

Belo Horizonte 27 a 31 janeiro 1997

XII Simpósio Nacional de Ensino de Física

Novos Horizontes

*Educação permanente
Novas tecnologias
Inovações curriculares*

Atas

Organizadores

*Oto Neri Borges
Arthur Eugênio Quintão Gomes
José Peixoto Pereira Filho
João Antônio Filocre Saraiva
Maria Cristina Dal'Pian Nobre*

Promoção



UMA ANÁLISE DE PROPOSTAS DE ENSINO DE 2º GRAU ATRAVÉS DA ESTRUTURA CONCEITUAL DO ELETROMAGNETISMO

Sandra Del Carlo¹; Maria Inês Nobre Ota², Yassuko Hosoume³
1-IF/FE - USP; 2-Dep. de Física - Univ. Est. de Londrina; 3-Inst. de Física - USP

Introdução

Neste trabalho são analisadas duas propostas de ensino de eletromagnetismo para o segundo grau. Para isto é tomado como referência o objeto (de objetivo) que se pretende ensinar, ou seja, o próprio conteúdo. Para ser objeto de análise, este conteúdo é transformado em objeto (de "coisa") e apresentado através de um mapa conceitual que representa a estrutura da teoria. Através do mapa é possível "ver" a teoria e essa visão desempenha um papel fundamental, pois a ela está associada um modo de pensar que pode ser classificado de consciente e racional. É neste tipo de consciência que nos apoiamos para analisar as duas propostas de ensino.

Estrutura Conceitual do Eletromagnetismo

Os instrumentos que a física utiliza para conhecer o mundo material são as suas teorias. Uma teoria envolve um conjunto de elementos e relações e é um tipo de conhecimento que possui uma estrutura. Esta estrutura incorpora uma determinada forma de conceber a natureza que denominamos por visão de mundo. É a visão de mundo que determina as relações entre os elementos de cada teoria.

As estruturas das teorias são "não materiais" e portanto, nosso acesso a elas acontece de maneira indireta, através de livros e dos discursos de pessoas que a conhecem. Mas, esta forma de acesso às teorias é normalmente fragmentada, pois trata-se da transmissão linear de algo que possui estrutura multidimensional.

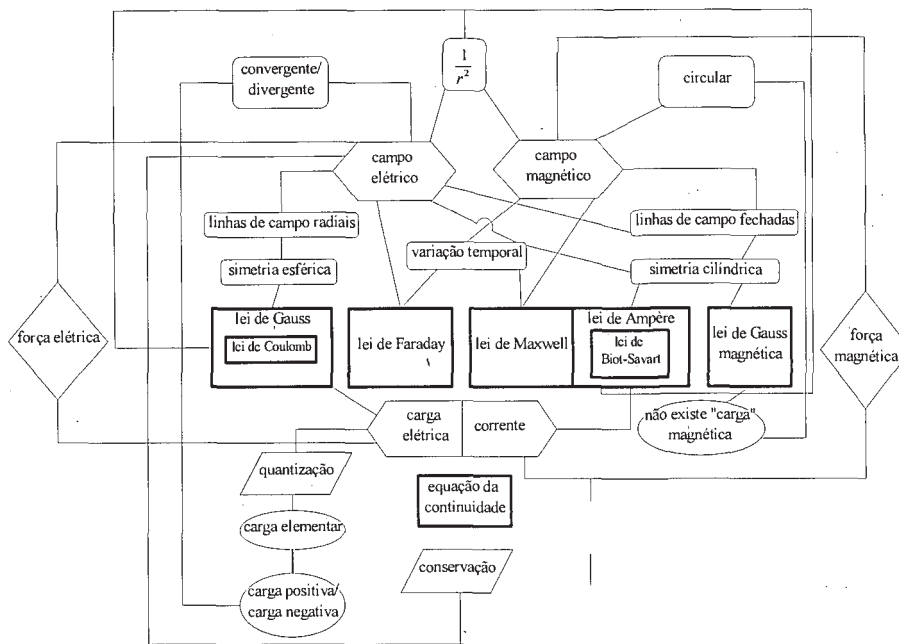
Entretanto, uma estrutura é uma representação espacial da teoria que permite um desenho e este é denominado por **mapa conceitual**. Ele evidencia a existência de relações sincrônicas e estáveis no interior da estrutura. Através do mapa conceitual é possível apreender o conjunto de relações que constitui o esqueleto estrutural da teoria. Um mapa representa "*tudo, ao mesmo tempo e agora*"*, isto é, a totalidade dos elementos da teoria, relações simultâneas e um recorte temporal, ou seja, como a teoria é concebida num dado momento.

