turístico ou um manual de línguas”. (KUHN, 2006, p.19).

Desta forma, o autor vem sugerir uma nova historiografia que deve emergir da própria atividade de pesquisa.

A partir deste esforço, a história passaria a respeitar as diretrizes metodológicas como fenômenos complexos, diferenciando as linhas de pesquisa pela “incomensurabilidade de suas maneiras de ver o mundo e nele praticar sua ciência” e não pela determinação arbitrária de um conjunto específico de crenças aceitáveis. (KUHN, 2006, p. 23).

Kuhn também aponta a importância da presença desta arbitrariedade para a coerência da iniciação profissional na prática científica, pois a “pesquisa eficaz raramente começa antes que uma comunidade científica pense ter adquirido respostas seguras” para perguntas básicas em relação à natureza. (KUHN, 2006, p. 23).

Para o autor existe atualmente o que ele denomina de ciência normal. Tal ciência significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. “Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior”. (KUHN, 2006).

Para o autor o desenvolvimento da ciência normal está diretamente ligado aos paradigmas que a fundamentam. O paradigma conceituado é como realizações que partilham duas características essenciais (KUHN, 2006). Kuhn afirma que paradigma “é aquilo que os membros de uma comunidade científica partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma” (2006).

Sendo assim, o paradigma é o ponto fundamental que “prepara basicamente o estudante para ser membro da comunidade científica determinada na qual atuará mais tarde”, desta maneira sua prática subsequente raramente provocará desacordo declarado sobre pontos fundamentais.

Quando não existem paradigmas que consubstanciem as práticas científicas de um determinado grupo, todos os fatos que surgirão no decorrer das pesquisas “têm a probabilidade de parecerem igualmente relevantes”. (KUHN, 2006).

O autor também apresenta a definição de paradigma como “um objeto a ser mais bem articulado e precisado em condições novas ou mais rigorosas”. A substituição de um paradigma por outro “implica uma definição nova e mais rígida do campo de estudos”, este novo paradigma conduzirá algumas escolas científicas a desenvolverem pesquisas que se acomodem a ele. (KUHN, 2006).

Thomas Khum afirma que os cientistas não precisam de um “conjunto completo de regras”, pois podem trabalhar a partir de caminhos definidos pela escola que estão inseridos, visto estes caminhos como “modelos adquiridos através da educação ou da literatura a que são expostos subsequentemente, muitas vezes sem conhecer ou precisar conhecer quais as características que proporcionaram o status de paradigma comunitário a esses modelos”.

Desta forma Kuhn acredita que assumir um paradigma é essencial para uma escola científica, pois será ele que assegurará as soluções dos problemas escolhidos. Argumentando que paradigma é prioritário em relação à definição de regras, Kuhn confirma que a ciência normal pode existir apenas a partir de paradigmas, independentemente de regras impostas, desde que a comunidade científica relevante aceite “sem questionar as soluções de problemas particularmente já obtidas”. (KUHN, 2006).

Seguindo esta linha de raciocínio, Kuhn afirma que as revoluções científicas são aqueles episódios de desenvolvimento não cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, sendo este incompatível com o anterior. O autor ainda destaca que algumas revoluções científicas parecem revolucionárias somente para aqueles cujos paradigmas sejam afetados por elas. Para Kuhn (2006), uma revolução é uma espécie de mudança envolvendo certo tipo de reconstrução dos compromissos de grupo. Mas não necessita ser uma grande mudança, nem precisa parecer revolucionária para os pesquisadores que não participam da comunidade em questão.

A escolha entre paradigmas em competição demonstra ser uma escolha entre modos incompatíveis de vida comunitária, não podendo ser determinada pelos procedimentos de avaliação característicos da ciência normal, pois estes dependem de um paradigma determinado e este paradigma, por sua vez está em questão.

Guiados por um novo paradigma, os cientistas podem vir a adotar novos instrumentos e serem capazes até orientar seu olhar em novas direções, pois durante as revoluções os cientistas passam a perceber coisas diferentes sobre o seu próprio experimento. Kuhn destaca ainda as situações durante revoluções onde os cientistas, mesmo olhando para os mesmos pontos já examinados anteriormente, e adotando instrumentos familiares, conseguem perceber coisas surpreendentes, levando-os a ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente.

Para elucidar melhor o que significam essas revoluções científicas, que são característica de uma ciência que se transforma e se desenvolve através de perguntas e respostas. Citaremos três dos principais discursos relacionados aos principais momentos históricos nos quais ocorreu um processo de revolução da ciência. Quando um discurso já não se mostrava capaz de responder todas as perguntas, então um novo discurso que seja capaz de responder melhor as questões sem explicação surgir e tomar o lugar do antigo discurso.

4.1. O ADVENTO DO PARADIGMA COPERNICANO

Começaremos com a Revolução Copernicana, que tem como seu pensador mais influente Nicolau Copérnico, seguindo discutiremos a Revolução Newtoniana, que como sugere o nome tem como principal pensador Isaac Newton e, por fim, discutiremos Revolução Quântica – Relativística tendo como seu principal pensador Albert Einstein.

Começamos pôr o termo Revolução Copernicana que é usado repetidas vezes ao se referir ao impacto da obra de Copérnico na história da Ciência. Lakatos (1989) chama a Revolução Copernicana como sendo a hipótese de que a Terra gira em torno do Sol e não o contrário, ou com maior precisão, a hipótese do referencial fixo do movimento planetário ser as estrelas fixas e não a Terra.

Mas é importante dizer que hoje se sabe que a chamada “revolução” não se baseou em fatos novos. Kuhn chama a atenção para as previsões de Ptolomeu que eram tão boas como as de Copérnico, e inclusive (2009, p. 96) “a astronomia ptolomaica é ainda hoje usada para cálculos aproximados”. Tanto a hipótese de Copérnico como a de Ptolomeu era inconsistente com muitos fatos observacionais conhecidos, como as posições do planeta Marte.

Podemos observar que Copérnico questionou o modelo de Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), mas mantiveram muitas das concepções aristotélicas. Copérnico não foi o primeiro a propor um modelo de Universo heliocêntrico. Antes dele, já na Antiguidade, outros tinham indicado tal hipótese, tal como Aristarco de Samos (c. 310-c. 250 a.C.).

Segundo Damasio (2011), o modelo aceito por grande parte das pessoas durante os séculos colocava a Terra em uma posição central. Porém, neste modelo o movimento irregular aparente dos planetas, ora progressivo, ora parado e ora retrógrado, causava arranjos que foram causa de desconforto de muitos, entre eles, Copérnico. Estes arranjos não eram os epiciclos, e sim, os equantes.

Quando Copérnico propôs sua nova cosmologia heliocêntrica ele não intencionava subverter a Astronomia. Ele era, antes de tudo, um conservador. Podemos observar nas palavras de Feyerabend (2007, p. 192) que “Copérnico era um cristão e um bom aristotélico; tentou restaurar o movimento circular centrado à proeminência que certa vez tinha tido, postulou uma Terra em movimento”. O motivo pelo qual um conservador causou a chamada revolução copernicana foi que Copérnico queria retomar as antigas idéias da filosofia grega. Foi a partir desta retomada que a revolução teve início. O principal papel de Copérnico foi o de inspirar os futuros astrônomos. A verdadeira revolução copernicana só ocorreria mais de meio século depois da morte de Copérnico com Galileu Galilei (1564-1642) e Kepler (1571-1630).

Podemos observar isso quando levamos em conta que Copérnico acreditava na concepção platônica a qual propunha que os movimentos celestes eram circulares e com velocidades regulares. Platão (século IV a.C.) havia adotado as ideias de Pitágoras de Samos (século V a.C.), famoso pela proposição que ele ajudou a difundir. Para Pitágoras, os movimentos dos astros deveriam ser circulares uniformes, perfeitos e regulares, todos estes círculos deveriam ter um mesmo centro no qual estaria a Terra imóvel. Discípulo de Platão, Aristóteles (século IV a.C.) transformou as ideias pitagóricas adotadas por Platão em dogmas astronômicos que durariam mais de 2000 anos. Os círculos só foram contestados por Kepler no século XVII d.C.

Segundo Damasio (2011) Ptolomeu, além de usar os excêntricos e os epiciclos, introduziu um conceito adicional com o objetivo de explicar melhor o movimento dos corpos celestes: o equante. Tal conceito é um ponto deslocado em relação ao centro de cada um dos deferentes, em torno do qual o centro do epiciclo do planeta se desloca com velocidade uniforme.

