



V

---

**ENCONTRO DE  
PESQUISADORES  
EM ENSINO  
DE FÍSICA**

*Atas*

de 2 a 6 de setembro de 1996 - Hotel Majestic - Águas de Lindóia-SP

## UM QUADRO COMPARATIVO DE PROPOSTAS DE ENSINO DE ELETRICIDADE: "RAMALHO" E "GREF"

Sandra Del Carlo\* e Yassuko Hosoume  
Instituto de Física - Universidade de São Paulo

### Introdução

As críticas ao ensino "tradicional" são normalmente pontuais e fragmentadas; é freqüente apontar nesse tipo de ensino a falta de uma abordagem conceitual, dando prioridade à memorização de fórmulas, ou ainda, a inexistência de atividades experimentais. Entretanto esses dados são vistos de forma parcial e raramente são colocados de forma contextualizada, seja em relação ao próprio conteúdo da física, seja em relação ao processo de aprendizagem ou ainda, com relação a função da educação científica.

Para uma real caracterização de uma proposta de ensino são necessárias informações contendo elementos que articulados, possibilitem inferências mais globais com relação à visões de educação e de ciência contidas na mesma. Baseada nessa compreensão, esse trabalho procura, num primeiro momento, detectar e explicitar aqueles elementos que favorecem a caracterização de propostas de ensino de física e num segundo momento, utilizar esses elementos para evidenciar duas formas de articulação do conteúdo de eletricidade, em duas propostas educacionais bastante diferentes.

### Escolha dos Elementos de Caracterização

A escolha dos elementos relevantes para a caracterização das propostas tem como referência duas fontes: a primeira são as atuais pesquisas da área de ensino de física, desde aquelas que abordam um repensar sobre a natureza do conhecimento físico até aquelas que tratam da construção do conhecimento por parte dos estudantes; e a segunda são as características do material de análise que neste trabalho, trata-se de livros para professores e estudantes e que comportam elementos característicos de um material didático.

Os elementos privilegiados contêm aquelas reflexões que compreendem o conhecimento físico como produto de um processo histórico, como um conhecimento estruturado com seus elementos dialéticos de parte e todo, de conceitual e formal, de universal e vivencial, de teórico e experimental e ainda, aquelas reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem, como o papel dos conhecimentos prévios dos estudantes na estruturação do conhecimento científico, as analogias como

---

\* Estudante de Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade: Física) - Instituto de Física/Faculdade de Educação - USP.

componentes inerentes ao processo de aquisição do conhecimento, o diálogo como a base na interação professor-aluno, a ação do aluno como o elemento fundamental do processo de aprendizagem significativa.

Para caracterizar as propostas de ensino foram privilegiados 13 elementos e serão consideradas categorias de análise. São elas:

**1- Organização do Conteúdo:** essa categoria se refere aos dados que indicam a forma de estruturação do conteúdo e a natureza dos elementos estruturantes. Permite observar a existência ou não de algo que estrutura partes ou se repete dando um contorno, um "esqueleto" ou uma "cara" para a proposta. Essa categoria também informa como as unidades estão organizadas.

**2- Construção da Física:** nessa categoria estão as informações que permitem inferir a visão de ciência com relação ao seu processo de construção. São informações dadas pela História da Ciência que é privilegiada e pela forma com que esta História comparece no contexto do desenvolvimento do conteúdo. Esse categoria informa se o conteúdo comparece como algo construído num determinado espaço-tempo.

**3- Modelos de Interpretação:** nessa categoria estão os modelos físicos utilizados na explicação dos fenômenos, as relações entre eles e os limites de validade de cada um. Essa categoria informa sobre a caracterização da física como interpretações da natureza através de modelos explicativos.

**4- Conteúdo e Forma:** nessa categoria estão os elementos que permitem explicitar as articulações existente entre as partes e o todo do conhecimento em estudo. Através dessa categoria é possível verificar se um conteúdo é abordado de maneira fragmentada, separado em sub-unidades e desenvolvidas independentemente, sem a existência de um todo que forneça significado para cada uma das partes.

**5- Atividades Experimentais:** nessa categoria estão os elementos que evidenciam o caráter experimental do conhecimento físico. A proposição ou não de atividades experimentais, a relação das mesmas com outras partes do desenvolvimento dos conteúdos e se os tipos de experimentos fornecem elementos para compreender o papel destes no ensino da física.

**6- Aspectos Qualitativos e Quantitativos:** os elementos que caracterizam os aspectos conceitual e formal da ciência física fazem parte dessa categoria. O desenvolvimento equilibrado desses dois aspectos ou o privilégio de um deles dará informações sobre a relevância ou não de conhecimentos locais em profundidade e/ou de conhecimentos globais de natureza estrutural.

**7- Relação entre a Física e o Mundo:** nessa categoria estão aqueles elementos que permitem estabelecer relações entre conhecimentos universal e vivencial. É a partir dessa categoria que serão inferidos os objetivos do ensino da física; cada proposta de ensino de física concebe o conhecimento científico e o mundo em que vivemos de uma

*Um Quadro...*

mancira que contém implicitamente o papel da física na forma de compreender o mundo.

