



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG**  
**MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**A VISÃO DE CIÊNCIA DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO  
MÉDIO DE GOIÂNIA E SUA RELAÇÃO COM OS LIVROS DIDÁTICOS**

**LUCIMAR MOREIRA FARIA**

**GOIÂNIA**  
**2009**

**LUCIMAR MOREIRA FARIA**

**A VISÃO DE CIÊNCIA DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO  
MÉDIO DE GOIÂNIA E SUA RELAÇÃO COM OS LIVROS DIDÁTICOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio – Orientador

**GOIÂNIA  
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
GPT/BC/UFG**

F224v Faria, Lucimar Moreira.  
A visão de ciência de professores de Física do Ensino Médio de Goiânia e sua relação com os livros didáticos [manuscrito] / Lucimar Moreira Faria. - 2009.  
xiii, 92 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,  
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e  
Matemática, 2009.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, quadros e tabelas.

1. Ciência - Visão 2. Livro Didático - Física 3. Natureza da ciência. I. Título.

CDU: 53:37.016

**A VISÃO DE CIÊNCIA DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO  
MÉDIO DE GOIÂNIA E SUA RELAÇÃO COM OS LIVROS DIDÁTICOS**

Por

**LUCIMAR MOREIRA FARIA**

Dissertação de Mestrado aprovada para  
obtenção do grau de Mestre em  
Educação em Ciências e Matemática,  
pela Banca examinadora formada por:

-----  
Presidente: Prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio - Orientador, UFG

-----  
Membro: Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras - UNB

-----  
Membro: Prof. Dr. Paulo Celso Ferrari - UFG

Goiânia, 03 de Dezembro de 2009

*À Deus, que esteve presente em toda minha caminhada e é responsável por esta vitória.  
“A Ele toda a glória”.*

*Aos meus pais, Josino e Zilda, pelo exemplo de vida e caráter, mesmo diante de tantas dificuldades, sempre empenharam em garantir e acompanhar minha educação. Pela confiança, pela dedicação, pelo amor. Em especial, à minha mãe, meu porto-seguro. Que teve sabedoria em enfrentar todos os obstáculos que a vida proporcionou. Que teve sabedoria em guiar esta família linda, ao qual tenho orgulho de pertencer. Minha gratidão não cabe em palavras.*

*Ao meu esposo Rodrigo, pela dedicação, paciência e amor. Por ser o meu amor, companheiro e incentivador, suportando inúmeros momentos de ausência, com a compreensão e o apoio que tanto me fortaleceram.*

*Aos meus irmãos, que são os melhores do mundo.*

***Dedico.***

---

## Agradecimentos

*Em primeiro lugar, agradeço a DEUS por ter me guiado e me dado força e capacidade para mais esta conquista e principalmente por ter me abençoado com uma família maravilhosa. Obrigada Senhor!*

*Ao professor Dr. Juan Bernardino Marques Barrio, meu orientador, que me deixou percorrer o meu próprio caminho, sem me deixar só. Que oportunizou preciosos encontros de aprendizagem, troca de idéias, alegre convivência e amizade. O meu sincero agradecimento por ter acreditado que eu era capaz.*

*Já com saudade e com muita alegria e carinho agradeço ao professor Dr. Paulo Celso Ferrari pela confiança, pelas contribuições e pelo apoio, pela amizade para além deste trabalho.*

*Ao professor Dr. Cássio Costa Laranjeiras, pelas contribuições para melhoria e organização deste trabalho no momento da qualificação.*

*Aos professores entrevistados da pesquisa, cujas identidades estão preservadas, pela boa receptividade e empenho em ajudar, cedendo parcela de seu tempo para me conceder uma entrevista, sem a qual esta dissertação não poderia lograr êxito.*

*Aos Professores do Programa de Mestrado, pela contribuição e auxílio nesta formação, abrindo os caminhos para o conhecimento.*

*Ao meu pai, mãe e irmãos por toda a vida. Sempre estiveram disponíveis e talvez não saibam o quanto me ajudaram. Em especial á minha mãe, Zilda Moreira Faria, obrigada por toda luta que a senhora enfrentou por nós e que permitiu com que eu chegasse até aqui. Depois de tanto sofrer, reconheço na pureza de seus olhos, o verdadeiro amor.*

*Ao meu esposo, Rodrigo Alves, companheiro e amigo, com que pude contar em todos os momentos, mesmo sendo os mais árduos e difíceis. É grande a minha felicidade por você estar em minha vida e ao meu lado. Obrigada meu amor.*

*Aos meus amigos, pela compreensão pelos momentos de ausência. Por todas as orações que dedicaram a mim e a minha família. Agradeço com imenso carinho.*

*Em especial ao professor Dr. Itamar José Moraes pela dedicação no início deste trabalho e pelos belos gestos de amizade.*

*Ao professor Gilberto Antônio Tavares, pela disposição em sempre me ajudar quando precisei, principalmente pelos conselhos e diversos livros emprestados.*

*Aos amigos conquistados durante o mestrado, agradeço pelo apoio e pelas redes de trocas e produções que desenvolvemos no decorrer do curso.*

*Agradeço a CAPES pelo incentivo financeiro disponibilizado para a realização desta pesquisa.*

*... e a todos àqueles que de alguma forma participaram e contribuíram para a realização deste trabalho, e que não foram citados, mas com certeza não foram esquecidos...*

**Muito Obrigada...**

"A ciência humana de maneira nenhuma nega a existência de Deus. Quando considero quantas e quão maravilhosas coisas o homem compreende, pesquisa e consegue realizar, então reconheço claramente que o espírito humano é obra de Deus, e a mais notável."

(Galileu Galilei)

"Se procurar a sabedoria como se procura a prata e buscá-la como quem busca um tesouro escondido, então você entenderá o que é temer ao Senhor e achará o conhecimento de Deus."

Provérbios 2.4-5 (Bíblia)

## RESUMO

O presente estudo investigou as concepções sobre ciência de um grupo de professores que atua na área de Física (Ensino Médio) em escolas públicas e particulares na cidade de Goiânia – GO e sua relação com os livros didáticos. Procuramos identificar a concepção de ciência dos professores pesquisados e a natureza da ciência presente em alguns livros didáticos adotados por estes professores. Inicialmente discutimos diferentes concepções paradigmáticas de natureza da ciência e suas implicações para o ensino de ciências. Nesta investigação, adotamos uma abordagem qualitativa com análise de conteúdo e, como instrumentos de investigação, utilizamos questionário e entrevista semi-estruturada. Percebemos que os professores expressam visíveis contradições o que indica que eles não possuem uma visão de ciência constituída, ao mesmo tempo que, corroboram as concepções presentes nos livros didáticos, de caráter predominantemente empirista-indutivista.

**Palavras chave:** Natureza da ciência; visão de ciência; livro didático.

## ABSTRACT

The present study has investigated the conception of science from a teachers' group who actuates in the area of Physics (Secondary education) in public and particular schools in the Goiania city - GO and their relationship with text books. We tried to identify the conception of science of the investigated teachers and the origin of the science in some text books adopted by these teachers. Initially, we talked about the different paradigmatic conceptions of the sciences' nature and their implications for the science teaching. In this investigation, we adopted a qualitative approach composed by content analysis and, as instruments of investigation; we used a questionnaire and a semi-structured interview. We discovered that teachers speech is often contradictory what indicates they don't really have a science vision established, and at the same time, they corroborate the conceptions presents in the text books, with are predominantly empiricism-inductive based.

**Keywords:** Nature of science; science vision; text books.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Estrutura da Dissertação.....	16
FIGURA 2 – Exemplo dado pelo autor para o tópico: O conhecimento pelos sentidos.....	71
FIGURA 3 – Questões dadas pelo autor para o tópico: O conhecimento pelos sentidos.....	71
FIGURA 4 – Discussão sobre ciência e realidade.....	72

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Características de Alguns Epistemólogos.....	28
QUADRO 2 - Semelhanças, Diferenças e Divergências entre as Teorias de Alguns Epistemólogos.....	29

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Livros Didáticos de Física Aprovados pelo PNLEM de 2008...	<b>37</b>
TABELA 2 - Perfil dos Professores da Rede Pública de Ensino.....	<b>49</b>
TABELA 3 - Perfil dos Professores da Rede Particular de Ensino.....	<b>49</b>
TABELA 4 - Respostas ao Questionário Dadas por Professores da Rede Particular e Pública.....	<b>51</b>
TABELA 5 – Livros Didáticos Mais Citados Pelos Professores de Física....	<b>68</b>

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 - A NATUREZA DA CIÊNCIA</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1 CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2. A IMPORTÂNCIA DA NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	<b>32</b>
<b>1.3. CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLEM 2007</b> .....	<b>34</b>
a) Critérios Eliminatorios .....	36
b) Critérios de Qualificação .....	36
<b>1.4. A VISÃO DE CIÊNCIA APRESENTADA PELOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA</b> .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 2 - CAMINHOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>42</b>
<b>2.1. INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS DA PESQUISA</b> .....	<b>42</b>
<b>2.2. QUESTIONÁRIO</b> .....	<b>43</b>
<b>2.3. QUESTIONÁRIO FECHADO USANDO A ESCALA DE LIKERT</b> .....	<b>44</b>
<b>2.4. ENTREVISTA</b> .....	<b>44</b>
<b>2.5. ANÁLISE DE CONTEÚDO</b> .....	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO 3 - REFLEXÕES E ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA</b> .....	<b>49</b>
<b>3.1. FORMAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA</b> .....	<b>49</b>
<b>3.2. ANÁLISE DA CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA DOS PROFESSORES ENTREVISTADOS E DOS LIVROS DIDÁTICOS</b> .....	<b>51</b>

3.2.1. A Concepção de Ciência dos Professores Entrevistados ..	52
3.3. OS CRITÉRIOS DE ESCOLHA DOS PROFESSORES ENTREVISTADOS E A CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA DOS LIVROS DIDÁTICOS .....	59
3.3.1 Critérios de Escolha do Livro Didático .....	60
3.3.2 Concepção de Ciência como Critério de Escolha do Livro Didático? .....	64
3.3.3 A Visão de Ciência Veiculada nos Livros Didáticos de Física Adotados pelos Professores Entrevistados .....	68
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO A – TRECHOS DOS PARECERES DOS LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLEM .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO B – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO C – ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA A ENTREVISTA .....</b>	<b>92</b>

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como objeto de estudo os professores de Física do Ensino Médio e como objetivo caracterizar as concepções sobre a natureza da ciência destes professores, e sua relação com os livros didáticos. Esta investigação sofreu várias mudanças ao longo de sua trajetória e é relevante apontá-las para o enriquecimento de nossas discussões, pois acreditamos que a pesquisa não é produzida de forma linear, ao contrário, o pesquisador é surpreendido por incertezas e inseguranças durante sua investigação. Além disso, há fatores externos que podem alterar os rumos de uma pesquisa.

Iniciamos esta pesquisa com a proposta de investigação da evolução do livro didático de Física. Faríamos no primeiro momento uma pesquisa bibliográfica e um estado da arte sobre o livro didático e posteriormente uma pesquisa de campo para investigar quais os livros didáticos mais utilizados por professores de Física de Goiânia. O propósito seria tentar responder as seguintes questões: Qual a importância do livro didático para os professores de Física? Quais são os livros didáticos mais utilizados pelos professores de Física de Goiânia? Quais os critérios utilizados pelo professor para a escolha do livro didático? Os livros didáticos de Física sofreram mudanças ao longo do tempo?

Iniciamos a pesquisa, entrevistando, aleatoriamente, cinco professores de Física do Ensino Médio e cinco do Ensino Superior da Universidade Federal de Goiás (UFG). As entrevistas foram do tipo semi-estruturadas com o intuito de verificar a importância da utilização dos livros didáticos e quais os mais utilizados pelos professores de Física de Goiânia. Após as entrevistas, buscamos os livros didáticos mais citados por estes professores, com o intuito de analisá-los para determinar a possível evolução do livro didático de Física, identificando as possíveis mudanças ocorridas ao longo do tempo. A procura por esses livros didáticos, citados pelos professores, foi árdua, uma vez que não possuímos no estado de Goiás, um acervo de livros didáticos antigos. Os

livros didáticos que conseguimos, faziam parte de um acervo pessoal de um dos professores entrevistados, que trabalha no Instituto de Física da UFG e que cedeu gentilmente estes livros para a pesquisa.

Com as entrevistas transcritas e com os livros didáticos mais citados pelos professores, registramos um recorte temporal de 1960 até os dias atuais (incluindo um livro didático de 1881), iniciamos a análise deste material e a preparação da apresentação do pré-projeto em um seminário avançado do programa de mestrado. Durante esta apresentação, foram levantados alguns questionamentos e apresentadas sugestões, entre elas a impossibilidade de se fazer o estado da arte do livro didático e a relevância do tema desta investigação para as pesquisas sobre o livro didático.

A pesquisa prosseguiu, mas descartamos a idéia do estado da arte do livro didático e nos centramos na importância do livro didático e sua possível evolução. As categorias de análise do livro didático ainda não estavam definidas, mas a proposta inicial era a análise da evolução conceitual das Leis de Newton.

As disciplinas obrigatórias do programa de mestrado me fizeram despertar para uma situação emergencial: a nossa contribuição, como professores de ciências, para a construção do conhecimento científico de nossos alunos, a transmissão da visão de ciência e a visão de ciência presente nos livros didáticos. O que me fez refletir sobre a minha prática e a minha investigação.

Durante esta fase da pesquisa, houve a necessidade de uma co-orientação, com a inclusão da discussão epistemológica. Logo depois, houve mudança de orientador e a mesma pesquisa começou a sofrer mais transformações.

A partir deste momento, surgiu a necessidade de iniciarmos uma nova pesquisa de campo, agora com uma nova proposta, “A visão de ciência de professores de Física do Ensino Médio”. E o foco passou a ser a formação do professor, e não mais o livro didático.

Para chegarmos aos objetivos desta pesquisa, a partir de entrevistas semi-estruturadas com professores do Ensino Médio, buscamos identificar suas concepções de ciência e as concepções de ciência trazidas pelos livros didáticos utilizados por eles. Optamos por esse tipo de entrevista, guiadas por

um questionário, por ter características da entrevista estruturada, mas admitir certa flexibilidade, em função das respostas obtidas, e visando assegurar o alcance dos objetivos da pesquisa.

As principais perguntas desta pesquisa são:

1. Qual a concepção de Ciência dos professores de Física?
2. Quais os critérios que o professor utiliza na escolha do livro didático?
3. A escolha do livro didático tem alguma relação com a concepção de Ciência do professor?
4. Qual a concepção de Ciência predominante nos livros didáticos adotados pelos professores?

A seguir apresentamos a **estrutura da dissertação** por capítulo, discorrendo brevemente sobre o que nos propomos discutir, detalhar e investigar ao longo desta pesquisa. A Figura 1 trás um resumo desta estrutura:

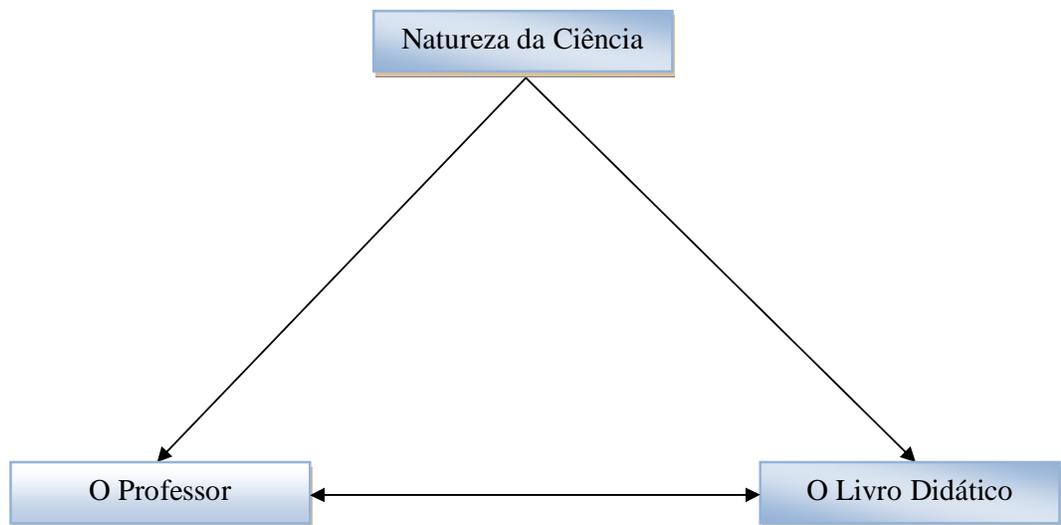


Figura 1 – Estrutura da Dissertação

O **Capítulo 1** é dedicado à Natureza da Ciência, pois acreditamos que o ensino sobre as ciências é tão importante quanto o ensino de ciências. Primeiramente, discorreremos sobre como a Natureza da Ciência é retratada por alguns filósofos da ciência, dentre eles: Popper (1902 - 1994), Lakatos (1922

- 1974), Kuhn (1922 - 1996), Bachelard (1884 - 1962) e Feyerabend (1924 - 1994). Logo após, apresentamos uma breve discussão sobre a importância da Natureza da Ciência para o ensino de ciências e, ainda neste capítulo, discorreremos sobre o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM), trazendo um dos critérios de avaliação das obras didáticas de Física no que diz respeito à importância da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências, e os primeiros livros didáticos aprovados pelo PNLEM. Estes livros começaram a ser entregues às escolas públicas brasileiras para compor o ano letivo de 2009. Acreditamos que discorrer sobre a política do livro didático, é discorrer sobre as preocupações com este, principalmente com a melhoria da sua qualidade e na possibilidade de que todos os alunos das escolas públicas deste país tenham acesso a esse instrumento tão importante para o ensino/aprendizagem.

No **Capítulo 2** trazemos os métodos utilizados desde a obtenção dos dados à análise desta pesquisa, descrevendo os instrumentos e as técnicas utilizadas para atingir nossos objetivos.

O **Capítulo 3** visa refletir sobre os resultados desta pesquisa. No primeiro momento, descrevemos a formação acadêmica dos professores da rede pública e particular de ensino. No segundo momento, descrevemos a concepção de ciência destes professores e dos livros didáticos citados por eles, além de categorias baseadas nas próprias respostas dos professores sobre os critérios de escolha do livro didático.

Finalmente, trazemos as reflexões da pesquisa e as considerações finais.