O maior mérito da obra de Copérnico foi o de retomar a astronomia matemática praticada pelos gregos, opondo-se ao saber meramente especulativo. Copérnico não foi o primeiro a propor o movimento da Terra, como ele próprio admite no prefácio do “*De Revolutionibus*” obra revolucionária.

Damasio (2011) segue seu discurso afirmando que a insatisfação de Copérnico com o sistema ptolomaico não foi gerado por novas observações, as suas eram essencialmente as mesmas de Ptolomeu, as novas observações foram somente as de Tycho Brahe. O sistema copernicano não aperfeiçoou as predições das posições planetárias feitas pelo sistema ptolomaico até Kepler.

Copérnico criticava o sistema ptolomaico por razões teóricas, como argumenta Feyerabend (2007, p, 197); [...] O autor escreveu em seu livro “*Commentariolus*” Com efeito, essas teorias (dos ptolomaicos) não eram adequadas a menos que certos equantes também fossem concebidos; parecia então que um planeta não se movia com velocidade uniforme nem ao longo de seu próprio deferente nem relativamente a um centro real [...].

Damasio (2011) afirma que a solução de Copérnico é simples para o movimento errante dos planetas, e uma consequência direta de seu modelo. O Sol está fixo e imóvel;

em volta dele giram em círculos Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno a Lua gira em torno da Terra a qual também gira em torno de seu próprio eixo. Cada planeta tem um período de revolução diferente que aumenta com a distância ao Sol. A Terra e os planetas não giram em torno do Sol propriamente, mas em torno de um ponto vazio que está distante do Sol cerca de três diâmetros solares. Neste sistema os planetas incluindo a Terra descrevem círculos ao redor de um ponto imaginário o qual não coincide com o Sol, sendo que este ponto revoluciona ao redor dele lentamente. Devemos chamar, a rigor, o modelo cosmológico de Copérnico de hélio estacionário ou heliostático.

Apesar do sucesso em explicar o movimento errante dos planetas, Copérnico não fora capaz de provar algumas importantes consequências dessa concepção heliostática estavam corretas. Entre elas, havia a previsão de que Vênus deveria apresentar fases como a Lua de que deveriam ser observadas grandes mudanças nos tamanhos aparentes de Marte e Vênus. Estas previsões somente foram corroboradas com as observações astronômicas de Galileu após 1610. Portanto, somente foram provadas mais de setenta anos depois da morte de Copérnico.

A disseminação do copernicanismo teve uma consequência ideológica, além das astronômicas. Como neste sistema a Terra era apenas mais um entre os planetas, o ser humano havia sido deslocado de sua posição de destaque.

É interessante notarmos que Copérnico não pôde prever as órbitas elípticas por não ser tão copernicano quanto Kepler e outros de seus sucessores. O seu ideal platônico do movimento circular e uniforme dos astros está bem claro em suas palavras em *De Revolutionibus* “é impossível que um corpo celeste se mova de forma irregular por uma única esfera e nossa mente se estremece com esta expectativa” (Gingerich 2008).

Para que a lei das elipses pudesse ser proposta teria que surgir dados precisos e uma mente que não se estremecesse diante da ruptura com os ideais platônicos. A espera findou respectivamente com o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) e o alemão Johannes Kepler.

Tycho construiu um catálogo de dados astronômicos muito preciso e com uma continuidade jamais vista antes. Havia revisado os catálogos estelares e calculado de maneira mais precisa a posição de mais de mil destas estrelas.

Kepler constituiu-se no arquiteto teórico para a obra observacional de Tycho. Para Kepler, não bastava descrever o movimento celeste, sendo também necessária a busca de suas causas. Sua concepção desta causa foi a de uma força entre o Sol e cada planeta, crendo que se moviam mais lentamente quanto mais afastados estivessem do Sol, pois a força solar diminuía com a distância.

Além de revolucionário, Kepler foi um unificador. Ele uniu a Astronomia com a Física, sendo assim o primeiro astrofísico da história da ciência. Porém, sem as observações de Tycho, Kepler jamais teria proposto as leis do movimento planetário. Tal questão demonstra mais uma vez que a ciência é um processo de construção de conhecimento.

A obra de Platão teve grande influência sobre Kepler. Ele tentou associar os cinco sólidos platônicos com os cinco intervalos entre os planetas até então conhecidos. Para Kepler, não poderia ser coincidência haver cinco sólidos platônicos e o mesmo número de intervalo entre os planetas. Para ele, esta coincidência dos números era uma explicação razoável para a existência de apenas seis planetas e não vinte e um. Na obra que Kepler publicou em 1597, chamada de *Mysterium Cosmographicum* podemos perceber a grande influência platônica nas propostas de Kepler.

Gingerich (2003) afirma que é interessante especular como Kepler desistiu da órbita circular para adotar a possibilidade da órbita elíptica. Para tanto, o autor analisou a cópia do “*De Revolutionibus*” que pertenceu a Kepler, hoje na cidade alemã de Leipzig. Kepler não foi o primeiro dono deste exemplar. Ele deve tê-lo ganhado de presente de um familiar comerciante de livros. Um dono anterior a Kepler que fez muitas anotações no livro foi um professor de Matemática da Universidade de Wittenberg chamado Jerome Schreiber.

Segundo Damasio (2011), podem-se perceber três inovações relevantes no livro de Kepler *Astronomia Nova*. A primeira foi colocar o Sol como centro geométrico e físico do sistema, pois para Kepler como o Sol era a fonte da força que regia o movimento dos planetas e, portanto, somente lhe caberia a posição central. A segunda foi considerar que todos os planetas estão em órbitas aproximadamente no mesmo plano, e este plano deve conter o Sol (ao contrário do que acontecia com os sistemas de Copérnico e Ptolomeu). A terceira foi a de se livrar da concepção platônica do movimento celeste circular e uniforme.

Apesar de ter a “dica” do formato das órbitas, Kepler só desistiu definitivamente das órbitas circulares e ovais após dezoito meses de ler as anotações de Schreiber. Após mais seis anos ele finalmente percebeu que a órbita de Marte era uma elipse sendo que o Sol está em um dos focos. Estava proposta a que viria a ser conhecida como 1ª lei de Kepler.

Kepler se valeu de conhecimentos prévios obtidos por outros grandes pensadores de seu tempo e anteriores, como Schreiber, Tycho, Copérnico e Ptolomeu entre outros, todos eles contribuíram a sua maneira para a construção da ciência e de um conhecimento cada vez mais preciso.

4.2. AS IDEIAS DE NEWTON FUNDAMENTAM UM PARADIGMA

Seguindo nossa discussão acerca das principais revoluções científicas e a construção de novos paradigmas científicos nosso segundo exemplo é Newton (1642-1727). No século XVIII o iminente cientista publica “Os Principia” que viriam a ser a primeira exposição sistemática e rigorosa sob o ponto de vista matemático, da compreensão científica do Mundo. Tal obra projeta a sua influência de uma forma decisiva no método científico a partir de então.

Na edição de 1726 de Principia podemos observar os três principais postulados propostos por Newton:

- I - Todo o corpo permanece no seu estado de repouso, ou de movimento uniforme retilíneo, a não ser que seja compelido a mudar esse estado devido à ação de forças aplicadas.
- II - A variação de movimento é proporcional à força motriz aplicada; e dá-se na direção da reta segundo a qual a força está aplicada.
- III- A toda a ação sempre se opõe uma reação igual; ou, as ações mútuas de dois corpos são sempre iguais e dirigidas às partes contrárias.

Newton desenvolveu um conjunto de considerações com o propósito de caracterizar o que é tempo absoluto, verdadeiro e matemático; o espaço absoluto e relativo e o movimento absoluto e relativo. Ele próprio escreve em Principia:

Não defino tempo, espaço, lugar e movimento, como sendo já do conhecimento de todos (...). Contudo observo que é vulgar conceber estas quantidades através

das relações que experimentam com os objetos sensíveis. Daqui advêm certos preconceitos, para eliminá-los, será conveniente distingui-los entre absoluto e relativo, verdadeiro e aparente, matemático e comum. (Newton 1726).

Mas o autor continua seu discurso e disserta sobre espaço que segundo ele é absoluto como vemos no trecho a seguir de Principia de 1726:

[...] espaço absoluto, na sua própria natureza, sem uma relação com o que quer que seja exterior, permanece sempre igual e imóvel e continuando discutindo sobre um espaço relativo; [...] o espaço relativo [...] que os nossos sentidos determinam pela sua posição em relação aos corpos e que é vulgarmente tomado pelo espaço imóvel, tal como a dimensão de um subterrâneo [...] é determinada pela sua posição com respeito à terra [...]