A construção de um mapa conceitual implica necessariamente no conhecimento de cada uma de suas partes e, ao mesmo tempo, na percepção de como estas encontram-se relacionadas ao todo.

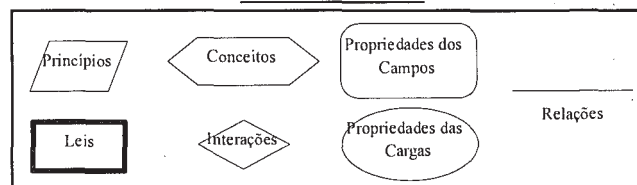
* Extraído da música dos Titãs cuja letra é de Arnaldo Antunes.

Uma Análise de Propostas...

Para elaborar o mapa conceitual da teoria eletromagnética que se encontra a seguir, realizou-se muitas discussões e foram utilizados alguns livros-texto de terceiro grau, como, por exemplo: “Curso de Física de Berkeley - Volume 2 - Eletricidade e Magnetismo” de Edward M. Purcell⁽¹⁾ e “The Feynman Lectures in Physics - Vol.II” de Richard P. Feynman⁽²⁾, além de algumas apostilas utilizadas em cursos de eletromagnetismo⁽³⁾ da Universidade de São Paulo.

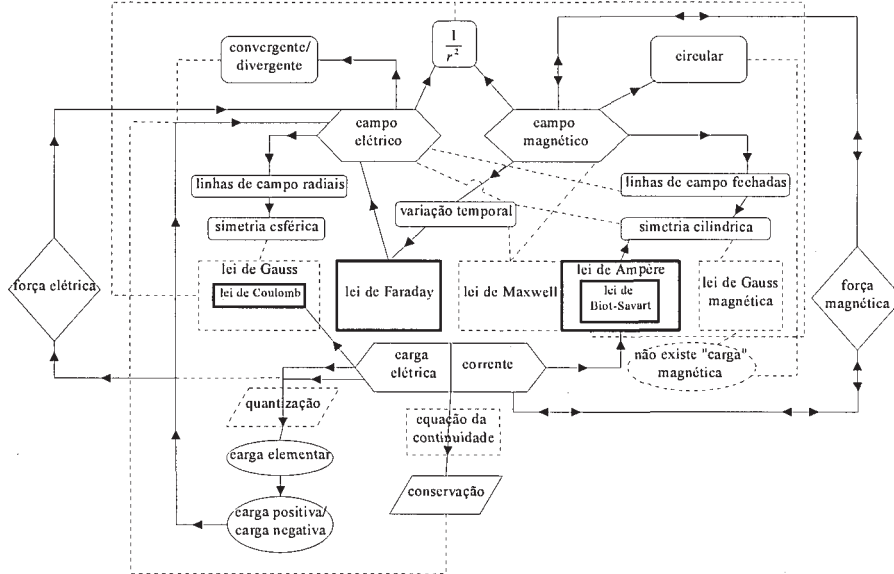


Legenda do Mapa

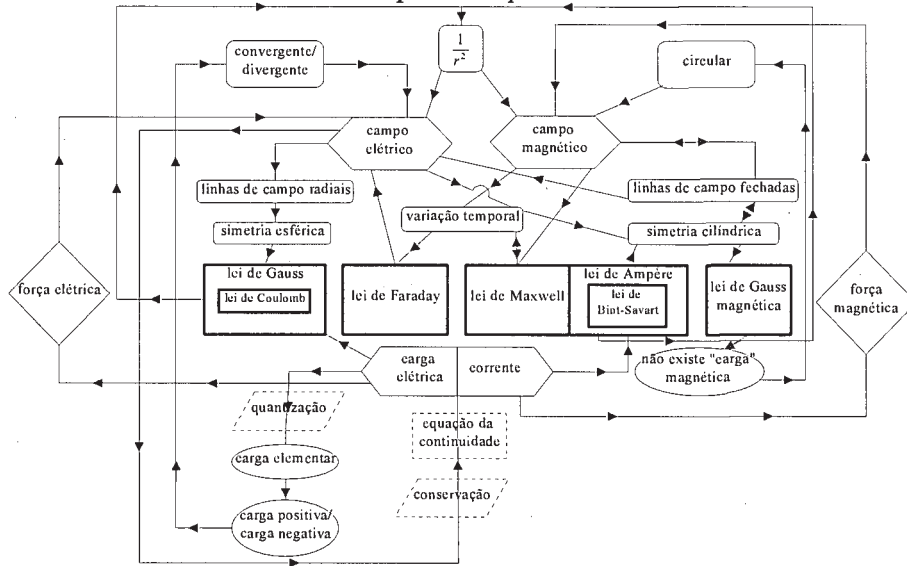


Conforme encontra-se representado na legenda, neste mapa há princípios, leis e conceitos fundamentais do eletromagnetismo, além das interações e propriedades relacionadas aos conceitos e as relações entre os elementos da estrutura. Este mapa apresenta uma simetria em relação a um eixo imaginário vertical (não representado) que separa as leis referentes à criação dos dois campos e às características dos campos estáticos: o lado esquerdo relaciona-se ao campo elétrico e o lado direito, ao campo magnético. Simultaneamente, ele também apresenta em seu

Mapa I- Proposta Ramalho



Mapa II- Proposta GREF



Considerações sobre as Duas Propostas

A quantidade de leis fundamentais que fazem parte de cada proposta mostra que enquanto no *GREF* todas as quatro leis fundamentais do eletromagnetismo são desenvolvidas, no *Ramalho* apenas três dessas leis aparecem: a lei de Faraday; a lei de Ampère separadamente da lei de Maxwell e a lei de Gauss apenas através de um

caso particular, a lei de Coulomb. Estas duas últimas só são abordadas estaticamente.