# CAPÍTULO 1 - A NATUREZA DA CIÊNCIA

## 1.1 CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

A caracterização da ciência como conhecimento racional remonta a Platão na própria origem da filosofia ocidental. A partir da era moderna, racionalismo e empirismo se constituem nas duas principais correntes epistemológicas, divergindo quanto aos fundamentos, mas ambas fazendo uso da RAZÃO para obter-se o conhecimento. Neste contexto, ao investigarmos as visões de ciência dos professores, e as que são veiculadas nos livros didáticos, torna-se necessário discorrer sobre algumas correntes epistemológicas a respeito da compreensão de como se construiu o pensamento científico.

O empirismo está fortemente ligado aos trabalhos de Francis Bacon no século XVI e XVII, que enaltece a experiência e o método indutivo de tal modo que considera a observação e os sentidos, as únicas fontes seguras do conhecimento. Preconiza o método indutivo segundo o qual se parte da observação de uma situação particular para, posteriormente, generalizá-lo, tendo a idéia principal girando em torno da neutralidade dessa observação e, afirma que a experiência tem fundamental importância para que o conhecimento científico seja verdadeiro: “A melhor demonstração é de longe, a experiência, desde que se atenha rigorosamente ao experimento. Se procuramos aplicá-la a outros fatos tidos por semelhantes, a não ser que se proceda de forma correta e metódica, é falaciosa” (BACON, 1979, p. 31).

Chalmers (1993, p. 24) diz que, para os indutivistas, “afirmações a respeito do estado do mundo, ou de alguma parte dele, podem ser justificadas, ou estabelecidas como verdadeiras de maneira direta pelo uso dos sentidos do observador não-preconceituoso”. Nesse sentido, para os indutivistas, a partir

de proposições singulares, é possível generalizá-las para uma lei universal, desde que algumas condições sejam estabelecidas:

1. O número de proposições de observação que forma a base de uma generalização deve ser grande; 2. As observações devem ser repetidas sob uma ampla variedade de condições; 3. Nenhuma proposição de observação deve conflitar com a lei universal derivada (CHALMERS, 1993, p. 26).

Assim, as ciências empíricas, para os indutivistas, caracterizam-se pelo fato de empregarem “métodos indutivos”, que partem do princípio de inferir enunciados universais de enunciados singulares, ou seja, do particular para o todo. Segundo Popper, se referindo à indução:

É comum dizer-se “indutiva” uma inferência, caso ela conduza de *enunciados singulares* (por vezes denominados também enunciados “particulares”) tais como descrições dos resultados de observações ou experimentos, para *enunciados universais*, tais como hipóteses ou teorias (POPPER, 2006, p.27).

Ainda de acordo com os indutivistas, a ciência é vista como um processo baseado na indução: “Se um grande número de As foi observado sob uma ampla variedade de condições, e se todos esses As observados possuíam sem exceção a propriedade B, então todos os As têm a propriedade B” (CHALMERS, 1993, p. 28).

De acordo com os empiristas-indutivistas, as leis da Natureza são obtidas inicialmente pela observação minuciosa, cuidadosa, sem que haja intervenção do observador, que deve agir sem preconceitos, registrando exatamente o que observa.

Este modelo de racionalidade vislumbra uma única forma de se atingir o conhecimento verdadeiro, a partir da aplicação de seus princípios epistemológicos. De acordo com seus defensores, possibilita o conhecimento mais profundo e verdadeiro da natureza, bem como a previsibilidade de seus fenômenos sob dois pilares: a sua quantificação e a redução da complexidade.

Por tratar-se de um modelo hegemônico até o século XIX, também foi aplicado ao campo das ciências sociais, aplicando-se a estas os critérios rigorosos das ciências naturais.

Como destaca Santos (2002), a crise deste modelo hegemônico, chamado por ele de “Paradigma Dominante”, decorre de uma série de condições teóricas e sociais. Em particular, o advento da Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica que incluem a discussão acerca da simultaneidade (mecanicismo linear) e o determinismo (princípio da incerteza de Heisenberg) de eventos a distância.

Diferentes críticos desta visão propõem novos modelos. Entre outros, Karl Popper que cunhou o termo “Racionalismo Crítico” defendendo a idéia de que todo conhecimento é falível e corrigível, portanto provisório.

Popper não concorda com que uma teoria científica ou uma lei universal é estabelecida a partir de um grande número de observações e afirma que, a generalização derivada de afirmações individuais, ainda que numerosas, pode se mostrar errada. Assim, não importa quantos cisnes brancos nós vejamos, nós nunca podemos afirmar que todos os cisnes são brancos, porque o próximo cisne que olharmos pode ser negro, como afirma Popper (2006):

Ora, está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos (p. 28).

Um dos problemas investigado por Popper é o chamado “problema da indução”. Para Popper, só se pode tentar fundamentar a indução através de novas induções, e este é o problema da indução, o que nos levaria a um círculo vicioso de induções sucessivas sem que qualquer conexão causal entre fenômenos examinados fosse demonstrada. Segundo Popper, o empirismo confunde o problema da validade de uma teoria com a sua origem, e sustenta que o ponto de vista de que esta última não é logicamente sistematizável, além de ser irrelevante para determinar a validade ou veracidade da teoria.

Com relação aos enunciados que tem como base a experiência, Popper afirma que o problema da indução também pode ser apresentado como a indagação acerca da validade ou verdade de enunciados universais que encontrem base na experiência. Segundo ele, muitas pessoas acreditam que a

verdade desses enunciados universais é conhecida através da experiência. Assim, diz Popper (2006),

(..) está claro que a descrição de uma experiência – de uma observação ou do resultado de um experimento – só pode ser enunciado singular e não um enunciado universal. Nesses termos, as pessoas que dizem que é com base na experiência que conhecemos a verdade de um enunciado universal querem normalmente dizer que a verdade desse enunciado universal pode, de uma forma ou de outra, reduzir-se à verdade de enunciados singulares e que, por experiência, sabe-se serem estes verdadeiros. Equivale isso a dizer que o enunciado universal baseia-se em inferência indutiva (p. 28).

Se para os indutivistas a ciência parte de observação e essa observação fornece uma base segura a partir da qual as afirmações podem ser derivadas, então considerando dois observadores, olhando o mesmo objeto, não necessariamente veriam a mesma coisa. Como afirma Hanson (apud CHALMERS, 1993) “há mais coisas no ato de enxergar que o que chega aos olhos” (p. 48).

Segundo Chalmers (1993) “o que um observador vê, isto é, a experiência visual que um observador tem ao ver um objeto, depende em parte de sua experiência passada, de seu conhecimento e de suas expectativas” (p. 49). Uma teoria, por ser criação humana, sempre estará incompleta. Para Popper “todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nossas observações” (POPPER apud SILVEIRA, 1996, p. 5).

Nesse sentido, o processo indutivo requer que as proposições de observações sejam feitas em grande número e em amplas variedades de condições, antes que qualquer tentativa de generalização seja feita. Fazer uma observação pressupõe uma visão de mundo, a qual sugere que observações específicas deveriam ser feitas. Em outras palavras: as observações não são imparciais, são dependentes da teoria. Segundo Chalmers (1993) “a ciência não começa com proposições de observação porque algum tipo de teoria as precede; as proposições de observação não constituem uma base firme na qual o conhecimento científico possa ser fundamentado porque são sujeitas a falhas” (p. 58).

Karl Popper defendeu que não existe processo algum de indução pelo qual possam ser verdadeiras as teorias científicas, somente conjecturas que

podem ser falseadas são científicas, e a ciência não começa com uma observação, e sim com um problema. Para ele, as observações são orientadas pela teoria e a pressupõe, diferente da visão indutivista. Popper entende que a ciência progride por tentativas e erros, por conjecturas e refutações e que para ser ciência, tem que ser testada por observação e experimento.

Contudo, só reconhecerei um sistema como empírico ou científico se ele for passível de comprovação pela experiência. Essas considerações sugerem que deve ser tomado como critério de demarcação não a *verificabilidade*, mas a *falseabilidade* de um *sistema*. Em outras palavras, não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, sem sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recursos a provas empíricas, em sentido negativo: *deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico* (POPPER, 2006, p. 42).

Para Popper, “o trabalho do cientista consiste em elaborar teorias e pô-las á prova” e “na medida em que a teoria resista a provas pormenorizadas e severas, e não seja suplantada por outras, no curso do progresso científico, podemos dizer que ela ‘comprovou sua qualidade’ ou foi ‘corroborada’ pela experiência passada” (POPPER, 2006, p. 34). Assim, a comprovação de uma teoria, é sempre provisória, pois ele não sustenta a verdade de teorias a partir da verdade de enunciados singulares e não supõe que, por força de conclusões “verificadas”, seja possível ter por “verdadeiras” ou mesmo por meramente “prováveis” quaisquer teorias.

Popper afirma ainda que, assim como o xadrez pode ser definido em função de regras que lhe são próprias, a ciência pode ser definida pelo uso de regras metodológicas. Essas regras podem ser exemplificadas:

(1) O jogo da ciência é, em princípio, interminável. Quem decida, um dia, que os enunciados científicos não mais exigem prova, e podem ser vistos como definitivamente verificados, retira-se do jogo. (2) Uma vez proposta e submetida a prova a hipótese e tendo ela comprovado suas qualidades, não se pode permitir seu afastamento sem uma “boa razão”. Uma “boa razão” será, por exemplo, sua substituição por outra hipótese, que resista melhor às provas, ou o falseamento de uma consequência da primeira hipótese (POPPER, 2006, p. 56)

No entanto, uma das limitações desta visão, é que “as afirmações do falseacionista são seriamente solapadas pelo fato de que as proposições dependem da teoria e são falíveis” (CHALMERS, 1993, p. 95). Uma teoria não pode ser conclusivamente falsificada, por mais que a observação pareça estar segura, ela pode revelar inadequações, porque a possibilidade de que alguma parte da complexa situação de teste, que não a teoria em teste, seja responsável por uma previsão errada, não pode ser descartada.

Inspirado na dialética de Marx e Hegel, Imre Lakatos afirma que o método de Popper ignora a notável tenacidade das teorias científicas e que os cientistas não desistem de uma teoria tão facilmente.

Los científicos tienen la piel gruesa. No abandonan una teoría simplemente porque los hechos la contradigan. Normalmente o bien inventan alguna hipótesis de rescate para explicar lo que ellos llaman después una simple anomalía o, si no pueden explicar la anomalía, la ignoran y centran su atención em otros problemas (LAKATOS, 1998, p. 12-13).

Lakatos afirma que os cientistas não rejeitam uma teoria apenas porque os dados empíricos contradizem, e afirma que “la ciencia no es sólo ensayos e errores, una serie de conjeturas e refutaciones” (LAKATOS, 1998, p. 13).

A ciência é caracterizada por programas de pesquisa em termos de estruturas metodológicas, que guiam o trabalho futuro dos cientistas, indicando futuras linhas de desenvolvimento (a heurística positiva) e especificando o que não pode ser feito (a heurística negativa). Enquanto a heurística negativa de um programa de pesquisa lakatosiano envolve a estipulação de que as premissas básicas que fundamentam um programa não podem ser modificadas nem rejeitadas, a heurística positiva consiste em um conjunto parcialmente articulado de sugestões ou indicações de como mudar e desenvolver as "variáveis refutáveis" do programa de pesquisa, e de como modificar e melhorar o “cinturão de defesa”, que é constituído por hipóteses e teorias auxiliares e também pelos métodos observacionais. Ele exemplifica:

La ciencia newtoniana, por ejemplo, no es sólo un conjunto de cuatro conjeturas (las tres leyes de la mecánica y la ley de gravitación). Esas cuatro leyes sólo constituyen el “núcleo firme”

del programa newtoniano. Pero este núcleo firme está tenazmente protegido contra las refutaciones mediante un gran “cinturón protector” de hipótesis auxiliares. Y, lo que es más importante, el programa de investigación tiene también una heurística, esto es, una poderosa maquinaria para la solución de problemas que, con la ayuda de técnicas matemáticas sofisticadas, asimila las anomalías e incluso las convierte en evidencia positiva (LAKATOS, 1998, P. 13).

Na teoria de Lakatos, segundo Chalmers, um programa de pesquisa deve satisfazer algumas condições, para se qualificar como um programa científico:

Em primeiro lugar, um programa de pesquisa deve possuir um grau de coerência que envolva o mapeamento de um programa definido para a pesquisa futura. Segundo, um programa de pesquisa deve levar à descoberta de fenômenos novos, ao menos ocasionalmente. Um programa de pesquisa deve satisfazer às duas condições para se qualificar como programa científico (CHALMERS, 1993, p. 118).

Programas de pesquisa são julgados como “progressivos” ou “degenerativos”, tendo em vista a possibilidade de levarem à descoberta de novos fenômenos ou não. Assim, uma teoria é considerada progressiva se cada nova teoria possui algo a mais, de desenvolvimento empírico, do que sua predecessora, ou seja, se ela prediz algo de novo, até então inesperado. O progresso é medido pelo grau em que a série de teorias leva à descoberta de fatos novos.

Estruturas teóricas competem entre si para ganhar a aceitação da comunidade científica e não podem ser derrubadas no confronto com dados experimentais. Isso porque, segundo Lakatos, a ciência tem a necessidade de crescer, e deve ter a chance de alcançar seu maior desempenho, desde que continue a fornecer novas explicações, novas previsões, e a descoberta de fenômenos novos. Do contrário, o programa deve ser trocado por outro mais progressista que o rival.

Uma questão que Lakatos não responde é: quanto tempo devemos aguardar para considerar que um programa de pesquisa esteja em degeneração? Nessa questão, Chalmers (1993) afirma que não se pode dizer que um programa degenerou para além de toda esperança, pois sempre é

possível alguma modificação em seu cinturão protetor que conduza a uma descoberta espetacular, e este programa volta à fase progressista.

Já Gaston Bachelard acreditava que a ciência evolui por meio de rupturas epistemológicas face a representações, hábitos de pensamento, conhecimentos não criticados, que ele chama de obstáculos epistemológicos, e defende que precisamos errar em ciência, pois o conhecimento científico só se constrói pela retificação desses erros. Para ele, é necessário ter coragem de errar, pois o erro faz parte de experiência científica.

Bachelard introduziu a concepção de descontinuidade na cultura científica através da concepção de ruptura e baseia-se como prova nas crises do início do séc. XX: da relatividade, do determinismo e da teoria de conjuntos. A ruptura se apresenta tanto entre conhecimento comum e conhecimento científico, a partir do que se constituem os obstáculos epistemológicos quanto no decorrer do próprio desenvolvimento científico, configurando a filosofia do não.

Não se trata de considerar os obstáculos externos, como a complexidade ou fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a debilidade dos sentidos ou do espírito humano: é no ato mesmo de conhecer, intimamente, onde aparecem, por uma espécie de necessidade funcional, os entorpecimentos e as confusões. É aí onde mostraremos as causas de estancamento e até de retrocesso, é aí onde discerniremos causas de inércia que chamaremos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p. 17).

Para Bachelard, os obstáculos epistemológicos que existem no interior do pensamento, nas profundezas do inconsciente, se manifestam mais decisivamente mascarando o processo de ruptura entre o senso comum e o conhecimento científico, tornando-se um impedimento do conhecimento científico. O senso comum não é apenas diferente da ciência e sim um obstáculo ao seu desenvolvimento.

Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta a cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade dos seus preconceitos (BACHELARD, 1996, p. 18).

Bachelard em sua obra “A Formação do Espírito Científico” aponta duas principais categorias de obstáculos ao progresso da ciência: A experiência primeira e o conhecimento geral.

1. O obstáculo inicial ao conhecimento científico é a experiência primeira, a observação primeira. É a experiência situada antes e acima da crítica, que capta o imediato, o subjetivo. Além de dar grande atenção ao que é natural e que aborda fenômenos complexos como se fossem fáceis. Segundo ele, “essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos” (BACHELARD, 1996, p. 25).

2. O segundo obstáculo epistemológico é o conhecimento geral, que é generalização das observações primeiras.

O conhecimento que falta precisão, ou melhor, o conhecimento que não é apresentado com as condições de sua determinação, não é conhecimento científico. O conhecimento geral é quase fatalmente conhecimento vago. (BACHELARD, 1996, p. 90)

Bachelard (1996, p. 69) afirma que a ciência da generalidade “sempre é uma suspensão da experiência, um fracasso do empirismo inventivo [...]. Há de fato um perigoso prazer intelectual na generalização apressada e fácil”.

Em 1962, Thomas Kuhn com seu livro “A Estrutura das Revoluções Científicas”, trás a tona o uso do conceito de paradigma, aplicado à história do fazer científico na tentativa de fornecer uma explicação mais coerente para a construção do conhecimento científico. Para Kuhn (2006), o conhecimento científico não cresce de modo cumulativo e contínuo, e existe um período de ciência normal, durante o qual se desenvolve uma atividade científica baseada num paradigma, proporcionando os fundamentos para sua prática posterior.

Paradigmas são “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2006, p. 13). Quando ocorre uma crise no paradigma, várias anomalias se desenvolvem de maneira a solapar a confiança neste. Surge, então, através de uma revolução científica um novo paradigma estabelecendo-se um novo

período de ciência normal, que é aquela que se efetua no âmbito de um paradigma aceito pela comunidade científica.

Os cientistas procuram a todo o custo dedicar-se a ampliação do paradigma vigente, e ao concentrar a atenção numa faixa de problemas relativamente “esotéricos”, Kuhn acredita que o paradigma força a investigarem alguma parcela da natureza com uma profundidade e de uma maneira tão detalhada superior, que de outro modo não seria possível, sem o comprometimento do paradigma. Os cientistas mantiveram-se neste regime de atividade, só o abandonando quando a solidez de um determinado paradigma se depara com um excessivo número de fatos rebeldes, de anomalias que começam a surgir. Abre-se nestas circunstâncias um período de crise, que se caracteriza pela consciência que a comunidade adquire das insuficiências do paradigma vigente.

Assim, todas as crises iniciam com o obscurecimento de um paradigma e o conseqüente relaxamento das regras que orientam a pesquisa normal e assim surge a necessidade de aderir a uma nova alternativa para substituí-lo. Este só surgirá com uma profunda mutação, com uma revolução científica, que traz consigo um novo paradigma. Uma característica de suas idéias é a ênfase dada ao caráter revolucionário do progresso científico, em que uma revolução implica em um abandono de uma estrutura teórica e uma substituição por outra, incompatível.