Nesse ponto é importante esclarecer que a ideia de espaço relativo dado por Newton é aquilo que hoje se entende por um sistema de referência, três eixos, tal como o plano cartesiano, e um relógio se considerar o tempo, que qualquer observador tem que usar para poder estudar o movimento.

Quanto à referência ao espaço absoluto, nada foi adiantado, pois é qualquer coisa que permanece sempre igual e imóvel; mas, igual e imóvel em relação a quê, tal pergunta não é respondida em Principia e viria a se tornar um dos pontos utilizados por cientistas vindouros para se perguntar sobre a até que ponto as ideias de Newton estavam corretas.

Segundo Fitas (1996) para Newton, o espaço absoluto era necessário, como generalização conceptual. Ele atribuiu realidade física porque estava fora da capacidade empírica do homem provar a sua não existência. Podemos entender, segundo as reflexões de Khun que tal questão não cabia no paradigma Newtoniano. A hipótese do espaço e tempo absoluto constituiu uma necessidade teórica sobre a qual se construiu toda a física clássica.

Essa concepção foi aceita pela comunidade científica até o século XIX, sem lhe prestarem grande atenção, com a exceção feita de Mach. Só no século XX, Einstein avança com uma proposta capaz de substituir todo o quadro teórico erigido por Newton.

Continuando o raciocínio de Newton (1726), o cientista argumenta em seu livro:

Os efeitos que distinguem o movimento absoluto do relativo são as forças de afastamento do eixo do movimento circular. Pois não existe tais forças num movimento circular puramente relativo, mas num movimento circular verdadeiro e absoluto, elas são maiores ou menores, conforme a quantidade de movimento (...).

Em outras palavras no raciocínio de Newton, o movimento circular absoluto tem como efeito o aparecimento de uma força centrífuga. Se existe um referencial em relação

ao qual se possa identificar a existência desta força, está identificada experimentalmente o referencial absoluto ou o espaço absoluto. Apenas o físico austríaco E. Mach contestou o este raciocínio de Newton na época.

Seguindo a discussão, Newton afirma sobre o tempo:

O tempo absoluto, verdadeiro e matemático. Em si próprio, e da sua própria natureza, flui igualmente sem relação com nada exterior, enquanto que o tempo relativo, aparente e comum é a medida sensível e exterior da duração através do movimento, que é comumente utilizada em vez do tempo verdadeiro.

Aqui começa uma importante discussão que é sem dúvida uma das afirmações que mais geraria controvérsia e daria espaço a especulações e conseqüentemente o aparecimento de novas teorias culminando na teoria da relatividade proposta por Einstein no século seguinte. Sobre o ponto de vista de Kuhn tal acontecimento pode ser diagnosticado como uma anomalia no paradigma Newtoniano, que daria espaço para o surgimento de novos estudos que culminariam na formação de um novo paradigma que possa explicar esta anomalia.

Newton afirma:

Todos os movimentos podem ser acelerados ou retardados, mas o fluir do tempo absoluto não está ligado com nenhuma variação, pois o padrão matemático do tempo só se pode comparar consigo próprio ou com nada. Reconhecendo que a duração ou a perseverança da existência das coisas permanece a mesma, quer o movimento seja rápido ou lento ou não exista, e, contudo, esta duração deve ser distinguida do que são as medidas sensíveis. Newton (1726).

Para Fitas (1996), isso significa que Newton quis dizer que não importa o movimento que se escolha para comparar os tempos; o tempo passa, o homem envelhece independentemente do relógio que o acompanhe, os astros revolucionam periodicamente nas suas órbitas. Portanto, deve haver um tempo não sujeito a qualquer movimento, um tempo absoluto e imutável.

Como visto Newton teve grande mérito em seus estudos, mas nem tudo proposto por ele se mostrou totalmente completo ou válido, várias citações do autor se mostraram vagas e sem explicação, tendo inclusive em alguns trechos creditados a deus certos fenômenos que não pode explicar. É preciso ficar claro assim que o processo de revoluções do conhecimento científico é lento e gradual, e que nesse processo ocorrem inúmeros fenômenos que não se adequam ao paradigma vigente, as anomalias, que inconscientemente geram espaços para novas perguntas e assim suscitam novas pesquisas e estudos.

Esse ponto de vista pode ser interpretado através das ideias de Khun como fator principal para o processo de desenvolvimento da ciência e por consequência surgimento de novos paradigmas científicos.

4.3. EINSTEIN E OS PRECEITOS DE UM NOVO PARADIGMA

No nosso terceiro exemplo podemos perceber quando observamos o discurso de Einstein em seu livro “Como vejo o mundo” de 1949, no qual o cientista discorre sobre a forma como ele vê a ciência, de como ela se apresenta a ele, do modo de como parte por parte cada pesquisador contribuiu com sua parcela no processo científico, o qual culmina em seus estudos sobre a relatividade, como vemos no trecho a seguir:

Penso em primeiro lugar na teoria do movimento das massas e da gravitação, obra de Newton; penso em seguida na noção do campo eletromagnético, graças à qual Faraday e Maxwell repensaram as bases de uma nova física. Tem-se razão ao dizer que a teoria da relatividade deu uma espécie de conclusão à grandiosa arquitetura do pensamento de Maxwell e de Lorentz, pois ela se esforça por estender a física do campo a todos os fenômenos, inclusive gravitação (Einstein, 1949, p. 65).

Einstein prossegue seu discurso observando que, ao tratar do objeto particular da teoria da relatividade, faz questão de esclarecer que ela marca a evolução natural de uma linha seguida há séculos. A rejeição de certas concepções sobre o espaço, o tempo e o movimento, concepções julgadas fundamentais até o momento, não foi um ato arbitrário, mas simplesmente um ato exigido pelos fatos observados.

O autor propõe um novo pensamento sobre espaço e o tempo, algo diferente do paradigma vigente que se baseava fundamentalmente nos preceitos Newtonianos, como observamos a seguir:

A lei da constância da velocidade da luz no espaço vazio, corroborada pelo desenvolvimento da eletrodinâmica e da ótica, junto com a igualdade de direito de todos os sistemas de inércia (princípio da relatividade restrita), indiscutivelmente revelada pela célebre experiência de Michelson, inclina desde logo a pensar que a noção de tempo deve ser relativa, já que cada sistema de inércia deve ter seu tempo particular. (Einstein, 1949, p. 65).

De acordo com a teoria da relatividade restrita proposta por Einstein em 1905, “as coordenadas de espaço e de tempo ainda conservam um caráter absoluto, já que são diretamente mensuráveis pelos relógios e corpos rígidos”.

Mas tornam-se relativos, já que dependem do estado de movimento do sistema de inércia escolhido. Segundo Einstein (1949), “O *continuum* de quatro dimensões realizado pela união espaço-tempo conserva, de acordo com a teoria da relatividade restrita, o caráter

absoluto que possuíam, conforme as teorias anteriores, o espaço e o tempo, cada um, tomado à parte”. Sendo assim, o autor conclui que é da interpretação das coordenadas e do tempo como resultado das medidas, que se chega à influência do movimento (relativo ao sistema de coordenadas) sobre a forma dos corpos e sobre a marcha dos relógios, e à equivalência da energia e da massa inerte.

Einstein afirma que “a teoria da relatividade geral funda-se essencialmente sobre a correspondência numérica verificável e verificada da massa inerte e da massa pesada dos corpos”. Sendo este fato capital, jamais a mecânica clássica foi capaz explicar. Einstein chegou a esta descoberta pela extensão do princípio de relatividade aos sistemas de coordenadas, possuidoras de uma aceleração relativa de uns em relação aos outros.

O cientista continua seu raciocínio afirmando:

Assim, a introdução de sistemas de coordenadas possuidoras de uma aceleração relativa em relação aos sistemas de inércia mostra e descobre campos de gravitações relativas a estes últimos. Daí se torna evidente que a teoria da relatividade geral, baseada na igualdade da inércia e do peso, autoriza também uma teoria do campo de gravitação. A introdução de sistemas de coordenadas aceleradas, um em relação a outro, como sistema de coordenadas igualmente justificadas, como parece exigir a identidade entre a inércia e o peso, conduzem, acompanhado de os resultados da teoria da relatividade restrita, à consequência de que as leis dos movimentos dos corpos sólidos, em presença dos campos de gravitação, não correspondem mais às regras da geometria euclidiana. (Einstein, 1949, p. 66).