**8- Conhecimento Prévio do Aluno:** nessa categoria encontra-se o tratamento dado ao conhecimento que o aluno traz consigo na terceira série do segundo grau e que foi adquirido ao longo de sua vida. Dependendo de como essa "bagagem cultural" do aluno é considerada: se já é algo "maduro" ou algo que se encontra em constante processo de amadurecimento, é possível compreender como é encarado o papel do indivíduo no processo ensino-aprendizagem em cada proposta.

**9- Exercícios e Problemas:** através desta categoria é possível explicitar como cada proposta trabalha com o conteúdo e principalmente, com que finalidade isso é feito: se privilegia através destes elementos a memorização das relações matemáticas ou se faz uso dos mesmos com outras finalidades que além disso, destaquem simultaneamente noções relacionadas aos conceitos tratados no conteúdo teórico.

**10- Analogias como Estratégia:** nessa categoria estão as analogias utilizadas como estratégias de ensino. A natureza, as formas de articulação no contexto do desenvolvimento do conteúdo e a explicitação dos limites das analogias utilizadas revelam alguns indicadores sobre as formas de compreender processos de aprendizagem dos estudantes.

**11- Atuação do Aluno:** nessa categoria estão os elementos que evidenciam as concepções sobre o papel do aluno no processo de aprendizagem. A partir dos tipos de atividades ou ações propostas para os estudantes é possível extrair elementos que contribuem para compreender a visão sobre formas de aquisição do conhecimento por parte dos estudantes.

**12- Linguagem Utilizada:** nessa categoria encontra-se a diferença entre a linguagem do professores e dos alunos: o primeiro utilizando-se de uma linguagem convencional, totalmente relacionada à física e o segundo, por não se utilizar naturalmente dela, encontra muita dificuldade. E é também nessa categoria que se evidencia a definição dos papéis do professor - falar e do aluno - escutar.

**13- Objetivos:** nessa categoria encontram-se dois tipos de objetivos das propostas, os explícitos e os implícitos. Os explícitos são colocados diretamente no início de cada proposta e os implícitos são aqueles que permeiam cada elemento e suas relações dentro das propostas.

### **Análise de Duas Propostas de Ensino de Eletricidade**

Para a análise foram escolhidas duas propostas de ensino: o "GREF"<sup>104</sup> e o "Ramalho"<sup>105</sup>, que representam de alguma forma duas tendências atuais do ensino de física. A primeira é o projeto mais recente,

---

<sup>104</sup> GREF: proposta de ensino de Física elaborada pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física do Instituto de Física da USP.

<sup>105</sup> Ramalho: um dos autores do livro mais vendido. A proposta é conhecida como: "livro do Ramalho".

elaborado na perspectiva de uma nova forma do ensino de física e bastante divulgado nacionalmente e a segunda é a proposta mais adotada no ensino de segundo grau. A Eletricidade foi o conteúdo de física escolhido e o material de análise são os livros elaborados por essas propostas<sup>106</sup>.

Uma síntese da análise desses dois livros é apresentada no esquema a seguir.

	RAMALHO	GRAF
<b>1. Organização do Conteúdo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrutura básica que se repete: conteúdo teórico, exercícios resolvidos, exercícios propostos, recapitulação e testes propostos.</li> <li>- Textos extras (aprofundamento ou possíveis relações entre o mundo e o conteúdo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrutura básica: centrada nos diversos tipos de transformação de energia; aspectos qualitativos colocados no início seguidos de atividades que os explicitam e "motive" para o passo seguinte, comentários sobre as atividades e exercícios quantitativos.</li> <li>- Textos complementares (aprofundamento matemático; possíveis relações com outras áreas de conhecimento e explicações para fenômenos observados no dia-a-dia).</li> </ul>
<b>2. Construção da Física</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro histórico geral no apresentado no início do livro.</li> <li>- História contemporânea através de menções à experiências do início do século (Millikan) e às hidrelétricas e telecomunicações brasileiras atuais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nenhuma menção explícita dos aspectos históricos.</li> <li>- Enfoque histórico contemporâneo e atual.</li> </ul>
<b>3. Modelos de Interpretação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Domínio da visão micro sem rigor com eventuais passagens pela visão macro através de exemplos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conforme a necessidade, há passagens constantes entre a visão macro e a micro.</li> </ul>
<b>4. Conteúdo e Forma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As partes não se relacionam.</li> <li>- Grande ênfase na abrangência devido a preocupação com os vestibulares.</li> <li>- Sequência: eletrostática, eletrodinâmica e</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constante relação parte-todo.</li> <li>- Mais abrangente possível para transferir os conhecimentos para o mundo vivencial.</li> <li>- Sequência: centrada nas diversas transformações de energia elétrica.</li> <li>- Centralização na transformação de energia.</li> </ul>

106 "Eletromagnetismo" - GREF, volume 3, EDUSP, São Paulo, 1993.

"Os Fundamentos da Física", volume 3, Nicolau, Ramalho e Toledo, Ed. Moderna, 6ª ed., S. Paulo, 1993.

Um Quadro...