Outro filósofo da ciência que questionou o indutivismo foi Paul Feyerabend. Em seus livros “Against Method” e “Science in a Free Society”, defende a idéia de que não existem regras metodológicas permanentes e que o método único limita os cientistas e o progresso científico.

Paul Feyerabend nega que exista um método científico objetivo e observa que todas as tentativas para caracterizar um método científico falharam. A idéia de um método que contenha princípios firmes, imutáveis, e absolutamente coerentes para conduzir os assuntos da ciência, encontra dificuldades consideráveis quando se confronta com os resultados da pesquisa histórica. Não há uma única regra, mesmo que plausível, firmemente fundamentada na epistemologia, que não seja violada em um momento ou em outro (FEYERABEND, 1989).

Segundo Chalmers (1993, p. 175), para Feyerabend, “os cientistas, portanto, não devem ser restringidos pelas regras da metodologia. Neste sentido vale tudo”. E acrescenta:

A falsa suposição de que há um método científico universal a que devem se conformar todas as formas de conhecimento desempenha um papel prejudicial em nossa sociedade, aqui e agora, especialmente considerando-se o fato de que a versão de método científico a que geralmente se recorre é grosseiramente empirista ou indutivista (p. 183).

De forma sistemática e resumida podemos observar, nos Quadros 1 e 2, algumas das principais características destes epistemólogos da ciência, bem como, semelhanças e diferenças entre suas concepções.

Quadro 1 – Características de Alguns Epistemólogos

Popper	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A ciência progride por tentativa e erro, por conjecturas e refutações;</li> <li>- A observação é orientada pela teoria;</li> <li>- Uma teoria é falsificável se existe uma proposição de observação ou um conjunto delas logicamente possíveis que são inconsistentes com ela;</li> <li>- Uma teoria deve ser falsificável;</li> <li>- Falsificação ao invés de verificação;</li> <li>- O empreendimento da ciência consiste na proposição de hipóteses altamente falsificáveis, seguida de tentativas deliberadas e tenazes de falsificá-las;</li> <li>- Uma vez propostas as teorias especulativas, devem ser rigorosamente e inexoravelmente testadas por observação e experimento;</li> <li>- Teorias que não resistem a testes de observação e experimentos devem ser eliminadas e substituídas por conjecturas especulativas ulteriores.</li> </ul>
Bachelard	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduziu a concepção de descontinuidade na cultura científica através da concepção de ruptura;</li> <li>- A evolução da ciência é descontínua e não cumulativa;</li> <li>- Necessidade de ruptura com conhecimentos anteriores, seguida por sua reestruturação;</li> <li>- O essencial é reconstruir o saber;</li> <li>- A retificação dos conceitos, realizada pela teoria da relatividade, ilumina as noções anteriores e mostra a evolução do pensamento;</li> <li>- Obstáculo epistemológico é tudo que se incrusta no conhecimento não questionado, todos os pontos onde o progresso científico estanca, regride ou avança de forma inerte;</li> <li>- A evolução das ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos;</li> <li>- Defende que há uma verdadeira ruptura entre a ciência e outros saberes, como o senso comum.</li> </ul>
Kuhn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caráter revolucionário do conhecimento científico;</li> <li>- Sua preocupação relaciona-se com as características sociológicas das comunidades científicas;</li> <li>- Paradigma – são as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência;</li> <li>- Uma ciência madura é governada por um único paradigma;</li> <li>- Um fracasso em resolver um problema é visto como um fracasso do cientista</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>e não como uma falta de adequação do paradigma;</li> <li>-Kuhn relata a ciência normal como uma tentativa de resolução de problemas governados pela regra de um paradigma;</li> <li>-A revolução corresponde ao abandono de um paradigma e adoção de um novo pela maioria na comunidade científica, quando um paradigma não consegue resolver os problemas que vão surgindo;</li> <li>-Um cientista normal não deve ser crítico de um paradigma em que trabalha;</li> <li>-A adesão ao novo paradigma não é imediata;</li> <li>-O novo paradigma será diferente do antigo e incompatível com ele.</li> </ul>
Lakatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-A ciência se estrutura a partir da relação entre conceitos;</li> <li>-A ciência é caracterizada por programas de pesquisa;</li> <li>-O programa de pesquisa é estruturado e que fornece orientações para a pesquisa futura de uma fonte tanto negativa quanto positiva;</li> <li>-A ciência avança mais eficientemente se as teorias forem estruturadas de maneira a conter no seu interior, indícios e receitas bastante claros quanto e como elas devem ser desenvolvidas e estendidas.</li> <li>-Estruturas teóricas competem entre si para ganhar a aceitação da comunidade científica e não pode ser derrubadas no confronto com dados experimentais;</li> <li>-Aceita uma base empírica satisfatória, mas elabora novas hipóteses auxiliares que reduzem as anomalias;</li> <li>-Base empírica – núcleo irredutível, novas hipóteses – cinturão protetor;</li> <li>-Qualquer cientista que modifique o núcleo irredutível optou por sair do programa de pesquisa;</li> <li>-Um programa de pesquisa deve ter a chance de realizar seu pleno potencial;</li> <li>-Programas são abandonados quando degeneram.</li> </ul>
Feyerabend	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Defende que a ciência deve visar a felicidade e o bem estar dos homens;</li> <li>-Para o progresso são importantes dois princípios: tenacidade e proliferação;</li> <li>-Tenacidade – o cientista se agarra à teoria escolhida, apesar das evidências contrárias;</li> <li>-Proliferação – leva o cientista a criar alternativas novas às teorias já existentes;</li> <li>-A ciência normal com um único paradigma é um mito que não tem respaldo metodológico nem histórico;</li> <li>-O progresso da ciência é o resultado da interação de teorias que tentam se desenvolver e simultaneamente se confrontam com outras teorias;</li> <li>-O desenvolvimento das ciências não pode ser avaliado com um conjunto de idéias fixas e regras racionais, há irracionalidade nos momentos de grandes mudanças;</li> <li>-Feyerabend reclama, justificadamente, que os defensores da ciência a julgam superior a outras formas de conhecimento sem investigar de forma adequada estas outras formas.</li> </ul>

Fonte: Própria

Quadro 2 – Semelhanças, Diferenças e Divergências entre as Teorias de Alguns Epistemólogos

Semelhanças entre Kuhn e Popper	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Interesse pela história da ciência;</li> <li>-Rejeição de que a ciência progrida por acumulação;</li> <li>-O avanço se dá por meio de revoluções em que uma teoria antiga é substituída por uma nova incompatível com ela;</li> <li>-Enfatizam o papel das anomalias teóricas ou experimentais na produção de revoluções científicas e reconhecem a relação íntima entre teorias e experimentos;</li> <li>-Dificuldade da observação ser neutra.</li> </ul>
Críticas de Kuhn a Popper	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ambigüidade no processo do falsificacionismo. Para Kuhn esse processo não pode ser generalizado;</li> </ul>

Diferenças entre Kuhn e Popper	-Para Kuhn, no debate entre dois paradigmas é difícil estabelecer qual dos dois tem mais adequação com dados experimentais que sempre podem ser questionados. Para Popper, isso é um detalhe a ser resolvido pela comunidade científica.
Críticas de Popper a Kuhn	-Para Popper a distinção entre a ciência normal e revolução não é tão nítida como Kuhn descreve; -O problema da escolha de teorias não é tão ambíguo.
Semelhanças entre Lakatos e Kuhn	-Programas de pesquisa de Lakatos semelhantes aos paradigmas de Kuhn; -Programas de pesquisa são abandonados quando degeneram, assim como o abandono de paradigmas. -Lakatos se considera aperfeiçoador da teoria de Popper e incorpora várias contribuições de Kuhn.
Divergências entre Kuhn e Lakatos	-Para Lakatos, existem critérios objetivos de ordem racional que a comunidade científica não tem possibilidade de aplicar na hora da competição, mas que podem ser aplicados a posteriori, quando a briga entre os programas termina. Para Kuhn o debate entre dois paradigmas não funciona assim.
Crítica de Kuhn a Lakatos	-Kuhn critica Lakatos por engessar a História das ciências numa racionalidade estreita.
Diferença entre Lakatos e Feyerabend	-Para Feyerabend, o desenvolvimento da ciência não pode se avaliar com um conjunto de critérios fixos e regras racionais, no entanto, Lakatos coloca critérios de progressão e degenerescência.
Crítica de Kuhn a Feyerabend	-Kuhn rejeita a visão anárquica do avanço proposto por Feyerabend, em que a razão parece sucumbir a irracionalidade. Na batalha entre novos e velhos paradigmas são utilizados argumentos racionais e não slogans emocionais.
Semelhandça entre Kuhn e Feyerabend	-Ambos concordam em que os critérios a posteriori são inócuos como justificativas para o desenvolvimento. Para eles, as teorias estão fundadas no princípio epistemológico de base, segundo o qual o conhecimento científico jamais atinge uma verdade objetiva, absoluta.
Semelhanças entre Popper e Bachelard	-A ciência só nos fornece um conhecimento <i>provisório</i> (Popper) e <i>aproximado</i> (Bachelard), e está em constante <i>modificação</i> (Popper) ou em permanente <i>retificação</i> (Bachelard). Não podemos identificar “ciência” e “verdade”. Nenhuma teoria científica pode ser encarada como <i>verdade final</i> (Popper) ou como <i>saber definitivo</i> (Bachelard). -Segundo Popper, “a crença segundo a qual é possível principiar com observações puras, sem que elas se façam acompanhar por algo que tenha a natureza de uma <i>teoria</i> , é uma crença absurda”. Ou seja, todas as observações já são <i>interpretações</i> de fatos observados à luz de uma teoria. Segundo Bachelard, toda <i>constatação</i> supõe a <i>construção</i> ; toda prática científica engaja <i>pressupostos teóricos</i> .
Bachelard e Kuhn	-O descontínuismo epistemológico de Bachelard afirma que no progresso científico, há sempre uma ruptura com o senso comum. Thomas Kuhn também é descontínuista.

Fonte: Própria

Sabemos que é necessária uma mudança de visão acerca do fazer científico. Com o passar do tempo, a filosofia da ciência aponta outros caminhos, novas discussões, mostrando que a visão empirista-indutivista já está ultrapassada. Nesse sentido, concordamos com Praia, Cachapuz e Gil-Pérez quando dizem que:

(...) as concepções de ciência que os professores possuem têm implicações no modo como a ensinam e, se assim é, torna-se necessário criar espaços e tempos em que o professor deve contatar com as principais concepções de ciência, refletir nelas, discuti-las, confrontá-las, aprofundando as suas próprias concepções e daí retirando indicações, orientações e ensinamentos quanto às estratégias, métodos e procedimentos a adotar no seu trabalho docente (PRAIA, CACHAPUZ e GIL-PÉREZ, 2002, p. 129).

## 1.2. A IMPORTÂNCIA DA NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Segundo Mattheus (1995), o ensino de ciências deve ser, simultaneamente, **em** e **sobre** ciências. Nesse sentido, a Natureza da Ciência, isto é, o conhecimento sobre a própria ciência, inclui tanto a discussão dinâmica da atividade científica quanto da justificação, validação, divulgação e aceitação do conhecimento científico produzido.

Sobre a importância da História e Filosofia das Ciências no Ensino, Matthews (1995) afirma que em uma conferência realizada no MIT, em 1970, conduzida por Stephen Brush e Allen King, foram apresentadas justificativas que reforçam a contribuição da História e Filosofia das Ciências para o Ensino de Ciências:

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – A revolução científica, o darwinismo etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científicista; e finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (Matthews, 1995, p.172).

O ensino da Natureza da Ciência aparece cada vez mais associado à alfabetização científica e tecnológica da sociedade. Vários especialistas em didática das ciências argumentam que uma melhor compreensão da Natureza da Ciência permite tomar decisões mais refletidas sobre questões

tecnocientíficas de interesse social, o que contribuiria para tornar mais possível a participação na cidadania (Driver et al., 1996).

Gil-Pérez e Vilches (2006) defendem que a Alfabetização Científica é necessária para tornar a Ciência acessível aos cidadãos, reorientar o Ensino de Ciências também para os futuros cientistas, modificar concepções errôneas da Ciência frequentemente aceitas e difundidas e tornar possível a aprendizagem significativa de conceitos.

As discussões atuais sobre a alfabetização científica vão além da tradicional importância concedida a educação científica e tecnológica para tornar possível o desenvolvimento futuro e, converteu-se, na opinião dos especialistas, numa exigência, num fator essencial do desenvolvimento da sociedade, a curto prazo. Todos nós necessitamos utilizar a informação científica para realizar opções que nos deparam a cada dia e, necessitamos ser capazes de participar em discussões públicas sobre assuntos importantes que se relacionam com a ciência e com a tecnologia (CACHAPUZ et al., 2005).

Assim, distinguindo-se de um ensino voltado predominantemente para *formar cientistas*, que não só direcionou o Ensino de Ciências, mas ainda é fortemente presente nele, hoje é imperativo ter como pressuposto a meta de uma *ciência para todos* (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002).

O Ensino de Ciências não deve ter como objetivo principal a formação de cientistas, mas uma formação científica que permita aos cidadãos participar na tomada de decisões frente á assuntos relacionados á ciência e tecnologia.

Por trás da idéia de alfabetização científica não deve ver-se, pois, um “desvio” ou “rebaixamento” para tornar acessível a ciência à generalidade dos cidadãos, mas antes uma reorientação do ensino absolutamente necessária também para os futuros cientistas; necessária para modificar a imagem deformada da ciência hoje socialmente aceite e lutar contra os movimentos anti-ciência que daí derivam; necessária, inclusivamente, para tornar possível uma aquisição significativa dos conceitos (CACHAPUZ et al., 2005, p. 32).

Segundo Cachapuz et al. (2005, p. 38), “visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem” e a

epistemologia é necessária para o ensino de ciência, principalmente para ajudar o professor refletir sobre sua visão de ciência:

A epistemologia ajuda os professores a melhorarem as suas próprias concepções de ciência e à fundamentação da sua acção pedagógico-didáctica. Questionar, discutir e reflectir acerca da pertinência de conexões entre ciência/epistemologia/educação em ciência é um exercício necessário aos professores para poderem fundamentadamente fazer suas opções científico-educacionais (Cachapuz et al., 2005, p. 73).

A importância da Natureza da Ciência vem sendo reconhecida na área, com tanta emergência, que o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) traz como critério de avaliação do livro didático a construção do conhecimento científico.

### **1.3. CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLEM 2007**

A importância do livro didático não se restringe aos seus aspectos pedagógicos e às suas possíveis influências na aprendizagem e no desempenho dos alunos. O livro didático também é importante por seu aspecto político e cultural, na medida em que reproduz e representa os valores da sociedade em relação à sua visão da ciência, sua história, e da sua interpretação dos fatos.

Assim, o conceito de “livro didático” acarreta uma diversidade de vocabulário, como aponta Choppin (2004):

“Na maioria das línguas, o “livro didático” é designado de inúmeras maneiras, e nem sempre é possível explicitar as características específicas que podem estar relacionadas a cada uma das denominações, tanto mais que as palavras quase sempre sobrevivem àquilo que elas designaram por um determinado tempo” (CHOPPIN, 2004, p. 549).

Freitag, Motta e Costa (1989, p.7) afirmam que não podemos fazer um estudo do livro didático de forma isolada, desvinculada do contexto geral do sistema educacional brasileiro.

Segundo Torres (1998 apud FRACALANZA e MEGID NETO, 2006):

A qualidade educativa, na concepção do BM (Banco Mundial), seria o resultado da presença de determinados “insumos” que intervêm na escolaridade. Para o caso da escola de primeiro grau, consideram-se nove fatores como determinantes de um aprendizado efetivo, nesta ordem de prioridades, segundo a porcentagem de estudos que revelariam uma correlação e um efeito positivos: (1) bibliotecas; (2) tempo de instrução; (3) tarefas de casa; (4) livros didáticos; (5) conhecimentos do professor; (6) experiência do professor; (7) laboratórios; (8) salário do professor; (9) tamanho da classe (...) (TORRES, 1998, apud FRACALANZA e MEGID NETO, 2006, p. 37).

Podemos ver que o livro didático se encontra como quarta maior influência no processo de aprendizagem, sendo considerado um elemento mais importante que o conhecimento, a experiência e o salário do professor.

Com o intuito de regulamentar uma política nacional do livro didático de Física para o Ensino Médio, foi instituído em 2003 e implantado em 2004, pela Resolução nº 38 do FNDE, o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) que prevê a distribuição de livros didáticos para alunos e professores do Ensino Médio público de todo o país.

Para que um livro possa fazer parte do catálogo de livros didáticos a serem distribuídos para as escolas de ensino público, as editoras inscrevem seus livros no programa (PNLEM). Para avaliar se as obras apresentadas se enquadram nas exigências técnicas do edital, é realizada uma análise, por especialistas da área de Física, provenientes de universidades públicas de várias regiões do Brasil.

Os livros didáticos inscritos para a avaliação no processo de seleção do PNLEM têm que obedecer aos critérios adotados pelo programa, que são de duas naturezas: eliminatórios e de qualificação. Nestes aspectos, restringir-nos-emos somente aos critérios que contemplam a importância da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências, que é o interesse maior desta pesquisa.

### a) Critérios Eliminatórios

A análise dos livros didáticos teve como instrumento uma Ficha de Avaliação, onde foram avaliados aspectos: sobre correção conceitual; pedagógico-metodológicos; sobre a construção do conhecimento científico e sobre a construção da cidadania.

Em especial para as obras didáticas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas a serem incluídas no catálogo do PNLEM/2007, destaca os critérios eliminatórios, que se traduzem no que diz respeito à importância da história e filosofia das ciências e a Natureza da Ciência.

A obra NÃO deve apresentar a Ciência moderna como sendo equivalente a conhecimento, sem reconhecer a diversidade de formas de conhecimento humano, e **NÃO deve apresentar o conhecimento científico como verdade absoluta ou retrato da realidade. Deve, dessa forma, focar a evolução das idéias científicas, explicitando o caráter transitório e de não-neutralidade do conhecimento científico** (BRASIL, 2005, p. 41).

Nesse critério eliminatório, existe preocupação na forma de como a ciência é apresentada pelos livros didáticos, enfatizando a importância de não tratá-la como verdade absoluta, destacando seu caráter transitório e de não-neutralidade.