Por consequência, Einstein, não percebe outro movimento a não ser o movimento relativo das coisas umas em relação às outras. Mas em comparação a aceleração que descobrimos nas equações do movimento de Newton se mostra assim, inconcebível desde que se raciocine a partir da ideia do movimento relativo. Este conceito de um espaço absoluto introduzido por Newton mostra-se insuficiente. Por este motivo, E. Mach procurou modificar as equações da mecânica de modo que a inércia dos corpos fosse explicada por um movimento relativo, não por referência ao espaço absoluto, mas por referência à totalidade dos outros corpos ponderáveis. (Einstein, 1949, p. 66).

Para exemplificar melhor o pensamento de Einstein em relação aos preceitos de Newton, de que este via um universo em que o espaço era estático e absoluto e que não satisfazia plenamente os resultados obtidos em experimento, podemos observar a seguinte passagem em seu livro *Como vejo o mundo* de 1949:

A aceleração de Newton somente é pensável e inteligível como aceleração em relação à totalidade do espaço. A esta realidade geométrica do conceito de espaço associa-se por tanto uma nova função do espaço, que determina a inércia. Quando Newton declarou que o espaço é absoluto, teve certamente presente no espírito a significação real do espaço e deve, por consequência e necessariamente, ter atribuído a seu espaço um estado de movimento bem

definido que, confessemos-lo, não está determinado pelos fenômenos da mecânica. Este espaço foi ainda inventado como absoluto, de outro ponto de vista. Sua eficácia para determinar a inércia continua independente, portanto não provocada por circunstâncias físicas de qualquer espécie. Ele age sobre as massas, nada age sobre ele. (Einstein, 1949, p. 72).

Isso tudo que foi discutido serve como exemplo de como decorreu o processo de revolução do pensamento científico. Ao conhecer todos estes fatos fica evidente que não foi um processo fácil e rápido, mas sim lento e trabalhoso algo que começou na antiguidade com os pensadores gregos e continua até hoje se transformando como descrito por Khun.

É importante para o aluno receber um livro didático capaz de trazer as ligações históricas a cerca do processo pelo qual se dá a revolução da ciência. Um erro significativo que observamos em um livro didático, na qual podemos notar um discurso minimalista em relação os processos científicos, que traz os conteúdos de forma pragmáticas e desligados entre si. A ciência é um conjunto de coisas em si e é preciso não apenas conhecer suas leis e regras, mas sim o processo de formação histórica da ciência. Tal processo se baseia em modelos mutáveis e revolucionados a cada novo paradigma que se instala entre a comunidade científica. Apresentar a concepção de paradigmas que se revolucionam aos alunos possibilita que estes se afastem do preceito que a ciência é algo estático e fechado e que o que eles estudam nos livros é e sempre foi da mesma forma.

5. ANÁLISE DO LIVRO QUANTA FÍSICA

O livro Quanta Física Volume 1 é dividido em duas unidades a primeira unidade é “o mundo da energia” e a segunda unidade é “transportes, esportes e outros movimentos”.

A primeira unidade começa seu discurso fazendo uma abordagem sobre o que é energia e em seguida discute “a energia ao longo da história” (p. 16) onde o livro discute como nos utilizamos à energia no decorrer da história, as formas de energia utilizadas em cada período e, por fim, descrevendo quais as energias que utilizamos nos dias de hoje.

Esta primeira ideia dos autores é interessante quando pensamos que discutir a evolução do uso da energia por nós é algo relevante no sentido de capacitar os alunos a entender que os processos para utilização da energia são também processos tecnológicos e históricos.

Seguindo a diante, o livro aborda os conteúdos de energia mecânica e energia térmica (p. 51). O primeiro conteúdo é a força e trabalho, sabe-se que força é um conceito estreitamente ligado ao paradigma Newtoniano, pois foi Newton que aprofundou os estudos em torno do conceito de força.

Podemos entender com o decorrer da leitura que o livro aborda os conceitos de força através do paradigma Newtoniano, abordando conceitos como trabalho, queda livre (p. 53), energia cinética e energia potencial elástica (p. 55). Continuando a análise dos conteúdos, temos dissipação de energia mecânica, conservação da energia total (p. 59) e trabalho e potência (p. 65).

Todos os conteúdos abordados são diretamente ligados ao paradigma Newtoniano, mas mais do que isso são conteúdos da Chamada Mecânica Clássica. Tal paradigma é conhecidamente um conteúdo ultrapassado por outras revoluções. A mecânica clássica já foi revolucionada pelas mecânicas quânticas e relativísticas.

A utilização deste conteúdo é totalmente compreensível, pois ela é perfeitamente aplicada no cotidiano dos alunos. Além disso, é mais simples de se compreender e trabalhar que as mecânicas quânticas e relativistas, as quais se valem de cálculos matemáticos avançados para a idade dos alunos.

Ao analisarmos os conteúdos através de uma visão epistemológica e histórica os temas abordados nesta parte do livro mostram uma grande deficiência histórica. Em nenhum momento podem ser percebidos, textos relacionados o conteúdo abordado ao seu período histórico, ou mesmo, e não menos grave, cita quem foram os principais pensadores

responsáveis por erigir os conhecimentos científicos que estão sendo abordados. Ou seja, não apresenta o paradigma no qual o conhecimento foi estabelecido.

Basicamente, o texto do livro se limita a tratar os conteúdos de forma fechada e acabada, mostrando apenas os conteúdos sem ligar ao paradigma newtoniano, sem ao menos citar os pensadores responsáveis pela construção destes conhecimentos no texto.

Contudo existe uma exceção na página 57. Percebemos que o livro traz uma breve abordagem histórica sobre a forma utilizada para calcular os somatórios de diversos triângulos. O livro traz na forma de uma nota adicional, separado do texto relacionado ao conteúdo “Calculo de variáveis por meio da área de gráfico”. Nela é possível encontrar um breve parecer histórico citando Isaac Newton e Gottfried Leibniz como criadores do calculo integral, um método avançado para se calcular a somatória de diversas pequenas áreas de um gráfico.

Vale salientar que o texto não tem nenhuma passagem relacionada a contribuição desses dois cientistas na construção dos conceitos de Força (Newton) e Energia Potencial (Liebniz), sendo assim uma nota de curiosidade e não uma tentativa de relação histórica dos conteúdos abordados anteriormente.

O texto não possibilita ao aluno a informação de que os assuntos abordados são atualmente discutidos através de outra perspectiva científica, ou seja, que são estudados sobre a visão de um novo paradigma científico diferente do utilizado nos textos do livro para explicar os conteúdos. Ficando assim uma lacuna na construção do conhecimento histórico e epistemológico de ciência.

Continuando a análise dos conteúdos temos no capítulo quatro do livro a introdução dos assuntos relacionados a máquinas e processos térmicos (p. 67), variáveis termodinâmicas (p. 69), conversões de temperaturas (p. 72) leis da termodinâmica (p. 79). O livro aborda os conteúdos de forma fechada, sem mencionar em nenhum momento os processos históricos científicos que existiram para que os cientistas chegassem ao conhecimento da forma com que é vista no texto. Em outras palavras, o livro traz o conteúdo sem contextualização histórica ou epistemológica, não mencionado quais cientistas foram responsáveis pela construção daqueles conhecimentos científicos e passando a ideia de que o conhecimento científico abordado no capítulo sempre foi daquela forma. Mais uma vez, não se encontra relação com o paradigma.

No capítulo cinco do livro é discutido conteúdos relacionados a eletricidade, geração e usos (p. 93), tensão elétrica (p. 94), corrente elétrica (p. 96), potência elétrica (p. 100), magnetismo (p. 121), eletromagnetismo (p. 124).

O texto começa discutindo sobre as pilhas e seu inventor Alexandre Volta fazendo um breve parecer sobre a construção das primeiras pilhas. Em seguida, o texto continua discutindo sobre a Tensão elétrica. Estes conteúdos também podem ser classificados como partes do paradigma newtoniano. Sabe-se que a pilha era um fenômeno que não podia ser explicado dentro do paradigma newtoniano. Ou seja, a pilha era uma anomalia do paradigma. Ela apenas foi explicada pelo paradigma eletromagnético, contudo o livro apenas discute a criação da pilha sem tentar relacioná-la ao seu paradigma eletromagnético que foi o responsável pela correta explicação dos seus fenômenos.