	<p>eletromagnetismo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centralização na carga.</li> <li>- Conteúdo sem questionamentos ou discussões.</li> <li>- Desenvolvimento do conteúdo a partir dos conceitos mais simples para os mais complexos (hierarquia dos conceitos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conteúdo amplamente discutido.</li> <li>- Hierarquia dos conceitos: inicia-se nos conceitos mais gerais e depois, segue para os particulares.</li> </ul>
<b>5. Atividades Experimentais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não existem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividades motivadoras e "ganchos" para o assunto seguinte.</li> </ul>
<b>6. Aspectos Qualitativos e Quantitativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Destaque" para os aspectos quantitativos através das relações matemáticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Destaque primeiro, para os aspectos qualitativos que mantêm contacta a estrutura do conhecimento físico e sua relação com o mundo vivencial e só posteriormente, destaca os aspectos quantitativos.</li> </ul>
<b>7. Relação entre a Física e o Mundo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inserir, às vezes, situações do mundo como exemplos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conteúdo teórico é mostrado explicando o mundo vivencial do aluno.</li> </ul>
<b>8. Conhecimento Prévio do Aluno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sabe que existe, mas não se utiliza dele.</li> <li>- Procura, às vezes, utilizar-se do que o aluno deve ter como conhecimento e não do que ele realmente possui.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sabe que existe e se utiliza dele para levar a teoria até o mundo vivencial explicitado pelo aluno.</li> <li>- Utiliza-se do que o aluno realmente possui.</li> </ul>
<b>9. Exercícios e Problemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforço e recapitulação das noções e conceitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspectos quantitativos tratados nas relações matemáticas, mas sempre relacionados aos aspectos qualitativos do mundo vivencial.</li> </ul>
<b>10. Analogias como Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campo gravitacional - campo elétrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campo gravitacional - campo elétrico.</li> </ul>
<b>11. Atuação do Aluno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolução de exercícios.</li> <li>- Memorização por exaustão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação ativa ao longo do processo.</li> <li>- Investigação e observação do mundo vivencial.</li> </ul>
<b>12. Linguagem Utilizada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Convencional desde o início.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicia com linguagem cotidiana, passa pela pictórica e chega à convencional.</li> </ul>
<b>13. Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vestibular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreensão do mundo físico e tecnológico.</li> </ul>

### Considerações Finais

Na proposta do "Ramalho" existe uma estrutura básica recursiva (um "esqueleto") onde o enfoque histórico, diferentemente dos exercícios e problemas que são parte essencial da estrutura, aparece apenas em textos para leitura no final de alguns capítulos, indicando que a construção da física não é realizada considerando o contexto histórico.

O conteúdo é basicamente desenvolvido através da visão macroscópica, dando ênfase aos aspectos quantitativos e raramente inserindo situações do mundo vivencial com a finalidade de exemplificação, onde, por exemplo, poderiam ser tratados os aspectos qualitativos.

As partes (as sub-unidades da eletricidade) não se relacionam com o todo (o conteúdo de eletricidade) ao longo do texto o que leva a uma falta de unicidade, de coerência interna que conseqüentemente explicita na proposta uma maior preocupação com os conhecimentos locais em profundidade. Essa preocupação também é evidenciada quando nota-se o privilégio dos aspectos quantitativos e formais.

Apesar desta proposta considerar que o aluno possui um conhecimento anterior, o uso dele praticamente não chega a acontecer porque esse conhecimento anterior é aquele que se considera aprendido ao longo da vida escolar do aluno e que portanto, não pode ser considerado como algo preciso.

Na atuação do aluno não é sugerida nenhuma atividade experimental e sim, a resolução do maior número de exercícios, privilegiando a memorização das relações matemáticas para que se atinja seu objetivo explícito: que o aluno passe no exame vestibular.

Na proposta "GREF" existe uma estrutura básica centrada nas transformações de energia seguidas dos aspectos qualitativos da teoria e das atividades que motivarão para o passo seguinte no conteúdo teórico.

Os exercícios e problemas tratam dos aspectos quantitativos sem perder contato com os aspectos qualitativos, ambos relativos ao mundo vivencial. Essa maneira de "ver" a física indica que a sua construção é feita através de um enfoque histórico que permeia toda a proposta já que esta é desenvolvida utilizando o conteúdo teórico para explicar o mundo vivencial, contemporâneo.

Nessa maneira de abordar a eletricidade, a atuação do aluno é imprescindível na investigação e observação dos elementos elétricos de seu mundo durante todo o processo de aprendizagem e assim, o conhecimento anterior do aluno é utilizado a todo momento.

O conteúdo é o mais abrangente possível e mantém uma constante relação parte-todo da eletricidade durante o curso, fazendo com que as passagens entre as visões macroscópica e microscópica sejam uma constante facilitando assim, a compreensão do mundo físico e tecnológico que é um dos objetivos dessa proposta. Além disso, a unidade do curso é mantida quando se utiliza das transformações de energia como o

*Um Quadro...*

elemento unificador da proposta que explicitará a relação dialética entre parte/todo, possibilitando o desenvolvimento simultâneo de conhecimentos locais em profundidade e globais de natureza estrutural.