### b) Critérios de Qualificação

Depois de satisfeitas as exigências dos critérios de eliminação, os livros didáticos selecionados passam pelos critérios de qualificação, em que são considerados: Aspectos sobre a correção conceitual e compreensão, pedagógico-metodológicos, construção do conhecimento científico, construção da Cidadania, livro do professor e aspectos Gráfico-Editoriais.

Em especial para as obras didáticas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

Será valorizada a obra que propiciar condições para a aprendizagem da Ciência como processo de produção do conhecimento e construção cultural, valorizando a história das ciências. **Contudo, a obra deve evitar a apresentação do conhecimento científico como uma simples forma alternativa de ver o mundo, tão válida quanto qualquer sistema de crenças.** Será valorizada a obra que apresentar o conhecimento científico de forma contextualizada, fazendo uso dos conhecimentos prévios e das experiências culturais dos alunos. Será valorizada a obra que ressaltar o papel das ciências naturais como instrumento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões, fundamentada em argumentações consistentemente construídas, e a inserção dos alunos em sua realidade social. Será valorizada a obra que estimular o aluno para que desenvolva habilidades de comunicação científica, propiciando leitura e produção de textos diversificados, como artigos científicos, textos jornalísticos, gráficos, tabelas, mapas, cartazes etc. Outra característica valorizada será o estímulo ao aluno para que desenvolva habilidades de comunicação oral. Será valorizada a obra que propuser discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar criticamente e posicionar-se diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual (BRASIL, 2005 p. 42, *grifo nosso*).

Como podemos notar, a partir desses critérios específicos destacados acima, percebe-se a importância dada à história das ciências e a importância destinada em relação ao papel das ciências naturais como instrumento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões.

Na Tabela 1 apresentamos os livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2008, que começaram a ser distribuídos nas escolas públicas do país no final do ano 2008. No Anexo A estão os pareceres sobre a “Construção do Conhecimento Científico” destes.

TABELA 1 – Livros didáticos de Física aprovados pelo PNLEM de 2008

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Editora</b>
1. Universo da Física – Volume 1, 2, 3	José Luiz Pereira Sampaio e Caio Sérgio Calçada	Saraiva
2. Física – Ciência e Tecnologia	Carlos Magno Azinaro Torres e Paulo César Martins Penteadó	Moderna
3. Física – Volume 1, 2, 3	Antônio Máximo Ribeiro e Beatriz Álvares Alvarenga	Scipione
4. Física – Volume único	José Luiz Pereira Sampaio e Caio Sérgio Calçada	Saraiva
5. Física – Volume único	Alberto Gaspar	Ática
6. Física – Volume único	Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano	Scipione

Fonte: Catálogo PNLEM 2009 – Brasília 2008

Acreditamos que o fato de os livros serem avaliados pelo PNLEM, considerando critérios sobre a forma como a Natureza da Ciência é apresentada e também a presença da História da Ciência, entre outros critérios de qualidade, força as editoras e os autores de livros didáticos a mudarem a forma de apresentação destes conteúdos. Assim nota-se uma mudança de abordagem dos livros didáticos de Física, em relação aos conteúdos de História e Natureza da Ciência da última década até os dias atuais. Segundo Pagliarini (2007), algumas coleções aprovadas pelo PNLEM sofreram reestruturações a fim de se enquadrarem ao seu edital e aparecem com conteúdos mais elaborados e abordagem mais criteriosas a respeito da história e filosofia da ciência.

#### **1.4. A VISÃO DE CIÊNCIA APRESENTADA PELOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA**

É praticamente consensual entre os filósofos contemporâneos a crítica acerca da imagem tradicional da ciência, a visão empirista-indutivista, no sentido de que ela é deficiente para fundamentar a atividade científica contemporânea e a evolução do pensamento científico. Ocorre que esta imagem tradicional da ciência não fica restrita ao campo da epistemologia. Ela está largamente disseminada no meio escolar, no ensino de ciências, tendo

em vista as concepções de professores, alunos e a apresentação dos livros didáticos (MELO, 2005)

No ensino de ciências, para Vasconcelos e Souto (2003, p. 93) os livros didáticos constituem um recurso de fundamental importância, já que representam em muitos casos o único material de apoio didático disponível para estudantes e professores. Por outro lado, como afirmam Silveira, Leite e Dias (2006), as concepções de ciência presentes nos livros didáticos podem dificultar o processo de aprendizagem, gerando distorções conceituais que podem acompanhar o aprendiz ao longo de sua formação, haja vista que podem gerar concepções equivocadas acerca das teorias e conceitos científicos.

Conforme Moreira e Ostermann (1993), embora alguns professores não adotem livros didáticos ou não se prendam exclusivamente a um deles, geralmente, se orientam por eles e transmitem aos estudantes a visão de ciência veiculada nesses livros.

Embora pareça indispensável promover uma reflexão filosófica no Ensino de Ciências, a Filosofia e a História da Ciência contemporânea, em geral. Esta não se faz presente nos livros didáticos, nem na bagagem cultural dos professores e principalmente nos currículos dos cursos de formação de professores da área de Ciências. Quando é possível fazer a caracterização do contexto escolar, este continua praticamente restrito a uma única concepção de ciência: a empírico-indutivista. (HARRES, 1999; KÖHNLEIN e PEDUZZI, 2005)

Apesar do empirismo-indutivismo constituir-se atualmente em uma teoria do conhecimento que encontra questionamentos a partir de outras perspectivas epistemológicas, e apesar das críticas a esta concepção como uma visão limitada de ciência, ela ainda permanece muito forte em alguns livros didáticos de Física. Esta perspectiva empirista-indutivista baseada na observação, manipulação de fórmulas, dedução de teorias e generalização, sob a qual o ensino experimental tem sido trabalhado e os manuais escolares comprovam esta tendência, possui um valor epistemológico duvidoso. (CACHAPUZ e PRAIA, apud SOUZA FILHO e GRANDINI, 2004, p. 4).

Como essa concepção empirista-indutivista é a que prevalece na prática didática dos professores, em geral, é natural que as concepções dos alunos e da sociedade não sejam diferentes.

Não podemos deixar de mencionar que vários fatores também influenciam na visão de ciência, pois atualmente, ainda ouvimos nas propagandas de produtos, comentários do tipo: “isto é provado cientificamente...”, o que induz uma legitimidade da autoridade da ciência.

Essa é a atração para esta visão de ciência:

O que é “provado cientificamente” tem credibilidade. O método científico é interpretado como um procedimento definido, testado, confiável, para se chegar ao conhecimento científico: consiste em compilar fatos através de observação e experimentação cuidadosas e em derivar, posteriormente, leis e teorias a partir destes fatos mediante algum processo lógico. Trabalhar cientificamente é seguir cuidadosamente, disciplinarmente, o método científico. (MOREIRA e OSTERMANN, 1993, p. 01)

Segundo Köhnlein e Peduzzi (2002), se a concepção empirista da ciência disseminada pela mídia se associar acriticamente ao professor e ao livro didático, o resultado será uma visão muito parcial do trabalho científico, para dizer o mínimo. Para eles, “difundir a concepção empirista-indutivista, em geral, é conceber de forma inadequada o trabalho científico” (KÖHNLEIN E PEDUZZI, 2002, p. 15).

Vários são os fatores que influenciam a visão de ciência, mas a escola tem o papel de desenvolver nos alunos uma atitude crítica e uma percepção consciente. Segundo Pretto (1989, p. 21), a ciência hoje ensinada nas nossas escolas é a-histórica, elitista, desvinculada da realidade e até mesmo pretensiosa, porque, nela, conteúdo e método são considerados superiores a todas as outras formas de conhecimento. Esta concepção de ciência, segundo ele, é também apresentada nos livros didáticos.

Kosminsky e Giordan (2002, p. 17) afirmam que “o desconhecimento sobre como pensam e agem os cientistas impede a aproximação dos alunos da cultura científica”. E segundo estes mesmo autores, em todas as representações feitas pelos alunos sobre as visões de cientista observa-se um cientista do sexo masculino, solitário e interagindo somente com o seu mundo. O grande distanciamento dos estudantes da cultura científica sem se

dando, pelo afastamento dos mesmos em relação à ciência.

A visão de ciência encontrada nestes exemplos de livros didáticos de Física é deficiente, pois mantém a idéia de que o método científico é um caminho a seguir, para desviar-se dos erros, para obter-se uma verdade definitiva da ciência, que começa pela observação neutra e finaliza com uma conclusão (descoberta).

Mesmo que os livros didáticos não proporcionem uma visão atual de ciência, não podemos deixar de ressaltar a importância das questões epistemológicas para a prática docente. Como afirmam Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002, p. 134), temos que evitar que a atividade científica seja apenas apresentada como informação final ou mesmo um mero conhecimento adquirido, sem a necessária compreensão de como se chegou lá, quais foram os processos e em que contextos.

Para isso, é fundamental para o professor uma reflexão acerca da ciência e do seu ensino.

## CAPÍTULO 2 - CAMINHOS METODOLÓGICOS

O presente capítulo descreve os métodos utilizados desde a obtenção à análise dos dados desta pesquisa. Iniciamos o capítulo com uma introdução sobre os instrumentos de coleta de dados e logo mais, especificamos cada instrumento utilizado na pesquisa. Este estudo foi realizado na cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás.

A pesquisa é de abordagem qualitativa e a análise e discussão foram apoiadas nas orientações qualitativas de pesquisa sugeridas por Lüdke e André (1986) além de técnicas de Análise de Conteúdo definidas por Bardin (1995) para análise das entrevistas e dos livros didáticos utilizados pelos professores.

Segundo Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos através de um contato direto do pesquisador com o sujeito ou objeto estudado, enfatizando mais o processo do que o produto.

### 2.1. INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS DA PESQUISA

Para atingir os objetivos desta pesquisa, optamos pela elaboração e aplicação individual de um *questionário fechado* (ANEXO B), logo seguido de uma entrevista semi-estruturada orientada por um *roteiro de perguntas para a entrevista* (ANEXO C) articulada com o primeiro. O entrevistado recebeu o questionário e imediatamente após respondê-lo, participou da entrevista semi-estruturada. O *questionário* possibilitou aos professores uma reflexão prévia sobre os assuntos a explorar na entrevista, sem a interferência direta do investigador, sendo constituído por seis afirmações perante as quais os professores se deveriam posicionar, utilizando para tal uma escala Likert de cinco pontos para mensurar o grau de concordância.

Na elaboração das afirmações do *questionário*, utilizamos como referência o levantamento de concepções de ciência tanto empirista-indutivista quanto dos principais representantes da epistemologia e filosofia da ciência, como Karl Popper, Imre Lakatos, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend e Gaston Bachelard.

## 2.2. QUESTIONÁRIO

A opção pelo questionário foi uma necessidade da pesquisa de caracterizar a concepção de ciência do professor. O questionário foi aplicado e respondido, pelos sujeitos, imediatamente antes da entrevista, o que possibilitou maior obtenção de dados e relação das respostas dadas à entrevista e ao questionário.

O questionário é um procedimento muito utilizado em pesquisas qualitativas para obtenção de dados e registro de dados. Ele consiste num conjunto de perguntas ou afirmações, preparado cuidadosamente sobre os temas e aspectos que interessam à pesquisa.

Segundo Muñoz (2003) o questionário enquanto instrumento de investigação e de obtenção de dados, é um instrumento versátil que permite a sua utilização como um instrumento de investigação e de avaliação de pessoas, processos e programas de formação. É uma técnica de avaliação que pode incluir aspectos qualitativos e quantitativos, sendo muito usada na investigação quantitativa e nos estudos de opinião.

O questionário é um instrumento muito útil e pode estar aliado com a entrevista, pois permite identificar e sugerir hipóteses e validar outros métodos. A construção de um questionário é uma tarefa cuidadosa e complexa (MUÑOZ, 2003).

Quando se aplica um questionário pretende-se medir aspectos como atitudes ou opiniões dos sujeitos da pesquisa e a utilização de escalas pode facilitar .

### **2.3. QUESTIONÁRIO FECHADO USANDO A ESCALA DE LIKERT**

O questionário foi estruturado com perguntas fechadas, portanto utilizamos a escala de Likert para ordenar e editar as informações. A escala de Likert foi adotada tendo em vista assegurar um maior grau de liberdade aos respondentes, sendo estruturado com cinco pontos. A vantagem de se utilizar a escala Likert é que, assim, os respondentes são convidados a concordarem ou discordarem das afirmações colocadas nas perguntas do instrumento de coleta de dados. Os respondentes também podem informar qual seu grau de concordância ou discordância sobre o tema.

A escala é definida por Pinedo (1982) como uma série de itens ou frases que tenham sido cuidadosamente selecionadas, de forma que constituam um critério válido, fiel e preciso para medir de alguma forma os fenômenos sociais. Em nosso caso, esse fenômeno será uma atitude cuja intensidade queremos medir.

A vantagem da escala de Likert é que os sujeitos da pesquisa não apenas respondem se concordam ou não com as afirmações, mas também informam qual seu grau de concordância ou discordância. É atribuído um número a cada resposta, que reflete a direção da atitude do respondente em relação a cada afirmação. A somatória das pontuações obtidas para cada afirmação é dada pela pontuação total da atitude de cada respondente (OLIVEIRA, 2001).

### **2.4. ENTREVISTA**

Iniciamos a pesquisa entrevistando um total de 22 professores de Física do Ensino Médio de Goiânia, sendo 11 professores da rede pública e 11 professores da rede particular de ensino. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista semi-estruturada gravada em áudio e logo após, transcrita na íntegra.

Optamos pela entrevista por que ela representa um dos instrumentos básicos para a coleta de dados de uma pesquisa qualitativa e é muito utilizada, devido sua vantagem sobre outras técnicas.

A grande vantagem da entrevista sobre outras técnicas é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 34).

A entrevista deve ser planejada, levada a sério como todo instrumento de pesquisa. Realizar entrevistas de forma adequada e rigorosa não é mais simples do que lançar mão de qualquer outro recurso destinado a coletar informações no campo. Para serem realizadas de modo a que forneçam material empírico rico e denso o suficiente para ser tomado como fonte de investigação, demandam preparo teórico e competência técnica por parte do pesquisador (Duarte, 2004).

Ainda segundo Duarte (2004), a realização da pesquisa exige alguns cuidados na preparação e a realização de uma boa entrevista exige:

a) que o pesquisador tenha muito bem definidos os objetivos de sua pesquisa; b) que ele conheça, com alguma profundidade, o contexto em que pretende realizar sua investigação; c) a introjeção, pelo entrevistador, do roteiro da entrevista (fazer uma entrevista “não-válida” com o roteiro é fundamental para evitar “engasgos” no momento da realização das entrevistas válidas); d) segurança e auto-confiança; e) algum nível de informalidade, sem jamais perder de vista os objetivos que levaram a buscar aquele sujeito específico como fonte de material empírico para sua investigação (DUARTE, 2004, p. 216).

Segundo Manzini (2004 apud BELEI et al., 2008) existem três tipos de entrevistas: estruturada, semi-estruturada e não-estruturada. Entende-se por entrevista estruturada aquela que contém perguntas fechadas, sem apresentar flexibilidade; semi-estruturada a direcionada por um roteiro previamente elaborado, composto geralmente por questões abertas; não-estruturada aquela que oferece ampla liberdade na formulação de perguntas e na intervenção da fala do entrevistado. Optamos pela entrevista semi-estruturada.

A principal função do roteiro de entrevistas é auxiliar o pesquisador a conduzir a entrevista para o objetivo pretendido, na organização da interação social no momento da entrevista, garantindo a organização dos conceitos previamente analisada no roteiro e o não esquecimento de algum item ou pergunta no decorrer da entrevista (MANZINI, 2003).

É indicado o uso de gravador na realização de entrevistas para que seja ampliado o poder de registro e captação de elementos de comunicação de extrema importância (SCHRAIBER, 1995, apud BELEI et al., 2008).

Analisar entrevistas também é tarefa complicada e exige muito cuidado com a interpretação, com a construção de categorias e, principalmente, com uma tendência, bastante comum entre pesquisadores, de procurar no material empírico, elementos que confirmem suas hipóteses de trabalho e/ou os pressupostos de suas teorias de referência. Precisamos estar muito atentos à interferência de nossa subjetividade, ter consciência dela e assumi-la como parte do processo de investigação (DUARTE, 2004).

Após a transcrição das informações obtidas através da entrevista, estas foram agrupadas e iniciamos a análise dos dados.

## **2.5. ANÁLISE DE CONTEÚDO**

Após a entrevista e a aplicação do questionário, os professores citaram os livros didáticos de Física utilizados por eles, tanto na adoção, quanto para preparar suas aulas. Para análise das entrevistas e dos livros didáticos mais citados nesta pesquisa, optamos pela análise de conteúdo de Bardin (1995). A análise de conteúdo constitui um importante instrumento na análise interpretativa de dados, é uma das técnicas de pesquisa mais antigas, os primórdios de sua utilização remontam a 1787 nos Estados Unidos, e sua emergência como método de estudo aconteceu nas décadas de 20 e 30 do século passado com o desenvolvimento das Ciências Sociais.

Na área de educação, a análise de conteúdo pode ser, sem dúvida, um instrumento de grande utilidade em estudos, em que os dados coletados sejam resultados de entrevistas (diretivas ou não), questionários abertos, discursos ou documentos oficiais, textos literários, artigos de jornais, emissões de rádio e de televisão. Ela ajuda o educador a retirar do texto escrito seu conteúdo manifesto ou latente (OLIVEIRA et al., 2003, p. 05).

Através do método de análise do conteúdo, o pesquisador busca ultrapassar as incertezas e o enriquecimento da leitura, tendo por base um

modelo formal calcado na necessidade de descobrir, de adivinhar, de ir além das aparências (BARDIN, 1995).

A análise de conteúdo é definida por Laurence Bardin como “*um conjunto de técnicas de análise de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens*” (BARDIN, 1995, p. 38, grifo do autor).

As principais etapas do desenvolvimento de uma análise de conteúdo são: Organização do material de trabalho, Definição das unidades de registro e Definição de categorias.

A primeira fase da pesquisa, a organização do material de trabalho, consiste em organizar o material a ser estudado, tendo em vista sua manipulação. Segundo Oliveira et al. (2003), os textos poderão ser reescritos em fichas, fotocopiados, impressos, segundo a vontade do pesquisador, pois o essencial é que sua manipulação seja fácil e possa ser feita com uma certa rapidez.