Em seguida o texto apresenta o conceito de corrente elétrica. Neste ponto é importante destacar que o livro aborda um conteúdo que se enquadra no paradigma eletromagnético. Contudo, o mesmo traz uma explicação de como ocorre o movimento dos elétrons de uma corrente elétrica, com conhecimentos que só seriam obtidos com o advento da Física Moderna e por consequência do Paradigma Quântico – Relativístico.

É compreensível ao se ler o livro, que a ideia dos autores era relacionar o movimento dos elétrons em uma corrente elétrica com a noção da transferência de elétrons entre os átomos. Mas, é notável que historicamente esses temas fossem tratados de formas muito diferentes entre os paradigmas científicos. Em quanto, no paradigma eletromagnético a ideia de que os elétrons fluíam entre os corpos devido ao éter, era amplamente aceita, com advento do paradigma Quântico – Relativístico ficou mais claro que o movimento dos eletros em uma corrente elétrica estava ligado a diferença de potência e a ligações eletrônicas entre os átomos que formavam o material dos fios condutores.

Esta forma de descrever os conteúdos pode ser considerada muito interessante e válida. Mas sobre a óptica de uma ciência que se transforma por meio de revoluções científicas como afirmado por Khun ela apresenta uma deficiência pois ocasiona ao aluno uma percepção de uma ciência estática. Deixa de lado os contextos nos quais diversos cientistas pensaram sobre a eletricidade e eletromagnetismo de formas diferentes.

O livro também não demonstra interesse durante o capítulo observado em discorrer sobre os principais pensadores responsáveis pelo desenvolvimento das ideias abordadas. Cria um vácuo de conhecimento sobre estes importantes personagens da história da ciência.

Por conseguinte, também observamos que em assuntos como Magnetismo e Eletromagnetismo, o livro se preocupa em descrever os assuntos apenas pelo ponto de vista

do paradigma vigente. Deixa a impressão de que desde o princípio da ciência, os conceitos sempre foram os mesmos.

O livro não busca salientar que os conceitos têm uma relação de continuidade entre eles. O magnetismo é estudado antes do eletromagnetismo. Neste quesito, o livro nem ao menos tenta expor os conteúdos em uma forma sistemática histórica. Deixa claro que o interesse em nenhum momento é fomentar a concepção de um processo de revoluções científicas.

Na sequência do livro chegamos à unidade dois que aborda os temas transportes, esportes e outros movimentos (p. 136). Nesta unidade temos dois capítulos, no primeiro são tratados os assuntos: movimentos na natureza (p. 139), velocidade média e instantânea (p. 145), deformação e forças de contato (p. 151), a ação da força da gravidade (p. 153), força elástica (p. 156), força peso (p. 158).

Em todos os conteúdos citados acima pode ser observado que o paradigma empregado para explicar os conteúdos foi o paradigma newtoniano. Ideias conceituais ligadas a estes assuntos, como por exemplo, Referência, Movimento e Repouso foram totalmente abordados sobre a perspectiva newtoniana. Vale salientar que tais conceitos também são abordados pelo paradigma Quântico-Relativístico, em especial discutido por outro célebre cientista, Albert Einstein, sob uma perspectiva diferente da newtoniana.

Também se pode analisar que outros assuntos, tais como Espaço e Forças Gravitacionais, foram discutidos sob a perspectiva do paradigma newtoniano, deixa de lado uma possível discussão entre os pontos de vista divergentes de cientistas como Newton e Einstein. Ambos discordaram profundamente em como se entendem os conceitos de espaço e gravidade. O texto abre mão deste viés epistemológico em prol de um discurso limitado à transferência de conhecimento em um estado finalizado e fechado a discussões.

É necessário acrescentar que próximo ao fim do capítulo na página 165 o livro propõem um exercício a parte. Neste exercício, os autores trazem um série de perguntas cujas respostas abalaram o mundo.

Sendo essas perguntas:

“Que relação existe entre os valores das forças e dos movimentos que elas provocam ou alteram?

Que características distinguem os movimentos de piões e carretéis de movimentos de deslocamento de veículos ou discos lançados?

É possível tratar, pelas mesmas leis, movimentos com causas claras como chutes em bolas, movimentos sem causa aparente como os mares ou movimentos ondulatórios?

Por que existem movimentos que parecem eternos como o movimento da lua, e movimentos que sempre terminam como em um chute em uma bola nos

esportes? E em que se transformam esses movimentos que se terminam?”(p. 165)

O livro propõe que os alunos descubram por conta própria através de pesquisa as respostas para estas perguntas. O texto alega que tais perguntas demoraram muitos anos para serem respondidas pelos cientistas durante os anos.

Podemos aqui perceber que neste momento os autores tentam fazer uma ligação dos conhecimentos estudados até o momento com a ideia de uma ciência que se constrói durante o tempo. Pode-se entender que o livro apresenta a ideia de revoluções científicas que culmina em novas formas de se pensar o mundo, diferente das ideias utilizadas por pensadores anteriores. Contudo, a apresentação dessa concepção se limita as perguntas. Se considerarmos o livro como o terceiro elemento entre o professor e o aluno, como discutido Rancière podemos concluir tal limitação as perguntas uma insuficiência do livro.

Por fim, o livro prossegue o capítulo discutindo Quantidade de movimento e as três leis de Newton, queda livre, movimento angular, torque e aceleração angular. Todos estes assuntos são discutidos através de um discurso relacionado claramente ao paradigma newtoniano.

É compreensível o emprego de tal método para se discutir os assuntos, pois foi basicamente durante este paradigma que as principais descobertas a cerca destes conteúdos foram descobertas tanto por Newton e Galileu quanto outros cientistas da época, não ocorrendo muitas mudanças no decorrer dos outros paradigmas.

O livro continua discutindo sobre atrito e propulsão em solo firme (p. 206), reação normal e força de atrito (p. 209) força centrípeta (p. 216) equilíbrio e centro de gravidade (p. 209) plano inclinado (p. 232).

Todos os conteúdos citados são trabalhados novamente por meio de um discurso característico do paradigma Newtoniano. Novamente os assuntos são apresentados de forma sistemática e fechados, não se observou que o texto tenha apresentando algum elemento que pode ser trabalhado ou visto como um meio de se relacionar o conceito epistemológico dos conteúdos. Foi analisado um discurso que transmite uma idéia fechada do conteúdo sem contextualização histórica.

Por fim, próximo ao fim da segunda unidade, é que encontramos em um quadro em separado dos textos relacionados diretamente as explicações dos conteúdos, um texto referente à “Gravitação na formação dos corpos celestes e na relação entre eles” (p. 245). Neste texto, podemos observar que os autores proporcionam uma discussão sobre quem foram os responsáveis pela formação do conceito de gravidade e a relação entre gravidade

e corpos celestes. É apenas neste momento que podemos identificar uma tentativa dos autores de proporcionar aos leitores uma oportunidade de contextualização histórica, principalmente envolvendo os dois principais cientistas envolvidos no desenvolvimento de tais conhecimentos, Newton e Einstein. Mais uma vez é apresentado de forma separada, como uma ilustração de que ambos os cientistas foram responsáveis pela construção deste conhecimento, cada um em seu paradigma.

Ao fim da análise do livro *Quanta Física* podemos verificar que a metodologia empregada durante o livro busca primeiramente relacionar conceitos da física com a sua aplicação prática, se valendo de vários exemplos e imagens que tem como intuito fomentar a discussão da aplicação da física em aparelhos e no cotidiano dos alunos.

Também é importante lembrar que o texto utiliza uma abordagem inovadora quando se propõem a discutir os conteúdos da física de forma misturada, relacionando conceitos de paradigmas diferentes em uma mesma explicação, aproximando conceitos da física clássica com os da física moderna.

Mas ao observar o livro sobre um viés voltado a idéia de Khun percebe-se que os autores não se propuseram a abordar os assuntos de forma epistemológica, foram poucos os momentos em que se percebeu uma tentativa de contextualização histórica dos conteúdos. Também foram raras as oportunidades em que o texto buscou discutir os conteúdos estudados com o seu respectivo paradigma científico.

6. ANÁLISE DO LIVRO FÍSICA AULA POR AULA

Física aula por aula autoria de Claudio Xavier e Benigno Barreto da editora FTD S.A de 2011 é dividido em sete unidades, sendo composto com um total de 18 capítulos.

A primeira unidade do livro se compromete a trazer uma discussão sobre os seguintes temas: as pequenas e grandes descobertas (p.10), ciência e Interpretação (p. 14) ciência e meios de comunicação (p. 15) ciência e o método (p. 16) áreas de estudo da física (p.18).

Todos estes conteúdos são demonstrados através de imagens ilustrativas e quadros explicativos. Pelo discurso encontrado nestes quadros, podemos entender que os autores fazem uma tentativa de demonstração histórica da ciência, das tecnologias e dos procedimentos científicos, finalizando com descrição dos campos de estudos atuais da física.



Na unidade dois encontramos o primeiro capítulo do livro direcionado a um conteúdo específico da física. Na página 40 o livro traz um parecer sobre unidades de medida de tempo, para isso o texto começa com um parecer histórico das formas já utilizadas pela humanidade para medir o tempo de como essas formas se aperfeiçoaram a partir da história.

Em seguida temos na página 42 um novo quadro, separado do texto original usado para explicar as medidas de tempo. Nele é discutido como foi o desenvolvimento da medida de tempo. Podendo observar o interesse dos autores em trazer conteúdos que

propiciem uma contextualização histórica da formação do conceito de tempo bem como de sua medição.

No segundo capítulo temos o estudo de referencial, repouso, movimento e ponto material (p. 47). No desenvolver do conteúdo pode se observar que no texto existe o cuidado de discutir sobre dois paradigmas científicos diferentes, o Ptolomaico e o Copernicano.

O texto traz de forma bem explicativa que, a princípio, o modo de pensar a astronomia era por meio dos pensamentos de Ptolomeu e com passar dos anos e surgimento de novas perguntas. Houve o desenvolvimento da astronomia até o desenvolvimento dos estudos de Copérnico no século XV, criando assim uma nova forma de pensar e analisar a terra e os outros planetas.

Prosseguindo a observação dos assuntos abordados no livro, podemos identificar vários conteúdos que se classificam no Paradigma Newtoniano, como o: movimento progressivo e retrógrado (p. 52), deslocamento escalar e distância percorrida (p. 54), velocidade escalar instantânea (p. 58). Todos os conteúdos são abordados sem contextualização histórica e de forma estritamente direcionada a demonstração de conteúdos.

Seguindo a análise do livro, podemos ver nos conteúdos relacionados ao movimento uniforme (p. 62) e movimentos variados (p. 73) uma abordagem estritamente ligada a transição de fórmulas algébricas utilizadas para resolver problemas exemplificados no texto. Sendo assim, é possível afirmar que a intenção se dá unicamente no sentido de fazer o aluno aprender a manusear as equações relacionadas ao assunto abordado, sem o viés histórico estritamente ligado ao paradigma newtoniano.

Novamente nos conteúdos relacionados ao movimento uniformemente variado (p.78), o texto se concentra em uma abordagem mais tecnicista, ou seja, busca capacitar o aluno a utilizar técnicas e métodos matemáticos para resolução de equações. A utilização de equações é voltada para a solução das situações exemplificadas no texto. Vale salientar que são estes assuntos inseridos no paradigma newtoniano. Ou seja, o texto perde a oportunidade de relacionar o conteúdo com o paradigma.

Na página 88, pode se observar que os autores trouxeram por meio de um quadro em separado o tema “Como se mede a velocidade da luz?” no texto do quadro pode ser visto um parecer histórico dos cientistas que se propuseram a calcular a velocidade da luz e os meios utilizados para realizar tal feito. É interessante observar novamente a tentativa

dos autores de trazer uma forma de contextualização histórica de um assunto que pode ser explicado por meio dos conteúdos estudados anteriormente no capítulo.

O fato de estar em separado do texto principal voltado a explicação dos conteúdos, não favorece a relação de que a ciência se revoluciona durante a história, impossibilitando o desenvolvimento de uma consciência de que uma verdade aceita depende de um paradigma, criando assim a ideia de uma ciência fechada.

Na sequência, novamente verificou-se nas discussões sobre equação de Torricelli (p. 93) uma abordagem restrita a transição de conteúdos e métodos procedimentais ligados à execução das equações relacionadas ao assunto. O livro não trouxe uma contextualização histórica. Não relacionou o assunto com o paradigma Newtoniano.

Na introdução do conteúdo queda livre e lançamento vertical (p. 95) observamos que o texto traz uma boa discussão histórica sobre o assunto. Começa discutindo sobre o que pensava Aristóteles sobre o assunto, passando sobre o pensamento de Galileu e chegando até Robert Boyle e seu experimento de ar rarefeito em o qual demonstrava que dois corpos de massas diferentes caem ao mesmo tempo no vácuo. Por fim, ele ainda menciona que em 1971 o astronauta David Scott repetiu o experimento de Boyle na superfície lunar e o resultado se mostrou o mesmo.

A introdução serviu para situar os alunos do desenvolvimento do pensamento científico e discutir sobre a evolução das técnicas científicas empregadas. O texto não cita diretamente os paradigmas relacionados aos conteúdos, mas podemos compreender que se trata do Ptolomaico e Newtoniano.

No que tange aos assuntos grandezas escalares e vetoriais (p. 107), os autores mantêm se em uma abordagem baseada no paradigma newtoniano. Ficam exclusivamente em uma metodologia mais técnica dos conceitos e das aplicações matemáticas.

Ao chegarmos ao assunto lançamento de projeteis (p.135) pode ser visto no texto que os autores começam por discorrer sobre qual foi o cientista que mais se interessou em entender as questões envolvidas no assunto. Dessa forma, o texto fala sobre Galileu e seu livro “Dialogo sobre os dois maiores sistemas do mundo” de 1652. O texto também salienta que foi graças a seus estudos que posteriormente outros grandes cientistas como Newton conseguiria entender conteúdos como a gravidade, desenvolvido no Paradigma Newtoniano.

Quando analisamos os conteúdos relacionados a movimento circular (p.146) pode-se ver que a forma utilizada para discutir os assuntos é uma abordagem baseada no

paradigma newtoniano. A abordagem fica restrita a uma metodologia mais técnica dos conceitos e das aplicações matemáticas.

É importante observar que no fim do capítulo nove os autores trazem um texto que busca relacionar os assuntos estudados por Newton em relação a órbita terrestre e a utilização dos atuais satélites, relacionando os assuntos abordados anteriormente dos principais pensadores, Newton e Kepler, e sua utilização na prática.

Com o início da unidade 4, temos os conteúdos relacionados à força e as leis de movimento da dinâmica (p. 162). Logo na discussão de dinâmica do ponto material (p.163), podemos notar que os autores fazem questão de salientar que os registros mais significativos em relação a esses conteúdos são cronologicamente de Aristóteles, Galileu Galilei, Isaac Newton e por fim de Albert Einstein. O texto, assim, tenta trazer uma forma de os alunos compreenderem que tal conteúdo foi construído através de vários anos por grandes pensadores. Mais uma vez passa-se por diversos paradigmas como, Ptolomaico, Copernicano, Newtoniano e por fim Quântico – Relativístico.

Seguindo o capítulo, podemos verificar a discussão dos seguintes temas três leis de Newton (p.169) força peso (p.182), interação entre os corpos (p.186), força normal (p.188) associação de Polias (p. 196) força elástica, dinamômetros e balanças (p. 200) plano inclinado (p. 204), força de atrito (p. 209) força de resistência do ar (p. 216).

Todos esses conteúdos foram discutidos por Newton e pensadores da sua época. Sendo assim, é evidente que são abordados dentro de uma perspectiva do paradigma Newtoniano, mas o texto, além da discussão introdutória já anteriormente salientada, não traz mais nenhuma contextualização histórica quando discorre sobre os assuntos em separado, tratando os de forma pragmática e tecnicista.

No capítulo 12, o texto discute os conteúdos relacionados à dinâmica das trajetórias curvas (p.220).Durante todo capítulo se observou que os assuntos são trabalhados dentro de um discurso ligado diretamente ao paradigma newtoniano, também é valido salientar que não pode se observar que os textos tenham tentando empregar alguma contextualização histórica a par dos conteúdos ou dos cientistas responsáveis pelo desenvolvimento desta parte da física.