A segunda etapa consiste na definição das unidades de registro que serão utilizadas pelo pesquisador. As unidades de registros podem ser constituídas por palavras ou temas.

De acordo com Bardin (1995), unidade de registro:

É a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento do conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial. A unidade de registro pode ser de natureza e de dimensões muito variáveis. Reina uma certa ambigüidade no concernente aos critérios de distinção das unidades de registro (BARDIN, 1995, p. 104).

Segundo Moscovici (1976, apud OLIVEIRA et al., 2003) o tema é geralmente uma proposição que exprime toda uma família de proposições tendo relação com um mesmo conteúdo diversamente formulado. Sua função é a de resumir o conteúdo.

A categorização é o processo de transformação do texto. Nessa etapa, as muitas palavras e expressões são reduzidas a poucas categorias. Essa etapa é muito importante, pois a qualidade da análise de conteúdo depende de suas categorias. “A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente,

reagrupamento segundo o gênero, com os critérios previamente definidos.”  
(BARDIN, 1995, p. 177)

Classificar elementos em categoria impõe a investigação do que cada um tem em comum com outros e, o que vai permitir seu agrupamento é a parte comum entre eles. Procuramos criar categorias através das respostas dos professores, sendo que, estas categorias surgiram a partir do cruzamento questionário-entrevista e da análise dos livros didáticos.

## **CAPÍTULO 3 - REFLEXÕES E ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA**

O presente capítulo visa refletir sobre os dados da pesquisa e analisar as concepções de ciência dos professores envolvidos nesta pesquisa. No primeiro momento, discorreremos sobre a formação dos professores da rede pública e particular de ensino. No segundo momento, identificamos categorias, sobre as concepções de ciência dos professores. No terceiro momento, estão dispostas categorias sobre os critérios de escolha do livro didático e como a ciência é apresentada por esses livros utilizados pelos professores.

### **3.1. FORMAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA**

Para esta pesquisa foram selecionados onze professores de Física da rede pública e onze da rede particular de Goiânia. Os professores da rede pública, que concordaram em participar da pesquisa, são supervisores de estagiários da Universidade Federal de Goiás. Optamos pela entrevista com professores supervisores de estagiários, pois acreditamos que estes estão contribuindo tanto para formação de alunos do Ensino Médio quanto na formação de futuros professores de Física. Os professores da rede particular de Ensino Médio de Goiânia foram selecionados, aleatoriamente, pois acreditamos que é preciso ter um representativo também destes professores.

Com o intuito de conhecer melhor os sujeitos desta pesquisa, as tabelas abaixo (TAB. 2 e TAB. 3) trazem um perfil acadêmico destes professores. Optamos por separá-los em grupos, Escola Pública e Escola Particular, para melhor identificá-los e, posteriormente, fazermos uma análise comparativa, portanto, PU são os professores da Escola Pública e PA são os professores da Escola Particular. Cada grupo (Escola Pública e Escola Particular) possui onze professores e estão numerados de um a onze.

TABELA 2 - Perfil dos professores da rede pública de ensino

Professor	Graduação	Ano de Conclusão	Especialização na Área de Ensino
PU01	Licenciatura em Física	1980	Especialização em Planejamento Didático e Mestrado em Física da Matéria Condensada
PU02	Licenciatura em Física	2005	Especialização em Ensino de Ciências
PU03	Licenciatura em Física	2003	Especialização em Ciências da Natureza
PU04	Licenciatura em Física	2000	Especialização em Ciências da Natureza
PU05	Licenciatura em Física	2001	Formação de Professores de Ciência
PU06	Licenciatura em Física	2001	Docência em Ensino Superior e Ciências da Natureza
PU07	Licenciatura em Física	2001	Ciências da natureza e Especialização em Educação em Ciências
PU08	Licenciatura em Física	1980	Especialização em Matemática
PU09	Licenciatura em Física	1998	Especialização em Matemática do Ensino Básico
PU10	Licenciatura em Física	1998	Não
PU11	Licenciatura em Física	1983	Não

Fonte: Dados de pesquisa direta, Novembro de 2008.

TABELA 3 - Perfil dos professores da rede particular de ensino

Professor	Graduação	Ano de Conclusão	Especialização na Área de Ensino
PA01	Licenciatura em Física	2006	Não
PA02	Licenciatura em Física	Não Concluído	Não
PA03	Licenciatura em Física	1998	Não
PA04	Licenciatura em Física	2002	Não
PA05	Licenciatura em Física	1987	Não
PA06	Licenciatura em Física	1996	Mestrado em Óptica Quântica
PA07	Licenciatura em Física	2003	Especialização em Ensino de Ciências
PA08	Licenciatura em Física	2006	Não
PA09	Licenciatura em Física	2006	Não
PA10	Licenciatura em Física	Não Concluído	Não
PA11	Licenciatura em Física	Não Concluído	Não

Fonte: Dados de pesquisa direta, Novembro de 2008.

Observamos, nas tabelas acima, que a formação dos professores da rede pública de ensino é mais sólida, ou seja, foram em busca de especialização na área, e pela própria exigência da supervisão de estágio, o professor tem que ser licenciado, e por serem concursados, fazem mais cursos para “subir” na carreira e melhorar a renda, além de possuírem um perfil de profissional que se disponibiliza a receber e orientar estagiários.

Os professores da rede particular de ensino que concluíram a graduação não possuem esse tipo de incentivo e exigência para continuar sua formação, e, até o momento, como observado na tabela 3, não se preocupam em manter uma formação continuada.

### **3.2. ANÁLISE DA CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA DOS PROFESSORES ENTREVISTADOS E DOS LIVROS DIDÁTICOS**

A seguir, são apresentados e analisados os resultados obtidos com a entrevista e o questionário. As respostas à questão 6 cruzadas com os dados do questionário (ANEXO B), bem como as respostas à questão 9 do roteiro de perguntas para a entrevista (ANEXO C), servirão de base para analisarmos as concepções de ciência dos professores entrevistados (3.2.1).

A partir das respostas à questão 4, 5 e 7 do roteiro de perguntas para a entrevista (ANEXO C), procuramos identificar a relação da concepção de ciência do professor, o critério de escolha do livro didático e a concepção que o livro traz sobre a construção da ciência (3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3).

As questões 8 e 9 do roteiro de perguntas (ANEXO C), não foram analisadas nesta pesquisa. A nossa intenção, com estas perguntas, era investigar a relação do trabalho e compreensão da Física Moderna com a Concepção de Ciência do professor, mas decidimos nos restringir somente a Concepção de Ciência do professor e sua relação com o livro didático. Fica, portanto, como sugestões para pesquisas futuras.

### 3.2.1. A Concepção de Ciência dos Professores Entrevistados

Procuramos identificar a concepção de ciência dos professores, que fazem parte desta pesquisa, através do questionário (ANEXO B) cruzando com a questão seis do roteiro de perguntas para a entrevista (ANEXO C).

Por meio do questionário (ANEXO B) realizamos uma verificação quanto ao grau de concordância ou discordância das afirmações referentes à concepção de ciência, em que os valores menores que três são considerados como discordantes e, maiores que três, como concordantes, considerando uma escala de cinco pontos. A representação numérica segue essa ordem: 5) concordo fortemente; 4) concordo; 3) indeciso; 2) discordo e 1) discordo fortemente. Os resultados obtidos com o questionário são sintetizados nas Tabelas que se seguem:

TABELA 4: Respostas ao Questionário Dadas por Professores da Rede Particular e Pública

Professores	Empirista- Indutivista	Popper	Kuhn	Bachelard	Feyerabend	Lakatos
PA01	4	2	4	1	5	1
PA02	4	4	2	2	4	2
PA03	4	2	2	2	4	2
PA04	2	4	4	2	4	2
PA05	5	3	2	2	4	2
PA06	4	2	4	4	2	2
PA07	2	4	5	4	4	2
PA08	5	2	5	1	4	1
PA09	5	2	2	1	5	1
PA10	2	4	3	4	5	1
PA11	5	5	2	2	4	1
PU01	4	2	4	2	2	2
PU02	5	4	1	1	1	1
PU03	4	2	2	2	2	3
PU04	4	2	4	2	4	2
PU05	4	5	4	2	4	1
PU06	4	2	4	1	4	3
PU07	4	2	4	2	2	2
PU08	5	2	5	2	4	1
PU09	4	5	4	2	4	3
PU10	4	2	4	2	3	2
PU11	5	5	1	5	1	1
<b>SOMA</b>	<b>89</b>	<b>67</b>	<b>72</b>	<b>48</b>	<b>76</b>	<b>38</b>

Para investigarmos a pertinência dessa classificação fizemos uma triangulação de dados com as respostas à pergunta 6 do roteiro para a entrevista (ANEXO C).

A primeira questão do questionário refere-se ao empirismo-indutivismo, **“Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento”**, deixando claro o caráter verdadeiro da ciência e sua comprovação por observação e experiência. Conforme visto na Tabela 4, dezenove professores, tanto da rede pública quanto da rede particular, dos 22 entrevistados, concordam com essa afirmação, sendo que sete professores concordam fortemente. Apenas três professores da rede pública não concordam com essa afirmação.

O professor PU08 concorda com essa afirmação e diz que não adianta ter uma teoria sem comprovação experimental:

*Concordo, não adianta nada ter uma teoria se não tiver comprovado experimental, principalmente a nossa, na área de Física, a teoria realmente só tem valor depois que ela é comprovada experimentalmente (PU08).*

A comprovação experimental é importante para os professores PU01 e PU11:

*Primeiro eu acho que o conhecimento é construído a partir de experimentação. Você faz a experiência para depois matematizar aquilo, ver se tem jeito de criar uma lei que explique aquele evento (PU01).*

*A pesquisa é feita com dados experimentais, e isso é fundamental. A gente que dá aula de Física tem que acreditar nos experimentos (PU11).*

A idéia de método científico está presente na concepção do professor PA08:

*Para a construção da ciência é inevitável avaliar o que já existe, e através da necessidade ou da busca contínua, formular novas teorias científicas a partir da forma estruturada do método científico, observando, avaliando, experimentando, etc. (PA08).*

Os professores PA03 e PU08 se identificam mais com a primeira questão, dentre as outras:

*Gostei muito da primeira afirmação, que ele fala que o conhecimento científico é provado. Eu acredito nisso, que o conhecimento científico surge através da observação e dos experimentos, e aí os cálculos vão surgindo para conseguir provar o que foi observado experimentalmente. A minha visão de ciência seria exatamente isso (PA03).*

*Eu acho que essa questão fala tudo. Conhecimento científico é um conhecimento provado. A ciência é exata é verdadeira, palpável (PU02).*

Chama atenção o fato do professor PU03 achar que o questionário não tem nada a ver com a Física, que se trata de discussões teóricas da pedagogia. Demonstra confusão:

*Olha, eu achei este questionário muito teórico, relacionado à pedagogia e não achei nada relacionado com a Física. Está relacionado à ciência mesmo, são questões que envolvem ciência. Eu acho que os cientistas trabalham com pesquisa mesmo, tentando demonstrar alguma coisa, fazem experimentos e tentam descobrir se os dados batem com a teoria e tentam desenvolver outras teorias. E o conhecimento científico é comprovado teoricamente, na forma de matemática, e experimentalmente, para saber se aquela teoria bate com o que eles realmente estão estudando, ou seja, se a teoria bate com a prática (PU03).*

A idéia de que as teorias só são validadas pela comprovação experimental é a que prevalece independente das tentativas de discordarem desta primeira questão. Mesmo discordando desta primeira afirmação, o professor PA04 afirma que a ciência deve ser desvinculada do caráter social, o cientista deve elaborar suas teorias sem preconceitos, reforçando a idéia de que o cientista é um ser genial e não deve deixar que o convívio social interfira em sua pesquisa:

*O conhecimento científico está desvinculado a condições sociais e a qualquer tipo de intervenção social, por que a partir do momento que você começa a fazer uma pesquisa científica, você não pode levar em considerações esses fatores [...] (PA04).*

Essas afirmações demonstram que os professores realmente acreditam no empirismo.

A segunda questão refere-se às idéias de Karl Popper, **“Não é possível provar se um determinado conhecimento é verdadeiro, mas é possível provar que ele é falso. Ou seja, é assim que a ciência evolui: por conjecturas e refutações.”** Esta questão trouxe discordância pelo fato de grande parte dos professores acreditarem que o conhecimento científico pode ser provado e ao mesmo tempo, acreditam que elas podem ser falseadas. Podemos observar isso na fala do professor PU11:

*Concordo que o conhecimento científico é um conhecimento provado. Quando se trata de uma lei, provando que ela está errada ela dá lugar à outra. A partir do momento que não concorda com alguma coisa a gente tem que provar que ela está errada, se a gente provar está evoluindo. A pesquisa é feita com dados experimentais, e isso é fundamental. A gente que dá aula de Física tem que acreditar nos experimentos (PU11).*

O professor PA02 concorda e o professor PU08 discorda dessa questão:

*O conhecimento é verdadeiro hoje, mas pode vir uma nova teoria e provar que ela é falsa (PA02).*

*Eu não concordo com isso, dependendo da situação é possível provar que a teoria é verdadeira (PU08).*

Há indícios que os professores atribuem de alguma forma a necessidade de “prova” às teorias científicas, ou prova-se que são verdadeiras ou prova-se que são falsas.

A terceira questão refere-se às idéias de Tomas Kuhn, **“A ciência evolui intercalando períodos de ciência normal, crises e revolução científica, em que, em períodos de ciência normal, os cientistas trabalham no aperfeiçoamento do paradigma vigente.”** Essa afirmação indica um caminho para modificar a concepção empirista-indutivista, uma vez que ela fala em revolução científica, mas, notamos que essa afirmação se confunde com o que se vê de atividade científica, o senso comum, percebemos isso na fala do professores PU05 e PA01:

*Aquela questão do buraco negro, eles sustentaram por muito tempo esse paradigma, até vir outro, provocar uma revolução, você tem avanços e retrocessos, então eu concordo fortemente (PU05).*

*Eu concordo, mas com uma observação, não é que a ciência está no período de ciência normal que você vai trabalhar em cima do paradigma vigente, então ali também pode acontecer descobertas que podem ocasionar crises, por que se não de onde vai gerar crises? Onde vai ter revolução? Então não dá para segmentar os três (PA01).*

O professor PA04 se identifica com a afirmação:

*Pra mim conhecimento científico é isso, é você de uma certa forma, através de uma crise, de uma revolução científica você destoa de alguma forma tendo uma idéia talvez nova, talvez um braço de alguma idéia e a partir daí ir se envolvendo nessa proposta. E como a gente estuda, a gente percebe que a maioria das coisas forma descobertas tentando descobrir outras coisas, meio que por acaso, na tentativa de explicar o fenômeno surgem coisas que chamam mais atenção que o próprio fenômeno que está ocorrendo (PA04).*

O professor PA06 é mais explícito quanto à utilização do método científico pelos cientistas:

*Os cientistas sabem que existe um método científico a ser seguido e aceito pela comunidade científica e jamais alguém em sua consciência ousará a mudar este paradigma a não ser que o conhecimento científico seja reconstruído por outros métodos e isto levaria milênios (PA06).*

A quarta questão refere-se às idéias de Gaston Bachelard, **“O conhecimento científico é estabelecido a partir de uma ruptura com o senso comum: é necessário se desvincular dos conhecimentos anteriores para progredir em ciência.”** Percebemos que a maioria dos professores não concorda com essa afirmação, pois na soma dos pontos só ganhou da afirmação de Lakatos. Duas falas caracterizam o pensamento predominante:

*Eu discordo fortemente, por que não tem como você abandonar o que você conhece antes para gerar um novo conhecimento, geralmente ele vem daquilo que você tem antes, e nem sempre está desvinculado do senso comum, tem coisas que vem do senso comum que estão corretas e coisas que vem do senso comum que estão erradas (PA01).*

*A ciência é uma construção, não concordo em ter uma ruptura para poder construir o conhecimento científico, eu discordo. Você pode a partir de um ponto construir o conhecimento (PU05).*

Esta questão indica que os professores possuem um despreparo para a Física Moderna, afinal, em Física Moderna precisa haver um esforço de ruptura com a Física Clássica (conhecimentos anteriores) para aceitar a quantização da energia (Planck), a interpretação probabilística da função de onda (Max Born), o indeterminismo (Heisenberg) e as dualidades onda/partícula (Einstein) e partícula/onda (De Broglie), por exemplo. Isso sem falar nas "controvérsias", como as desigualdades de Bell, as variáveis ocultas de Bohm.

A quinta questão refere-se às idéias de Paul Feyerabend, **“Nada prova que o conhecimento dito “científico” seja superior a outras formas de conhecimento.”**

Em segundo lugar na classificação da Tabela 4, essa idéia é explicitada principalmente entre os professores da rede particular:

*Eu concordo fortemente, eu acho que não existe conhecimento superior, ou conhecimento inferior, tudo é conhecimento (PA01).*

*E essa história de “Nada prova que o conhecimento dito ‘científico’ seja superior a outras formas de conhecimento”, eu detesto pseudociência, tem gente que fala ‘isso é provado cientificamente’, mas, não fala como foi provado, mas existe aquele conhecimento popular que as vezes funciona, não é científico mas resolve muita coisa, então eu acho que, superior como assim, eu penso muito na aplicabilidade da coisa, um cidadão lá do interior não utiliza da ciência formal, mas ele sabe a época certa de plantar de colher.. isso é conhecimento, deve ter um embasamento científico em algum lugar mas ele não teve acesso, mas ele faz a coisa certa e isso é útil para ele. Então eu acho que o conhecimento científico não seja superior (PA11).*

Já na rede pública encontramos um professor que ficou em dúvida quanto à afirmação da superioridade da ciência:

*Tem uma afirmação aí que fiquei em dúvida, quanto à ciência ser superior a outras formas de conhecimento. Não sei bem. Às vezes penso que não deve ser superior. Mas às vezes acho que por ser um conhecimento provado, pelo menos na teoria, seria superior sim. Pra mim o que é verdadeiro é o que foi provado, mesmo que não seja pela experiência, mas matematicamente, por equações (PU10).*

Entre os professores da rede pública há inclusive afirmações como a do professor PU11, que acredita na superioridade da ciência:

*Eu acredito que o conhecimento científico seja superior sim, quando se trata de ciência. Se a gente comparar com cultura popular, o conhecimento científico é superior sim (PU11).*

De um modo geral, no entanto, os professores revelam uma "descrença" na Ciência, o que é um traço contemporâneo, mas, é confundida facilmente com o senso comum.