Quando analisamos os conteúdos relacionados à energia e trabalho (p.240), trabalho da força peso (p. 252), o trabalho de uma força variável (p. 258) e trabalho de uma força elástica (p.260), podemos observar que os assuntos são abordados em uma perspectiva que se alinha ao paradigma newtoniano, sendo descritos no texto sem uma abordagem histórica

envolvendo o desenvolvimento dos assuntos ou mesmo os cientistas envolvidos no surgimento destes conhecimentos.

Seguindo a análise do livro, observamos nos assuntos teoremas de energia cinética (p. 265), energia potencial (p. 271), energia potencial elástica (p. 276), energia mecânica (p. 278) e potência (p.283) uma abordagem que se enquadra no paradigma newtoniano, essa situação pode ser explicada fato de todos serem conteúdos desenvolvidos durante o período em que em tal paradigma era o vigente.

Ainda relacionado aos assuntos anteriores o livro traz na forma de um quadro em separado do texto principal, o tema “Qual a importância da máquina a vapor?”. Neste texto, vemos uma tentativa de ligar a história do desenvolvimento da máquina a vapor com os conteúdos estudados já mencionados. Podemos afirmar que os autores têm a intenção de fazer uma contextualização dos conteúdos com o desenvolvimento da tecnologia da máquina a vapor. No entanto, não trata do paradigma em que tais conhecimentos foram criados, mas da aplicação tecnológica desses conhecimentos.

Os conteúdos relacionados à conservação da quantidade de movimento (p. 291) são abordados pelo livro no capítulo 14, junto com eles são discutidos teorema do impulso (p. 295), conservação da quantidade de movimento (p. 299), colisões (p.302). Podemos afirmar que os autores trabalham com conhecimentos criados durante o paradigma Newtoniano, no entanto, os aborda através de uma metodologia que busca apenas explicar a utilização das equações relacionadas a estes conteúdos e como utilizá-las para resolver situações exemplificadas no texto. Não sendo observada nenhuma tentativa de contextualização histórica dos conteúdos.

O capítulo 15 trata sobre “As leis da gravitação” (p. 331), já no princípio do capítulo o livro traz um parecer histórico sobre as antigas civilizações que estudaram os astros celestes. Em seguida, os autores fazem um relato sobre Ptolomeu e sua teoria Geocêntrica. Aqui, pode-se notar que o texto está explanando conceitos decorrentes do paradigma ptolomaico e propicia ao aluno entender que esta linha de raciocínio perdurou até o século XV.

Por seguinte, o texto discute sobre Copérnico e a teoria Heliocêntrica. Novamente, podemos destacar que o texto discorre sobre o conceito da teoria e o seu relevante papel na criação de uma nova forma de se entender o movimento dos astros. O texto também elucidava ao aluno as consequências dos preceitos estudados por Copérnico e a sua influência em grandes cientistas que surgiriam, e conseqüentemente se inspirariam em seus estudos para fundamentar ainda mais essa nova linha de pensamento.

Devemos lembrar que o texto nesse momento está trabalhando um novo paradigma, o copernicano e que com isso os autores estejam propiciando aos alunos uma pequena discussão a par da epistemologia da ciência e de como ocorre o processo de revolução do pensamento científico de forma próxima do proposto por Khun.

O livro usa por meio de uma nota de curiosidade na página 313 um pequeno quadro no qual é discutido como alguns pensadores da antiguidade tentaram calcular a distância da Terra a Lua e ao Sol. Nesse trecho também entendemos que os autores estão ligando um fato histórico ao conteúdo estudado anteriormente.

O livro prossegue estudando as três leis de Kepler (p.315). Em relação ao paradigma utilizado para se trabalhar este assunto é notório o fato de Kepler ser o responsável pela criação dessas três leis e que esse ter se valido dos preceitos de Copérnico, ou seja, o paradigma associado aos assuntos é o Copernicano.

Em seguida na página 321, é discutida a lei da gravitação universal. O texto começa seu discurso por meio de uma contextualização histórica. Nele, podemos observar que os autores começam a salientar a importância das descobertas obtidas por Kepler para se compreender o movimento dos astros celestes.

O texto continua discorrendo que o próximo cientista a fazer grandes avanços nesta área de pesquisa foi Isaac Newton. Ele foi responsável pela criação da lei da gravitação universal.

Nesse trecho podemos notar como o texto faz questão de mostrar quão importante é a construção de um pensamento científico e que este serve de base para novos avanços tanto tecnológicos como na construção de uma nova revolução científica como no caso de Newton.

Na sequência, é observado no capítulo 16 o tema campos gravitacionais (p. 323). Este assunto é trabalhado no texto basicamente no paradigma newtoniano, mas ao analisarmos o fim do capítulo na página 330 encontramos um novo quadro em separado do texto em que se discute Einstein e a teoria da gravitação. Neste texto, é observado que se discorre sobre a forma com que o cientista entendia o conceito de gravitação e como a sua concepção basicamente se afastava do que era aceito como verdade na sua época. Ou seja, apresenta a passagem do Paradigma Newtoniano para o Quântico – Relativístico.

O texto continua seu dialogo afirmando que foi por meio dessa e outras diferenças do entendimento de gravidade, tempo espaço e velocidade que se possibilitou o surgimento de um novo campo de pesquisas, sendo essas responsáveis por novos ramos da física

moderna que se ocupam em explicar conceitos que não são compreendidos na mecânica newtoniana.

É importante notar que nesse texto os autores novamente possibilitam aos alunos uma visualização dos processos pelos quais se ocorre o desenvolvimento da ciência e consequentemente as revoluções científicas.

Seguindo a análise do livro, temos nos assuntos relacionados a equilíbrio de um ponto material (p.334) uma discussão dos conteúdos através dos conceitos ligados ao paradigma newtoniano. De forma fechada sem relacionar os conteúdos historicamente com seu paradigma.

No capítulo final do livro são abordados assuntos relacionados equilíbrio de um corpo extenso (p.338), movimento binário (p. 340), condições de equilíbrio de um corpo extenso (p. 343), alavancas (p.348) e, por fim, tipos de equilíbrio de um corpo (p. 351). Todos estes conteúdos são estudados com ênfase na resolução de exemplos sugeridos pelo texto. Os autores elucidam equações que servem para a resolução dos problemas elencados nos exemplos, isso tudo dentro de um viés epistemológico ligado ao paradigma newtoniano.

Numa visão geral sobre o livro Física aula por aula podemos afirmar que os autores em grande parte dos conteúdos empregam uma metodologia mais pragmática voltada para um viés mais técnico e procedimental, em outras palavras, tem como principal objetivo ensinar os alunos a utilização correta de técnicas matemáticas e equações para resolução de problemas, ou seja, salienta as equações matemáticas necessárias para resolver os problemas ligados aos conteúdos.

Contudo isso não significa que os autores deixaram de trabalhar os assuntos ligados a epistemologia da ciência, como se observam os meios nos quais esta se desenvolve e suas diferentes linhas de pensamento que podemos interpretar como paradigmas científicos. O problema, é que, nosso ver, essas relações aparecem mais como exceção do que regra ao longo da obra.

O livro também tentou em vários momentos, tanto diretamente no texto, quanto em quadros adjacentes, uma forma de contextualizar historicamente os assuntos e ligá-los ao desenvolvimento de novos conhecimentos ou tecnologias, os quais podem ser explicados como os assuntos estudados no livro.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, se pretendeu dar uma contribuição ao entendimento de alguns fatores referente aos conteúdos aplicados nos livros didáticos de física e sua relação com os paradigmas científicos.

Foram observadas as obras *Quanta Física, Volume 1, 2012* da editora PD, elaborado pelos autores Carlos Aparecido Kantor, Lilio Alonso Paoliello Junior, Luis Carlos de Menezes, Marcelo de Carvalho Bonetti, Osvaldo Canato Junior, Viviane Moraes Alves e o livro *Física aula por aula, Volume 1, 2012* da editora FDT sendo os autores, Benigno Barreto Filho, Cláudio Xavier da Silva.

É importante salientar que o tempo de construção do trabalho, por se tratar de seis meses, foi necessário a seleção de apenas dos dois livros para análise. A escolha dos livros teve como objetivo salientar a diferença entre duas propostas metodológicas diferentes no que se referencia dos discursos voltados à contextualização dos conteúdos

Podemos observar pelas análises que o livro *Quanta Física* tem seu texto voltado muito mais a exemplificação prática dos conteúdos estudados, valendo-se várias vezes de figuras que mostravam equipamentos, tecnologias e situações onde se pode relacionar diretamente com os conteúdos. Já no livro *Física dia a dia* se pode observar que os autores em um primeiro momento têm o objetivo de repassar os conteúdos aos alunos. Dessa forma usam uma metodologia que consiste em utilizar exemplos de situações ou equipamentos, tentando através destes construir um dialogo que relacione o exemplo ao conteúdo.

No âmbito epistemológico, ambos os livros não suprem de forma adequada seus alunos no que se refere à contextualização histórica dos conteúdos. Tirando algumas ocasiões no livro *Física dia a dia* pouco foi observado o interesse dos autores em salientar que os conteúdos trabalhados estavam ligados a um paradigma científico. Como consequência os dois livros poucas vezes ligaram os conteúdos estudados aos respectivos cientistas responsáveis as descobertas e período histórico que se desenvolveu tal conhecimento.

Vale salientar que o livro *Quanta Física* fez muito pouco uso de contextualizações históricas. Ainda que o livro utilizasse conteúdos de diversos paradigmas diferentes para explicação de certos assuntos não se pode perceber que os autores se preocuparam em salientar que tais conteúdos não se desenvolveram historicamente da forma com que era apresentando no livro, deixando a impressão ao se ler o texto que a ciência é fechada e que

tudo o que é estudado ali sempre foi do mesmo jeito, indiferente do momento histórico em que se estudou tal conteúdo.

Sobre o livro Física aula por aula se pode salientar que os autores em alguns momentos tiveram interesse real de contextualizar os conteúdos abordados, sendo válido lembrar que em alguns momentos se pode observar que o discurso utilizado para explicar os conteúdos ressaltou que houve uma revolução na forma de se pensar os assuntos estudados. Tal procedimento é, sem dúvida, extremamente importante quando se tem por objetivo a formação de alunos emancipados, como discutido por Rancière, capazes de perceber que a ciência se transforma durante a história e que o que é aceito como verdade nada mais é do que um paradigma vigente aceito pelos cientistas da época, como descrito por Khun.

É necessário salientar que este trabalho teve como objeto de pesquisa o primeiro volume de ambos os livros, que naturalmente tem seus conteúdos voltados primordialmente a primeiro ano do ensino médio. Quando observamos isso se percebe por que na maioria dos conteúdos observados nos livros os paradigmas utilizados foram o Newtoniano e Copernicano. Também pode se observar conteúdos relacionados a outros paradigmas como, Quântico-Relativístico, Ptolomaico e Eletromagnético, mas estes menos frequentes.

É significativo observar as novas resoluções para o PNLD de 2015 que afirmam:

Para a construção do conhecimento físico, elaboram-se modelos, construídos a partir da necessidade explicativa de fatos, em correlação direta com os fenômenos que se pretende explicar. Daí, a importância do papel da experimentação na produção do conhecimento físico, característica que, de resto, é comum a todas as Ciências da Natureza. Porém, sendo uma atividade social e cultural humana, realizada por indivíduos em articulação, ou seja, de modo coletivo, esse processo caracteriza-se também pela sua historicidade. Assim, todas as construções do conhecimento físico são fortemente permeadas pelos contextos sócio-político-cultural-histórico-econômicos em que se desenvolvem. Por isso, suas teorias e modelos explicativos não são melhores ou piores em si mesmos, nem são os únicos possíveis, nem são as últimas respostas que a humanidade poderá dar às nossas inquietações, nem às nossas necessidades. Mas, são as melhores respostas ou propostas que temos à disposição, do ponto de vista científico, em cada momento histórico, sobre o mundo físico, e que temos de, necessariamente, tornar disponíveis e compreensíveis para a população, em geral, fazer o melhor uso dela.

Como decorrência, é fundamental que, no âmbito escolar, a Física, como uma das Ciências da Natureza, seja apresentada de forma a se possibilitar uma compreensão global dessa ciência. Assim, deve-se valorizar não a sua estrutura conceitual, os conhecimentos físicos propriamente ditos, mas também os principais aspectos de sua história e das suas formas particulares de se constituir. Isso significa abrir espaços para discussões em que elementos da História e da Epistemologia da Física estejam presentes.

Sobre o edital do PNLD de 2015 podemos verificar que apresenta avanços significativos em relação ao de 2012, estabelecendo a importância de se relacionar os

conhecimentos da física com o contexto histórico e epistemológico, percebemos a necessidade de investigar mais aprofundadamente esse tema.

Sendo assim observa-se a oportunidade de novos estudos que tenham como objetivo a análise dos volumes referentes aos 2º e 3º anos do ensino médio, pois estes abordam conteúdos referentes a paradigmas estudados em menos escala nos primeiros volumes. Cria, dessa forma, mais oportunidades de pesquisas tanto dos volumes posteriores dos livros Quanta Física e Física aula por aula como dos próximos livros que serão selecionados pelo plano nacional do livros didáticos referentes ao triênio 2016 a 2019.

8. REFERÊNCIAS

ABREU, M. C.; MASETTO, M. T. *O Professor Universitário em Aula: Prática e Princípios Teóricos*. 8ª edição. São Paulo: Editora MG, 1990.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. LDB 9394/96, Brasília, 1996.

BRASIL. *Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio. Resolução nº 20, de 24 de maio de 2005*. Brasília: Ministério da Educação. Disponível em : <
<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=102883>>. Acesso: 20/05/2013.

BRASIL. *Guia de Livros Didáticos PNLD 2012*. Disponível em:<
<http://www.fnede.gov.br/programas/livro-didatico/guia-do-livro/item/2988-guia-pnld-2012-ensino-m%C3%A9dio>>. Acesso em: 20/05/2013.

BRASIL, *EDITAL DE CONVOCAÇÃO 01/2013 – CGPLI EDITAL DE CONVOCAÇÃO PARA O PROCESSO DE INSCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DE OBRAS DIDÁTICAS PARA O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PNLD 2015*. Brasília. 2014.

CARVALHO, Cristiano. *A história da Indução Eletromagnética Contada Em Livros Didáticos de Física*, Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 2007.

CHAUI, M. S. “*Ideologia e educação*”. Em revista: Educação e sociedade n. 5. São Paulo: Cortez Editora/Associados, 1980.

DAMASIO, Felipe. *O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas*. Revista Brasileira do Ensino de Física, 2011.

EINSTEIN, Albert. *Como vejo o mundo*. 11ª edição, Editora Nova Fronteira, 2002.

Encontro de Debates sobre o Ensino de Química - 33º, 2013. OTESBELGUE, Roseli, et al. *Programa Nacional do Livro Didático e a análise de livros didáticos de Química*. Ijuí:

2013.

FEYERABEND, P. *Contra o Método*. Editora UNESP, São Paulo, 2007.

GADOTTI, M. *Convite à leitura de Paulo Freire*. São Paulo: Editora Scipione, 1999.

GINGERICH, O. *O Livro que Ninguém Leu: Em Busca das Revoluções de Nicolau Copérnico*. Editora Record, Rio de Janeiro, 2008.

KHUN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Editora Perspectiva, São Paulo, 2009.

LAJOLO, Marisa. *Livro didático: um (quase) manual de usuário*. Em Aberto, Brasília, n. 69, v. 16, jan./mar. 1996.

LAKATOS, I. *La Metodología de los Programas de Investigación Científica*. Alianza Editorial, Madrid, 1989.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Ed. Cortez, 1994.

LIBÂNEO, J. C. *Educação na Era do Conhecimento em Rede e Transdisciplinaridade*. Editora Alínea, Campinas – SP, 2005.

NEWTON, Isaac. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. 18ª edição, Editora Record, São Paulo, 1998.

PEREZ, D. G. *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*. Revista Ciência e Educação. 2013.

PERUZZI, H. U. *Livros Didáticos, Analogias e Mapas Conceituais no Ensino*. Editora, CAPES, São Paulo, 2000.

RANCIÈRE, Jacques. *Espectador Emancipado*, Editora Autentica, Belo Horizonte 2012.

RANCIÈRE, Jacques. *O Mestre Ignorante*, Editora Autentica, Belo Horizonte, 2002.

RONCAGLIO, S. M. *A Relação Professor-Aluno na Educação Superior: A Influência da Gestão Educacional*. PSICOLOGIA CIÊNCIA E PROFISSÃO, 2004.

SAVIANE, Derneval. *Escola e Democracia*, Editora Cortez, São Paulo, 1983.

VASCONCELLOS, C. S. *Planejamento: projeto de ensino aprendizagem e projeto político pedagógico*. 7ª edição. São Paulo: Editora Libertad, 2002.