A sexta questão refere-se às idéias de Lakatos, **“Pesquisas científicas competem entre si para ganhar a aceitação da comunidade científica e não podem ser derrubadas no confronto com dados experimentais.”** As principais discordâncias podem ser observadas nas seguintes falas:

*Pelo menos na Física isso é uma das coisas que mais acontece, você pegar os dados experimentais e combater uma teoria com dado experimental, eu discordo, por que eu acho que pode (PA01).*

*Se pegar uma teoria e ela não bater com dados experimentais ela tem que ser derrubada sim (PA02).*

*Então eu concordo com a idéia de que não adianta só ficar imaginando como tem que ser, por que assim a gente volta ao passado, a ciência progrediu na forma de como as idéias são trabalhadas, hoje se você não fizer sentido aquilo que você está falando, não funciona, de que o cérebro é laboratório, isso é conversa fiada. Isso é do tempo do Platão (PA10).*

*E as pesquisas podem ser derrubadas por experiências, tanto que já aconteceu (PU05).*

*E quanto às experiências, eu acredito que para provar uma teoria não necessita usar experiências, como é o caso da Física moderna, mas a experiência pode provar que uma teoria é falsa sim. Se aparecer alguma experiência que entre em contradição com a teoria, isso pode fazer com que a teoria seja reformulada (PU10).*

*Eu acho que para comprovar que uma teoria é científica ela precisa passar pela prática, então, por exemplo, nós temos teorias que até hoje não deixaram de ser teorias exatamente por falta de comprovação ou por que ainda não conseguiram, ou por que ainda não tem tecnologia, ou por que de alguma forma uma dia vai ser comprovado que aquela teoria não estava completamente certa. Eu acredito fortemente é que algumas teorias precisam ser aperfeiçoadas, então só o tempo, a maturidade que vai fazer chegar a esse ponto. Vamos citar um exemplo, a Teoria da Relatividade, que é uma teoria que tem mais de cem anos e até hoje a comunidade como um todo tem uma dificuldade tremenda em aceitar e é muito forte a resistência das pessoas, e outra coisa, por que até hoje ela*

*é chamada de Teoria da Relatividade, o que falta para virar uma lei? O que derruba uma pesquisa é a comprovação prática que não tem eficácia, não tem fundamento, ou quando aparece uma coisa melhor. Mas você tem teorias magníficas que ainda são chamadas de teorias e não de leis. Então, em minha opinião, por que ainda falta uma complementação (PA09).*

Discordar da frase do Imre Lakatos é indício de reafirmar a crença no experimentalismo, ou, seja, reforça o indutivismo.

Alguns professores demonstram não terem conhecimento sobre a Natureza da Ciência, e percebemos uma insegurança em suas falas, como no caso do professor PU04:

*Olha, eu achei muito interessante as perguntas, algumas realmente fazem você: ‘viche’ refletir mesmo sobre as perguntas. São coisas que no dia a dia você não pára para pensar, sobre essas reflexões da ciência a gente passa por cima e não para mesmo para pensar como se forma a ciência. Como a gente pode trabalhar a ciência, se pensar na ciência. Eu só tenho elogios a este questionário, por que sinceramente me fez pensar. Mas eu acho que a ciência é uma descoberta, os cientistas trabalham para descobrir algo que vai beneficiar os seres humanos, os serem vivos em geral. Acho que é isso... é isso que eu penso (PU04).*

Os professores entrevistados entram em visíveis contradições, supostamente devidas à ausência de conhecimento da Natureza da Ciência e discussões acerca da epistemologia da ciência. Diante destas contradições, ainda podemos observar que os professores manifestam tendências ao empirismo-indutivismo, conforme aponta a somatória da Tabela 4, até quando demonstram que estão abertos a novas teorias e discussões atuais sobre ciência.

### **3.3. OS CRITÉRIOS DE ESCOLHA DOS PROFESSORES ENTREVISTADOS E A CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA DOS LIVROS DIDÁTICOS**

Neste item visamos analisar os critérios de escolha dos livros didáticos, utilizados pelos professores envolvidos na pesquisa, e as concepções de ciência destes livros.

Os livros didáticos analisados são os mais citados pelos professores. Buscaremos a existência de uma visão de ciência e se há, no livro, texto específico destinado ao método científico. Portanto, a análise dos livros didáticos ficou restrita somente aos livros que apresentam uma visão de ciência claramente revelada (explícita), pois acreditamos que os professores poderão identificar facilmente como a ciência é apresentada.

### 3.3.1 Critérios de Escolha do Livro Didático

Entre os critérios utilizados pelos professores para a escolha do livro didático as categorias identificadas foram: Critério Financeiro, Linguagem Acessível e Quantidade de Exercícios.

#### a) Critério Financeiro

Dentre os onze professores entrevistados da rede pública, seis adotam como critério de escolha do livro didático o preço, pois alegam que a maioria dos alunos não tem condições de adquirir o instrumento de apoio didático.

O professor PU04 entende que um livro didático muito caro não vai ser adquirido pelos alunos. Então, ele escolhe um mais acessível, mesmo percebendo as limitações didáticas e metodológicas da obra:

*Eu sou professor exclusivo da rede estadual, e na rede estadual a realidade é muito diferente da rede particular, nem todos têm condições de comprar o livro didático. [...] é uma guerra para os alunos adquirir um livro e mesmo assim a gente tem que, infelizmente, pegar um livro de fácil entendimento, que eu considero ainda precário para a explicação da Física e tenho que completar muito no quadro, então é mais voltado para exercícios. Isso por que são os mais baratos. São baratos não tem uma qualidade boa e a gente adota justamente pelo poder aquisitivo dos alunos (PU04).*

O professor PU09 passa a trabalhar com um livro didático ruim, na opinião dele, mas que está dentro das condições financeiras dos alunos.

*O critério que a gente utilizou foi: um livro compacto, com conteúdo e preço. [...] mas a escolha primordial do livro foi custo. Não poderíamos adotar um livro melhor, por que cada livro sairia a mais ou menos 80 reais (PU09).*

Os professores PU03 e PU06 até abrem mão de adotar um livro didático e fazem a opção por Xerox:

*Não, não adoto. Trabalhamos através de Xerox de trechos de alguns livros. Os alunos daqui não teriam condições de comprar livros, então optamos por não adotar (PU03).*

A maioria dos livros didáticos selecionados para o recorte de trechos de interesse, no caso específico destes dois professores (PU03 e PU06), também não foi escolhido por critérios definidos por eles, a escolha se restringe a livros didáticos doados pelas editoras como forma de divulgação.

*Não optamos por adotar por que não queríamos fazer os alunos, que não tem condições, comprar um livro didático, sendo que não seria utilizado totalmente, só parcialmente. Os livros que costumamos tirar os trechos são livros doados pelas editoras (PU06).*

Para adotar o livro didático, a maioria dos professores da rede pública leva em consideração as características do alunado com o qual irão trabalhar, como por exemplo, o critério financeiro, característica presente exclusivamente na rede pública de ensino, devido às condições financeiras dos alunos.

## **b) Linguagem Acessível**

Ao serem questionados sobre quais critérios utilizados para escolha do livro didático, dos onze professores, da rede pública, nove responderam que adotam como critério de escolha do livro didático a linguagem acessível aos alunos, e da rede particular somente um professor utiliza esse critério. O professor PU06 afirma que os alunos têm dificuldades de estudarem pelo livro didático, por isso ele procura um livro com uma linguagem mais simples:

*Quanto à escolha, eu escolho livros didáticos que são mais simples para os alunos entenderem. Que tem uma linguagem acessível ao nível dos alunos, que possuem exercícios que os alunos dão conta de fazer. Mas primeiramente escolho o livro que tem uma teoria que os alunos possam ler com mais facilidade. (PU06)*

O professor PU03 atribui a desmotivação da leitura do livro didático pela dificuldade que os alunos encontram para entenderem a linguagem do livro, o que dificulta a aprendizagem científica destes alunos.

*Uma linguagem acessível, por que os alunos do Ensino Médio estão muito fracos, se o livro didático tiver uma linguagem difícil, provavelmente o aluno não terá vontade de ler (PU03).*

O professor PU07 não adota livros didáticos e prefere transcrever as teorias na lousa, porque segundo ele, desta forma o aluno entende a linguagem.

*[...] eu prefiro sempre escrever no quadro, é uma didática que eu sempre usei e tem dez anos que eu dou aulas e percebo que dá certo. É mais cansativo, mas vale à pena. Isso eu percebo por que o aluno quase não lê o livro didático, então dessa forma fixa mais. [...] o aluno tem preguiça de ler o livro didático (PU07).*

O livro didático precisa ser claro, conciso e objetivo, além da ausência de contradições conceituais. Estas características aumentam a eficiência do processo de aprendizagem, e segundo o professor PU10, especialmente quando o aluno utiliza o livro fora do horário de aula, na ausência do professor:

*Depois que ele foi reformulado (livro didático), a linguagem ficou mais fácil e com isso o aluno poderá estudar sozinho, já que, na realidade da escola pública, é impossível cumprir todo o conteúdo programático. Então o aluno precisa estudar sozinho (PU10).*

Os professores PU11 e PA03 preferem os livros didáticos com uma linguagem que atendam as necessidades dos alunos:

*Estávamos procurando um livro mais leve, com uma linguagem mais simples (PU11).*

*Pela questão didática, por ser mais didático para os alunos, maior facilidade de entendimento, uma linguagem mais simples (PA03).*

O critério utilizado na escolha do livro didático, linguagem acessível, é predominantemente da rede pública de ensino. Um fato que merece destaque, pois observamos uma preocupação por parte desses professores da adequação da linguagem do livro didático para os alunos, segundo eles, o estilo de linguagem adotado pelo livro pode dificultar ou facilitar aprendizagem dos educandos.

Pode-se associar essa dificuldade na linguagem do livro didático à dificuldade dos alunos em entender conceitos científicos, por vezes, as dificuldades de aprendizagem em ciência estão relacionadas com a compreensão da linguagem científica, tornando-se esta mais difícil com o aumento do nível de abstração das palavras ou dos conceitos.

### **c) Quantidade de Exercícios**

Todos os professores da rede particular, que fazem parte desta pesquisa, afirmaram que usam como critério de escolha do livro didático a quantidade de exercícios. Na rede pública dos onze professores entrevistados quatro fazem uso deste critério, mas não dão tanta ênfase quanto é dado pelos professores da rede particular.

Todos os professores da rede particular de ensino afirmam que a quantidade de exercícios é um critério utilizado por eles, e segundo o professor PA02, a finalidade do livro didático é auxiliar o aluno na preparação do vestibular:

*Escolhemos por causa da teoria bem explicada e quantidade de exercícios. Os exercícios são importantes para o nosso público, que são alunos interessados em prestar vestibular (PA02).*

Essa fala está presente na maioria dos professores da rede particular de ensino, inclusive na de PA04:

*Por que ele trás muitos exercícios, separados por níveis e dá pra você atender alunos de todas as áreas, que precisa passar pelo vestibular (PA04).*

Para justificar a escolha do livro didático, tendo como critério principal a quantidade de exercícios, o professor PA06 afirma que se orienta pelas exigências do vestibular:

*Por que atende melhor as necessidades do vestibular que é um dos principais objetivos dos alunos e de seus pais. Ele oferece recursos adicionais aos professores e exercícios diversificados (PA06).*

O professor PU02 afirma que usa como critério a quantidade de exercícios por que considera que os livros didáticos são muito parecidos:

*Eu olho primeiro a quantidade de exercícios, o nível dos exercícios, por que o conteúdo é bem parecido de um livro para outro, não muda quase nada (PU02).*

A quantidade de exercícios é um critério de escolha do livro didático de todos os professores da rede particular de ensino. Constatamos a falta de formação específica para o professor de Física da rede particular de ensino, o que o leva a dar prioridades ao quantitativo de exercícios como critério de adoção do livro didático.

Os critérios adotados pelos professores para a escolha do livro didático denotam a existência de grandes obstáculos na constituição de uma cultura científica.

### **3.3.2 Concepção de Ciência como Critério de Escolha do Livro Didático?**

A visão de ciência apresentada pelo livro didático não foi apontada como um critério utilizado pelos professores de Física para escolha do livro didático. Porém, ao serem questionados se o livro didático reforça sua concepção de ciência (na questão sete), dos vinte e dois professores entrevistados dezesseis professores afirmam que sim, dois professores não

souberam responder e apenas cinco afirmam que o livro didático não reforça sua concepção de ciência.

Percebemos que o professor PU07 se orienta pelo livro didático e concorda com o que é colocado por ele, inclusive a concepção de ciência apresentada:

*[...] no livro do Alberto Gaspar, o primeiro capítulo dele é todo te mostrando o que é ciência, o que é Física, o que é conhecimento científico, o que é teoria, o que é postulado, o que é teorema (PU07).*

Para o professor PU08, o livro didático reforça sua concepção de ciência e ajuda o aluno a entender como é construído o conhecimento científico:

*Reforça e ajuda a entender. Eu acho que não adianta ter conhecimento científico se você não tem como aplicar, se você aplicar aquilo [...]. O livro trás isso muito bem, a relação da Física com a tecnologia e as aplicações na prática (PU08).*

O professor PA06 afirma existir um método científico e que os livros trazem isso muito bem:

*Os cientistas sabem que existe um método científico a ser seguido e aceito pela comunidade científica [...]. O livro didático deve ser consistente com a metodologia científica (PA06).*

Dentre os professores que concordam que o livro didático reforça sua concepção de ciência, estão os que afirmam que necessitam complementar as discussões sobre ciência trazidas por esse livro:

*Na verdade falta alguma coisa, a maioria dos livros de Ensino Médio não fala nada sobre, por exemplo, metodologia científica, como se estuda, mas como eles apresentam as leis, apresentam o conteúdo, a gente tem que comentar, então à medida que o assunto vai aparecendo e a gente vai comentando. Nenhum livro fala sobre metodologia científica, mas eles tocam no assunto (PU11).*

O professor PA10 afirma ser necessário ir além do livro didático:

*Os livros didáticos trazem a concepção de ciência de forma simples, portanto um conhecimento mais apurado de ciência requer além dos livros didáticos uma convivência com a comunidade científica. Seja essa convivência direta (debates) ou acompanhando os avanços e pesquisas sobre determinados assuntos (PA10).*

O professor PA02 afirma que a falta de discussões sobre como se estabelece o trabalho científico não é culpa do livro didático nem do professor, mas da forma como é estruturado o Ensino Médio:

*Na verdade eu acho que não é que falta no livro, o grande problema é o que a gente tem que trabalhar. Nós temos que trabalhar por ter uma visão mais a frente que é a aprovação do aluno no vestibular, então às vezes somos muito tecnicistas, a gente praticamente ensina o aluno a resolver exercícios. Raciocinar sobre o conhecimento científico a gente não tem tempo para tanto. O ideal é que fosse invertido. O nosso foco é o vestibular, então a gente faz, mas com que o aluno se torne uma máquina de resolver exercícios do que pensar sobre. Mas isso não é um problema do livro nem dos professores, acredito que seja do processo (PA02).*

Percebemos que o professor PA02 tem uma postura de preocupação com a formação do conhecimento científico do aluno, mas que a forma como se estrutura a educação passa a ser muito difícil de obter êxito. O professor PA08 afirma que se orienta pelo vestibular e que o mesmo não prioriza a discussão sobre ciência:

*Acredito que a maioria dos livros tem uma preocupação prioritária com ciência. A exigência do mercado, infelizmente, prioriza o conteúdo, em concursos e vestibulares, determinando um formato mais moldado e pronto (PA08).*

Segundo PA07, isso não desperta o interesse científico do aluno:

*A forma com que o Ensino Médio é estruturado colabora muito pouco para despertar o interesse científico nos alunos e professores, no entanto, o livro adotado cumpre com as expectativas para esse modelo de ensino (PA07).*

Os professores que não concordam que o livro didático reforça sua concepção de ciência afirmam que os livros didáticos não trazem este tipo de discussão:

*Eu acho que os livros continuam conteudistas e a gente, se quiser falar de outros assuntos, tem que trazer textos para complementar. Eles induzem a memorização de fórmulas. Então não acho que reforça a minha concepção de ciência, por que eles não discutem sobre ciência (PU10).*

Percebemos que o professor PA01 não utiliza a concepção de ciência como critério de escolha do livro didático, mas identificamos a ausência de discussões sobre ciência e que isso prejudica a formação científica dos alunos:

*[...] ele não trás uma forma de construção do conhecimento, ele não leva ao aluno a construir o conhecimento, ele joga o conhecimento para o aluno assimilar aquele conhecimento. Não existe um processo de construção do conhecimento nos livros (PA01).*

Novamente, o professor PA04 cita o vestibular como orientador desta ausência nas discussões sobre ciência no ensino, principalmente nos livros didáticos:

*Na verdade os livros reforçam muito uma questão chamada "Vestibular". Os livros didáticos não trás muitas discussões sobre ciência, eles focam o sistema de vestibular (PA04).*

O professor PU04 reforça essa idéia:

*[...] ainda nosso sistema educacional infelizmente não dá ênfase à ciência prática, e sim mais a uma ciência utópica que a gente acha nos livros e voltada ao vestibular, por que infelizmente o vestibular não cobra isso aí, essa ciência de pensamentos, de teorias e aí deixa a desejar muito nisso. Então os livros em parte, tentam trabalhar essa parte teórica da ciência, de teorias, surgimento de teorias, mas não conseguem. Eu não encontro, eu não consegui ver, livros didáticos do Ensino Médio que dê ênfase a esta parte (PU04).*

A justificativa na falta de discussões sobre ciência aparece também na fala de PU04:

*O livro didático não trás essas discussões sobre ciência [...]* (PU04).

Percebemos que os professores, que fazem parte desta pesquisa, só conseguem identificar no livro didático sua concepção de ciência se o mesmo deixar clara a visão de ciência. Apesar de dezesseis professores concordarem que o livro didático reforça sua concepção de ciência, treze afirmam que o livro didático não trás informações suficientes, são deficientes, ou os próprios professores possuem deficiências. Somente três destes professores foram capazes de situar sua concepção de ciência no livro didático adotado.

### **3.3.3 A Visão de Ciência Veiculada nos Livros Didáticos de Física Adotados pelos Professores Entrevistados**

Faz-se necessário analisar como a ciência está sendo apresentada pelos livros didáticos utilizados pelos professores e se existe relação entre a concepção de ciência do professor com a concepção de ciência do livro didático.

Os livros didáticos de Física mais citados pelos professores estão dispostos na TAB. 5. Percebe-se que a maioria dos professores não se prendem, exclusivamente, somente a um livro didático.

TABELA 5 – Livros Didáticos Mais Citados Pelos Professores de Física

Professor	Calçada	Beatriz	Gaspar	Ramalho	Paraná	Ivam	Bonjorno	Kazuito	Biscuola
PU09	1								
PA07	1								
PU05				1					1
PU08				1					1
PA10				1					1
PU04	1			1				1	
PU06					1	1	1		
PU11	1			1					1
PA02									1
PA04	1								
PA05			1					1	
PA06				1					
PU10		1						1	
PA01	1								
PU01	1	1	1	1					
PU07			1					1	
PA03				1					1
PA09				1					1
PU03					1	1	1		
PU02	1		1		1				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>

Fonte: Dados de pesquisa direta, Novembro de 2008.

Dos livros didáticos citados pelos professores, somente três, dos mesmos autores, foram aprovados pelo PNLEM (CALÇADA e SAMPAIO; MÁXIMO e ALVARENGA e GASPAR) e desses três livros, um não corresponde à mesma editora (CALÇADA e SAMPAIO). Os livros aprovados pelo PNLEM são todos editados no ano de 2005, de edições diferentes dos analisados para esta pesquisa. Tentamos ser fieis as edições citadas pelos professores, e os livros mais citados foram os elencados abaixo:

1. RAMALHO, F; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.. **Os fundamentos da Física**. São Paulo: Ed. Moderna, 2003. vol. 1, 2 e 3.
2. CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física clássica**. São Paulo, Atual, 1998. vol. 1, 2, 3, 4 e 5.
3. BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA R. H. **Tópicos de Física**. São Paulo: Saraiva, 2007. v. 1, 2 e 3.
4. GASPAR, A. **Física**. São Paulo, Ática, 2000. vol. 1, 2 e 3.
5. KAZUITO, Y.; FUKU, L. F.; SHIGEKIYO, C. T. **Os alicerces da Física**. São Paulo: Ed. Saraiva, 2007. vol. 1, 2 e 3.

6. PARANÁ, D. N. S. **Física para o Ensino Médio**. Editora Ática, 1999. vol. único.
7. ANJOS, Ivan Gonçalves dos. **Física**. São Paulo: IBEP, 2005. vol. único.
8. BONJORNO, R. A.; CLINTON, M. R. **Temas de Física**. São Paulo: FTD, 1997. vol. 1, 2 e 3.
9. MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo, Scipione, 2000 e 2003. vol. 1, 2 e 3.

É comum o autor expor sua visão de ciência logo no início do volume 1 do livro didático, fazendo uma discussão do que vem a ser ciência, no caso específico da Física e seus “métodos de apreensão do conhecimento”. Os livros, analisados, que trazem de forma explícita a visão de ciência são: Ramalho (2003), Bonjorno (1997), Paraná (1999), Kazuito (2007) e Gaspar (2000).

#### a) Ramalho (2003)

Na introdução do livro didático, o autor se refere à Física como a ciência que estuda a natureza e assim apresenta os métodos científicos que essa ciência utiliza:

Os físicos estudam os fenômenos que ocorrem no Universo. O método que utilizam para conhecer esses fenômenos é simplificada o seguinte: observa-se repetidas vezes o fenômeno destacando fatos notáveis. Por meio de instrumentos de medição - desde o relógio e a fita métrica, até instrumentos mais sofisticados - medem-se as principais grandezas envolvidas no fenômeno. Com essas medidas procura-se alguma relação entre tais grandezas tentando descobrir alguma lei ou princípio que o descreva. Em resumo, o método de apreensão do conhecimento em Física e em outras ciências consta basicamente de seis etapas: 1º) observação do fenômeno; 2º) organização das informações recolhidas durante a observação; 3º) busca de regularidades no fenômeno em estudo; 4º) levantamento de hipóteses, que tentem explicar as regularidades encontradas; 5º) realização de experiências que verifiquem as hipóteses levantadas, 6º) indução ou conclusão de leis ou princípios que descrevam os fenômenos (RAMALHO JUNIOR et al., 2003, p. 4).

Pode-se perceber claramente a manutenção da visão empirista-indutivista neste trecho do livro, em que o autor diz que a ciência, neste caso

a Física, começa pela observação minuciosa, parte para indução e finaliza com a lei geral. Como se fosse o caminho a seguir, para desviar-se dos erros. Uma verdade que começa pela observação “neutra” e finaliza com uma conclusão (descoberta).

### **b) Bonjorno (1997)**

O autor apresenta a importância da Física, no capítulo 1, e apresenta seu método, afirmando que na pesquisa de um fenômeno e das leis que o regem, deve-se obedecer a uma ordem progressiva ao qual ele chama de o método da ciência: “Nesse sentido, a Física utiliza-se de dois processos: a *observação* e a *experimentação*.” (BONJORNO e CLINTON, 1997, p. 16, grifo do autor). E acrescenta de forma explícita o método científico, o que dá a entender que o método da ciência ocorre a partir de uma seqüência de passos iniciados pela observação.

**Observação:** consiste no exame atento de um fenômeno e na pesquisa das circunstâncias que o envolvem. Neste caso, podemos utilizar os nossos sentidos ou instrumentos que aumentem o seu alcance (microscópico, luneta, telescópio, satélite, balança, amperímetro etc.). **Experimentação:** consiste em produzir o fenômeno artificialmente, em condições ideais para a observação. Neste caso, fazemos variar as circunstâncias que rodeiam o fenômeno para verificar quais dessas circunstâncias influem nele (BONJORNO e CLINTON, 1997, p. 16, grifo do autor).

### **c) Paraná (1999)**

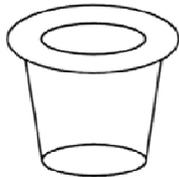
No início do capítulo o livro apresenta um tópico sobre “o conhecimento pelos sentidos”, e traz uma série de exemplos e imagens (Figuras 2 e 3) sobre o tema. O autor quer que o aluno entenda o quanto podemos ser enganados pelos sentidos. O autor pede para o aluno fazer uma experiência, mergulhar uma das mãos na água fria e a outra na água quente e em seguida as duas simultaneamente na água morna, ilustrando através da

Figura 2. Assim, o autor conclui que o cérebro, através dos sentidos, faz julgamentos que podem falhar.

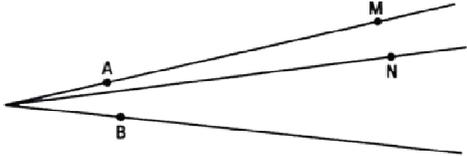


FIGURA 2 – Exemplo dado pelo autor para o tópico: O conhecimento pelos sentidos – Paraná (1999)

Qual elipse é maior: a de baixo ou a interna superior?



Qual distância é maior: entre os pontos A e B ou entre M e N?



De quantos modos podemos perceber a figura ao lado? Quais são eles?

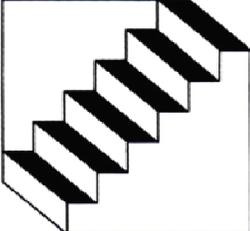


FIGURA 3 – Questões dadas pelo autor para o tópico: O conhecimento pelos sentidos – Paraná (1999)

Apesar do exemplo (Figura 3) ser bom para mostrar que a observação não é o ponto inicial da ciência, que a ciência não é indutiva e que o indutivismo é uma ingenuidade, o autor afirma que o conhecimento pelos sentidos não serve para o estudo da Física, pois podem conduzir a resultados

errados. Segundo ele, para medir e controlar os fenômenos que estuda, o físico precisa sempre de informações muito precisas, e para obter essas informações, os caminhos são: experimentação e utilização de instrumentos. “Para eliminar os problemas que podem conduzir a resultados errados, os físicos se valem de recursos como a experimentação, instrumentos de medição etc.” (PARANÁ, 1999, p. 11).

#### d) Kazuito (2007)

O autor inicia o capítulo 1 do volume 1, discorrendo sobre a importância da Física e sua relação com a tecnologia e afirma que a Física “é uma ciência impregnada por aspectos culturais e socio-econômicos.” (KAZUITO, FUKE e SHIGEKIYO, 2007, p. 13). O autor também apresenta uma sugestão de discussão sobre a veracidade da ciência, apresentada como “A Ciência e a realidade (Figura 4).

### A Ciência e a realidade

(UFRN) Um grupo de cosmólogos publicou na revista britânica *New Scientist*, em 2004, uma carta aberta à população na qual critica a postura dos defensores do modelo cosmológico da grande explosão. Aqueles cientistas argumentam que atualmente, na cosmologia, não se toleram a dúvida e a discordância. Eles também criticam que essa postura totalitária faz com que as observações astrofísicas sejam interpretadas de modo enviesado. Assim, quando surgem dados observacionais discordantes daquele modelo, em vez de o colocarem em xeque, eles são ignorados ou ridicularizados pelos defensores do referido modelo.

Com base nessas informações, conclui-se que esse grupo de cosmólogos está chamando a atenção para o fato de que:

- a) a ciência lida com a realidade última, por isso os modelos não podem estar errados e correspondem a essa realidade.
- b) a ciência lida com modelos, os quais podem estar errados na interpretação da realidade, mesmo quando são aceitos por muitos cientistas.
- c) a pesquisa científica não comete erros ao interpretar a realidade, mesmo quando os cientistas estão em desacordo entre si sobre qual modelo é verdadeiro.
- d) a pesquisa científica é feita por cientistas imparciais e objetivos, os quais querem encontrar testes observacionais para mostrar que os modelos estão errados.

FIGURA 4 – Discussão sobre ciência e realidade – (KAZUITO, FUKE e SHIGEKIYO, 2007, p. 14).

Diante do quadro (Figura 4) temos a impressão de que o autor apresenta uma visão de ciência contemporânea, no entanto, a citação depõe contra isso, pois mostra uma visão indutivista:

Cada cientista, utilizando seus métodos de pesquisa e de estudos de sua época e de seu local, observa sistematicamente os fenômenos da natureza, toma dados sobre as grandezas Físicas envolvidas e institui leis ou princípios. Procura, portanto, estabelecer as regras gerais para as explicações dos acontecimentos naturais (KAZUITO, 2007, p. 14).

#### e) Gaspar (2000)

O autor faz uma discussão em seu capítulo introdutório onde deixa claro que a ciência é uma construção humana:

A ciência é uma construção humana e qualquer passo adiante só pode ser dado por quem já percorreu ou conhece os anteriores. Todos os grandes cientistas, em qualquer época, só foram capazes de dar contribuições novas e relevantes porque conheciam a fundo a ciência com que trabalhavam e a ela se dedicaram intensamente (GASPAR, 2000, p. 10).

O autor afirma que é muito importante para quem pretende conhecer a ciência ou ingressar numa carreira científica, entender o trabalho das associações científicas e como a Física funciona. Discutindo especificamente sobre a natureza da ciência, o autor descreve no início da seção “Como a Física funciona”:

Inicialmente é preciso dizer algumas palavras sobre a origem das idéias ou teorias científicas. Embora seja comum falar num *método científico*, composto de uma série de procedimentos que possibilitariam novas descobertas, é pouco provável que alguma descoberta científica tenha seguido rigorosamente esse método. A idéia de que hipóteses e teorias surjam da observação dos fatos ou da experimentação não é verdadeira. Que fatos? Que experiências? A seleção de determinados fatos ou a realização de determinadas experiências indicam que, na verdade, as hipóteses e as teorias a investigar já existem. Em outras palavras, as experiências são feitas ou os fatos são observados em razão de alguma hipótese teórica previamente formulada. (...) Não é a observação que dá origem à teoria mas, como o próprio Einstein dizia, ‘é a teoria que decide o que deve ser observado’ (GASPAR, 2000, p. 13).

O autor não apresenta a ciência como verdade definitiva: “A ciência tem métodos para a busca do conhecimento que exigem um contínuo aprimoramento, mas esse processo não garante que ela chegue a algo que se possa chamar de *verdade*” (GASPAR, 2000, p. 10).

Nesta coleção, a natureza da ciência é tratada de forma satisfatória, principalmente em relação ao “método científico”. Este tipo de discussão é sem dúvida um avanço em relação à maioria dos livros didáticos. Podemos atribuir esta melhoria na forma de apresentar a ciência a uma influência dos programas nacionais do livro didático, o PNLEM.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

"A dualidade entre fatos e decisões leva à validação do conhecimento fundado nas ciências da natureza e desta forma elimina-se a práxis vital do âmbito destas ciências. A divisão positivista entre valores e fatos, longe de indicar uma solução, define um problema."

(Jürgen Habermas)

À medida que a ciência amplia seus domínios, tanto em extensão como em profundidade, o saber do cidadão comum se distancia do saber científico, fazendo-se necessário viabilizar meios de compreender, não só os fenômenos naturais, mas também como se constrói o conhecimento. A capacidade deste cidadão interferir criticamente na tomada de decisões acerca do seu cotidiano, deve ser construída, fundamentalmente, através do ensino das Ciências. Para isso, há uma necessidade de se articular, o ensino das ciências com as perspectivas epistemológicas contemporâneas, que possibilitem a construção, por parte dos mesmos, de concepções de ciência e da construção do conhecimento científico mais adequadas a uma visão atual da ciência e dos cientistas. Isso pode dotar a aprendizagem científica de valores educativos, éticos e humanísticos que permitam ir além da simples aprendizagem de fatos, leis e teorias científicas.

No ensino das ciências, uma compreensão dos modos pelos quais o conhecimento científico tem sido historicamente construído parece ser algo tão importante de ser compreendido quanto os conteúdos em si mesmos. Esses dois aspectos não estão dissociados, são imbricados, pois a apreensão dos chamados "conteúdos" é a estratégica por excelência para compreensão dos modos pelos quais o conhecimento científico se constitui. Não basta ao estudante dominar os conteúdos científicos sem ter uma clara idéia dos seus pressupostos e dos seus limites de validade que são determinados pelo contexto histórico no qual são desenvolvidos. O fato de que a Natureza da

Ciência seja um objeto permanente de preocupação para a educação científica, pode ser entendido como necessidades dos cidadãos, que em geral, não possuem e nunca tiveram uma adequada visão da ciência. Ou, pode entender-se como um fracasso do ensino das Ciências até hoje.

Currículos, programas e livros didáticos buscam incorporar os resultados oriundos da atividade científica, e viabilizar da alfabetização científica um dos objetivos precípuos da educação contemporânea. Nesse sentido, a importância de uma compreensão da natureza da ciência tem sido destacada por muitos pesquisadores como algo a ser incorporado, explicitamente, nos conteúdos curriculares, o que acontece no Brasil, a partir da edição dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

A compreensão da natureza da ciência trata-se de um metaconhecimento sobre a ciência que aparece a partir das reflexões interdisciplinares realizadas pelos especialistas da filosofia, da sociologia e da história da ciência, além dos pesquisadores da área de ensino de ciências. Conforme Driver et al. (1996), esta compreensão é um requisito para se ter um conhecimento sobre a mesma que possibilite o manejo de objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana; para a análise e tomada de decisões bem fundamentadas em questões técnicas e/ou científicas de interesse social; para apreciar o valor da ciência como elemento da cultura contemporânea; que ajuda no melhor entendimento das normas e valores da comunidade científica que contem compromissos sociais e; no aspecto docente facilita a aprendizagem dos conteúdos das disciplinas e a conseqüente mudança conceitual.

Essa discussão mostra que o ensino de Ciências, ao mesmo tempo em que introduz o aluno/cidadão numa nova cultura, a cultura científica, deve ser suficientemente crítico para questionar os princípios científicos, analisar seu processo de produção, perceber as influências do contexto social e político nessa produção e delimitar o contexto de aplicação do conhecimento científico. Em se tratando da educação científica, observa-se a necessidade de superação de obstáculos, seja epistemológicos ou pedagógicos, nos processos de ensino e de aprendizagem.

No tocante ao ensino da Física, poucas questões parecem mais importantes que uma boa compreensão, por parte do professor, da relação

complexa e sutil que existe entre teoria e experimento na produção das idéias na ciência, e que incorpore a questão trazida pela moderna filosofia da ciência, de que toda observação tem certa carga teórica. Outra questão é sobre como atuam estes professores em sala de aula, e até que ponto as convicções deles são ou não transferidas do discurso para as suas ações. A questão revela-se ainda mais complexa, haja vista as graves distorções, em geral introduzidas pelos livros didáticos, no tratamento da natureza da ciência, e a grande influência que estes exercem nos processos de ensino e de aprendizagem.

Freqüentemente, os livros didáticos apresentam uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana, e concebem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar a “verdade”. Não enfatizam a contextualização social e tecnológica dos diferentes conteúdos, e nunca se parte de problemas sociais e tecnológicos para introduzir conceitos, leis e teorias. O livro didático tem sido utilizado como um recurso pedagógico que na maioria das vezes define apenas a seqüência dos conteúdos que serão trabalhados na disciplina.

Dentro deste referencial, este trabalho investigou a visão de ciência de 22 professores de Física de ensino médio de Goiânia e suas relações com os livros didáticos, na perspectiva de uma análise diagnóstica, e de fornecer subsídios para uma maior reflexão acerca da necessidade ou não da formação e de abordagens epistemológicas por parte do professor.

Diante da análise dos dados obtidos pelas entrevistas com professores de Física do Ensino Médio de Goiânia, constatamos que estes entram em visíveis contradições e não conseguem explicitar suas concepções de ciência, o que indica que eles não possuem uma visão de ciência constituída. Esta confusão pode ser percebida pelos resultados apresentados na Tabela 4. Entre outros, alguns aspectos que comprovam esta confusão, são inferidos das respostas dos professores:

1. Na sua maioria, acreditam que o conhecimento físico é absolutamente certo e que não está sujeito a mudanças, apenas a novas reinterpretações a partir dos experimentos;

2. Para eles, a Física está baseada e sua comprovação está apenas na experimentação;
3. As teorias físicas e as leis correspondem ao mesmo tipo de conhecimento científico, e o método científico é “único”;
4. O conhecimento físico é objetivo, descontextualizado das questões sociais e culturais;
5. Não tem clareza das diferenças entre as varias posturas epistemológicas contemporâneas apresentadas;
6. O conhecimento científico é superior aos demais.

Enfim, os resultados obtidos nos indicaram o quanto as conceituações ligadas à ciência tradicional (sobretudo ao campo realista) norteiam a visão e o trabalho docente. Por serem típicas do senso comum, as filosofias realistas pertencem também à bagagem cultural do professores. Podemos perceber ainda que as crenças dos professores são bem complexas e costumam incluir traços de mais de uma das concepções epistemológicas destacadas.

Por outro lado, constatamos que a forma como a ciência é apresentada pelos livros didáticos de Física, não é um critério de escolha, utilizado por esses professores. Para a adoção do livro os critérios utilizados por esses professores são: Critério Financeiro, Linguagem Acessível e Quantidade de Exercícios. Pode-se observar também que os critérios de escolha são diferentes para os professores da rede pública e para os professores da rede particular de ensino.

Entre os professores da rede pública, predominam o Critério Financeiro e a Linguagem Acessível. Além da dificuldade financeira dos alunos, dois professores que fazem parte desta pesquisa, também apontaram dificuldades na aquisição de livros didáticos e restringem sua prática somente através de livros didáticos doados pelas editoras. Percebemos que o livro didático não é um instrumento de aprendizagem disponível para livre acesso dos professores, nem mesmo para escolha do melhor instrumento que atenda

as necessidades de aprendizagem dos alunos. Diante desse fato, apontamos uma característica positiva do PNLEM, de disponibilizar para todos os professores da rede pública de ensino, livros didáticos gratuitos para que o professor possa escolher utilizando outros critérios além dos citados.

O critério de Linguagem Acessível demonstra uma preocupação dos professores quanto à adequação da linguagem do livro didático para os alunos, segundo eles, a linguagem trazida pelo livro pode dificultar ou facilitar a aprendizagem do aluno. Podemos associar a dificuldade de entender a linguagem do livro didático à dificuldade dos alunos de entender conceitos científicos, por vezes, as deficiências de aprendizagem em ciência, estão relacionadas com a compreensão da linguagem científica, tornando-se esta mais difícil com o aumento do nível de abstração das palavras ou dos conceitos. Além de causar desmotivação, por parte dos alunos, da leitura do livro didático.

Por outro lado, para todos os professores da rede particular de ensino a finalidade do livro didático é auxiliar o aluno na preparação do vestibular, e por isso o único critério de adoção deste é a Quantidade de Exercícios.

Dos livros adotados pelos professores pesquisados, com exceção do livro de autoria de Gaspar, todos afirmam que a observação é o ponto inicial da ciência e que a ciência é indutiva. Embora a maioria destes livros didáticos analisados não fazerem parte dos livros aprovados pelo PNLEM, estão sendo utilizados pelos professores e necessitam de correções e adequações.

Apesar de o PNLEM trazer como critério de avaliação, dentre outros, a forma como a Natureza da Ciência é apresentada pelos livros didáticos, esse critério não é excludente, ou seja, mesmo o livro didático tendo como concepção de ciência o empirismo-indutivismo, ele é aprovado com ressalvas, como podemos observar no ANEXO A.

Os resultados obtidos na investigação indicam que o livro didático, parece ser que exerce forte influência na prática pedagógica dos professores de Física pesquisados, e que estes, em geral, corroboram a concepção de ciência presente no livro didático, especialmente por que eles não conseguem ser críticos a este respeito. Diante desta análise, acreditamos que o professor de Física não esteja devidamente preparado, para entender o critério sobre a construção do conhecimento científico na avaliação do PNLEM. Apesar disso,

observamos uma melhoria na qualidade dos livros, na sua universalização, na diversidade de recursos e tentativas de redirecionamento na questão da natureza da ciência. Esta relação pode ser objeto de futuras investigações.

Outra área de pesquisa em aberto é a relação entre a concepção de ciência do professor e sua prática em sala de aula, ou seja, de como este ensina ciências em geral, e Física em particular, em função de sua concepção.

"Pensam os sábios, com razão, que os homens de todas as épocas imaginavam saber o que era bom ou mau, louvável ou condenável. Mas é um preconceito dos sábios acreditar que hoje o sabem melhor que em qualquer outra época." (Nietzsche)

## REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio Janeiro: Contraponto, 1996.

BACON, F. **Novum Organum ou Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da Natureza**. (Trad. José A. R. Andrade). 2ª ed. São Paulo: Editora Abril Cultural, 1979.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BELEI, R. A. et al. O Uso de Entrevista, Observação e Videogravação em Pesquisa Qualitativa. **Cadernos de educação** (UFPel), v. 30, p. 187-199, Pelotas: 2008.

BRASIL. MEC. SEMTEC. FNDE. **Edital de Convocação para o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio PNLEM/2007**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br>>. Acesso em: 10 Ag. 2008.

BORGES, R. M. R. **Em Debate: Cientificidade e Educação em Ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

CACHAPUZ, A. et al. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência Afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

CHOPPIN, A. **História dos livros e das edições didáticas sobre o estado da arte**. In: *Educação e Pesquisa*. Volume 30, Nº 3, São Paulo. p. 549-566. 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A., e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez. 2002.

DRIVER, R. et al. *Young people's images of science*. Philadelphia: Open University Press, 1996.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 24, p. 213-225, 2004.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Tradução: Octanny da Mota e Leônidas Hegenberg. 3ª edição. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Komedi, 2006. 224 p.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación Ciudadana y Alfabetización Científica: Mitos y Realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p.31-53, 2006.

HARRES, J. B. S. Uma Revisão de Pesquisa nas Concepções de Professores sobre a Natureza da Ciência e suas Implicações para o Ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.4, n. 3, p. 197-211, 1999.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. **Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências.** *Atas do VIII EPEF*, Águas de Lindóia, SP, p. 01-18, 2002. Disponível em <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/PA3\\_01.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/PA3_01.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2008.

\_\_\_\_\_. **Uma Discussão Sobre a Natureza Da Ciência no Ensino Médio:** um exemplo com a teoria da relatividade restrita. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

KOSMINSKY, L; GIORDAN, M. **Visões de Ciência e sobre Cientistas entre Estudantes do Ensino Médio.** *Química Nova na Escola*, n.15, p.11-18, 2002.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9 ed. São Paulo: Perspectiva, 2006.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de pesquisa.** Madrid: Alianza Universidad, 1998.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Pesquisa Em Educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MANZINI, E. J. Considerações Sobre a Elaboração de Roteiro para Entrevista Semi-Estruturada. In: MARQUEZINE, M.C.; ALMEIDA, M.A.; OMOTE, S. (Org.). **Colóquios sobre pesquisa em educação especial.** 1 ed. Londrina: Eduel, 2003, v.1, p.11-25.

MATTHEWS, M.R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.12, n.3, p. 164-214, dez. 1995.

MELO, A. C. S. Contribuições da Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução dos Conceitos da Óptica. – Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. (Dissertação de Mestrado).

MOREIRA, M.A., OSTERMANN, F. **Sobre o ensino do método científico.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.10, n. 2, p. 108-117, 1993.

MUÑOZ, T. G., El Cuestionario Como Instrumento de Investigación/Evaluación, Almendralejo, 2003 Disponível em: <[http://personal.telefonica.terra.es/web/medellinbadajoz/sociologia/El\\_Cuestionario.pdf](http://personal.telefonica.terra.es/web/medellinbadajoz/sociologia/El_Cuestionario.pdf)> Acesso em: 20 nov. 2008

OLIVEIRA, E. de et al. Análise de Conteúdo e Pesquisa na Área de Educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p.11-27, maio/ago. 2003.

OLIVEIRA, T. M. V. de. Escalas de Mensuração de Atitudes: Thurstone, Osgood, Stapel, Likert, Guttman, Alpert. **Administração On Line** da FECAP, São Paulo, v. 2, n. 2, abr./jun. 2001.

PAGLIARINI, C. R. **Uma Análise da História e Filosofia das Ciências Presentes em Livros Didáticos de Física para o Ensino Médio**. 2007. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PINEDO, I. F., **Construcción de Una Escala de Actitudes Tipo Likert**. Centro de Investigación y Asistencia Técnica - Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Barcelona: 1982. Disponível em: <[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_015.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_015.pdf)> Acesso em 20 nov. 2008.

POPPER, K. R. **A lógica da Pesquisa Científica**. Tradução de Leonidas Hegenberg e Ocatny Silveira da Mota. SP: Editora Cultrix, 2006.

PRAIA, J; CACHAPUZ, A. F.; GIL-PÉREZ, D. Problema, Teoria e Observação em Ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v.8, n.1, p.127-145, 2002.

PRETTO, N. de L. **A Ciência nos Livros Didáticos**. Salvador: UFB, 1985.

SANTOS, B. de S. **Um discurso sobre as ciências**. Porto, Ed. Afrontamento: 2002.

SILVEIRA, H. E. ; LEITE, V. M.; DIAS, S. S. Obstáculos Epistemológicos em Livros Didáticos: um estudo das imagens de átomos. **Revista Virtual Candombá**, v. 3, p. 1-8, 2006.

SILVEIRA, F. L. A Filosofia da Ciência de Karl Popper: O Racionalismo Crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 13, nº 3, p. 197-218, 1996.

SOUZA FILHO, M. P.; GRANDINI, C. R. **Livros didáticos para o Ensino Médio: Uma análise de conteúdo dos níveis operacional e conceitual das práticas de eletricidade e magnetismo**. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas/MG. ATAS do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2004. v. CD. p.1-14.

VASCONCELOS, S.; SOUTO, E. O Livro Didático no Ensino Fundamental – Proposta de Critérios Para Análise do Conteúdo Zoológico. **Revista Ciência e Educação**, v. 9, nº1, p.93– 104, 2003.

VILLATORRE, A. M.; HIGA, I.; TYCHANOWICZ, S. D. **Didática e Avaliação em Física**. 20. ed. Curitiba: Ibplex, 2008. v. 2. 166 p.

**LIVROS DIDÁTICOS**

ANJOS, Ivan Gonçalves dos. **Física**. São Paulo: IBEP, 2005. vol. único.

BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA R. H. **Tópicos de Física**. São Paulo: Saraiva, 2007. v. 1, 2 e 3.

BONJORNO, R. A.; CLINTON, M. R. **Temas de Física**. São Paulo: FTD, 1997. vol. 1, 2 e 3.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física clássica**. São Paulo, Atual, 1998. vol. 1, 2, 3, 4 e 5.

GASPAR, A. **Física**. São Paulo, Ática, 2000. vol. 1, 2 e 3.

KAZUITO, Y.; FUKU, L. F.; SHIGEKIYO, C. T. **Os alicerces da Física**. São Paulo: Ed. Saraiva, 2007. vol. 1, 2 e 3.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo, Scipione, 2000 e 2003. vol. 1, 2 e 3.

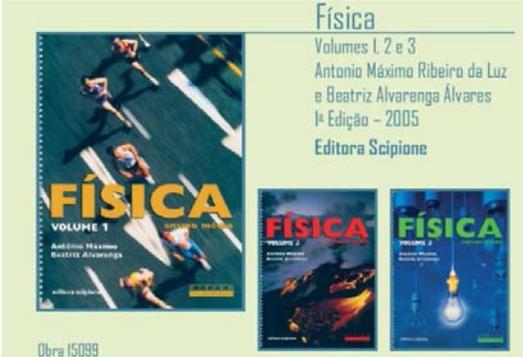
PARANÁ, D. N. S. **Física para o Ensino Médio**. Editora Ática, 1999. vol. único.

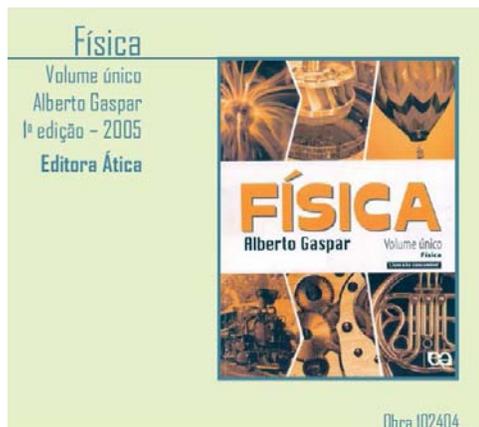
RAMALHO, F; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.. **Os fundamentos da Física**. São Paulo: Ed. Moderna, 2003. vol. 1, 2 e 3.

**ANEXO A – TRECHOS DOS PARECERES DOS LIVROS DIDÁTICOS  
APROVADOS PELO PNLEM**

No quadro a seguir (Quadro 1), apresentaremos os pareceres dos livros avaliados pelo PNLEM, nos restringindo somente ao critério sobre a construção do conhecimento científico, que é o interesse maior desta pesquisa.

Livro	Sobre a Construção do Conhecimento Científico
 <p>Universo da Física Volumes 1, 2 e 3 José Luiz Pereira Sampaio e Caio Sérgio Vasques Calçada 2ª Edição – 2005 Editora Saraiva</p> <p>Obra 15023</p>	<p>“A obra ressalta que não existe um único método com o qual se produz conhecimento científico e que atitudes e procedimentos isolados, apesar de necessários, não são suficientes para se produzir Ciência. Os “flashes” históricos e sínteses biográficas de físicos ou filósofos são apresentados, na maioria dos capítulos, em forma de caixas de texto. No entanto, isto é feito algumas vezes de modo reducionista, o que pode levar o aluno a interpretações fragmentadas e incompletas dos processos de construção do conhecimento e da evolução da Ciência.”</p>
 <p>Física – Ciência e Tecnologia Volumes 1, 2 e 3 Paulo Cesar M. Penteado e Carlos Magno A. Torres 1ª Edição – 2005 Editora Moderna</p> <p>Obra 15036</p>	<p>“Embora, em alguns pontos (por exemplo, na unidade sobre Física Moderna), a obra chame a atenção para a existência de rupturas no desenvolvimento histórico da Ciência, apresenta, em geral, a visão de uma ciência que progride linear e cumulativamente. Em alguns trechos reforça a visão do “cientista genial”, a existência de um “método científico” e a concepção empirista do fazer científico. Por outro lado, os modelos científicos são construídos de forma adequada e</p>

	<p>correta, ainda que em certas passagens não se dê suficiente ênfase às distinções entre o modelo e a realidade.”</p>
 <p><b>Física</b>          Volumes 1, 2 e 3          Antonio Máximo Ribeiro da Luz          e Beatriz Alvarenga Álvares          1ª Edição - 2005          Editora Scipione</p> <p>Obra 15089</p>	<p>“As referências à História da Ciência, muitas vezes, deixam de apresentar os contextos de produção do conhecimento científico em suas dimensões política, econômica, social e cultural.”</p> <p>“A perspectiva histórica e filosófica é apontada como de grande importância para a construção do conhecimento científico, a formação crítica e socialmente inserida dos alunos, bem como para a constituição de uma visão de Ciência como atividade humana não neutra e sim contextualizada.”</p>
 <p><b>Física</b>          Volume único          José Luiz Pereira Sampaio e          Caio Sérgio Vasques Calçada          2ª Edição - 2005          Editora Saraiva</p> <p>Obra 102348</p>	<p>“São também estimuladas as relações entre teoria, experimento, textos, tópicos de História da Física, cotidiano e aplicações, sem, contudo haver um padrão único de estruturação dos capítulos”.</p> <p>“A caracterização da construção do conhecimento científico não se reduz a um único Método Científico. No entanto, em alguns momentos, a obra veicula, implicitamente, uma visão empirista-indutivista de produção de conhecimento, podendo levar à noção de que as teorias científicas são descobertas a partir de observações livres de pressupostos teóricos.”</p>



“A caracterização da construção do conhecimento científico não se reduz a um único método científico, havendo indicações claras nesse sentido no livro do professor e uma rápida discussão a respeito na introdução do livro do aluno. No entanto, em alguns momentos há recomendações de se seguirem nas atividades práticas, seqüências fixas e pré-estabelecidas para se proceder com rigor científico, o que não é coerente com essa preocupação.”

**ANEXO B – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

### Questionário

A seguir aparecem algumas afirmativas de diferentes autores sobre alguns aspectos do processo de construção do conhecimento científico. Em cada uma delas responda conforme o seu grau de concordância ou discordância, de acordo com a seguinte escala:

**CF** – Concordo fortemente

**C** – Concordo

**I** – Indeciso

**D** – Discordo

**DF** – Discordo Fortemente

1. Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento (Chalmers, 1993).

CF       C       I       D       DF

2. Não é possível provar se um determinado conhecimento é verdadeiro, mas é possível provar que ele é falso. Ou seja, é assim que a ciência evolui: por conjecturas e refutações (Villatorre, Higa, Tychanowicz, 2008).

CF       C       I       D       DF

3. A ciência evolui intercalando períodos de ciência normal, crises e revolução científica, em que, em períodos de ciência normal, os cientistas trabalham no aperfeiçoamento do paradigma vigente (Villatorre, Higa, Tychanowicz, 2008).

CF       C       I       D       DF

4. O conhecimento científico é estabelecido a partir de uma ruptura com o senso comum: é necessário se desvincular dos conhecimentos anteriores para progredir em ciência (Villatorre, Higa, Tychanowicz, 2008).

CF       C       I       D       DF

5. Nada prova que o conhecimento dito “científico” seja superior a outras formas de conhecimento (Borges, 1996).

CF       C       I       D       DF

6. Pesquisas científicas competem entre si para ganhar a aceitação da comunidade científica e não podem ser derrubadas no confronto com dados experimentais (Chalmers, 1993).

CF       C       I       D       DF

**ANEXO C – ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA A ENTREVISTA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS -UFG  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**Roteiro de Perguntas Para a Entrevista Para a Pesquisa**

1. Qual seu(s) curso(s) de graduação? \_\_\_\_\_
2. Ano de conclusão: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_
3. Pós-graduação? \_\_\_\_\_ Qual? \_\_\_\_\_
4. Adota algum livro didático em suas aulas? Qual? Quais os critérios utilizados nesta escolha?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. E para preparar suas aulas, utiliza o mesmo livro didático? Se não, qual? Por quê? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Comente suas respostas ao questionário sobre como os cientistas constroem a ciência, ou seja, como eles trabalham.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Você acredita que o livro didático utilizado reforça a sua concepção de ciência?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. O livro didático adotado contém conceitos de Física Moderna (a partir da Teoria da Relatividade de 1905)? Quais? Você trabalha esses conceitos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. A sua concepção de ciência se aplica a essa Física Moderna? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_