Comparando as linhas em cada proposta, verifica-se que a seqüência apresentada no *Ramalho* não se constitui em caminhos fechados, trata-se de uma apresentação linearizada da teoria. As várias seqüências apresentadas no *GRAF* constituem-se em caminhos que se fecham o que possibilita a percepção de como os elementos estão relacionados na estrutura. No *Ramalho* passa-se apenas uma vez por cada um dos elementos, como por exemplo: carga → força → campo elétrico independente de campo elétrico → $\frac{1}{r^2}$. Enquanto no *GRAF*, há diversas passagens pelo mesmo elemento, através de caminhos diferentes, como por exemplo: carga → força → campo elétrico e dependente de lei de Gauss → $\frac{1}{r^2}$ → campo elétrico. Estas duas características são coerentes pelo tipo de abordagem do conteúdo de cada uma das propostas. O *Ramalho* caracteriza-se por apresentar o conteúdo da teoria através de definições por isso, há apenas um caminho para cada uma delas. No *GRAF* não há definições, os conceitos são construídos ao longo da proposta e são abstraídos da interseção de vários caminhos dentro da estrutura.

As diferenças entre estas duas formas de apresentação do eletromagnetismo são compatíveis com o enfoque metodológico das duas propostas. O *Ramalho* adota uma metodologia onde os elementos da teoria devem ser apresentados em ordem crescente de complexidade, entendendo-se por complexo aquilo que é composto por vários elementos. Já o *GRAF* considera que o ponto de partida para a apresentação da teoria é o cotidiano vivido pelos estudantes e então, utiliza aparelhos presentes no dia a dia e discute o seu funcionamento que envolve simultaneamente várias relações da estrutura conceitual. O cotidiano garante a apresentação da estrutura em sua totalidade, pois a teoria nada mais é que a sistematização do conhecimento e portanto, sobre o cotidiano também.

Bibliografia

- (1) Purcell, Edward M. - **Curso de Física de Berkeley - vol.2 - Eletricidade e Magnetismo**; Ed. Edgard Blücher Ltda.; São Paulo; 1973.
- (2) Feynman, Richard P.; Leighton, Robert B.; Sands, Matthew - **The Feynman Lectures in Physics - vol.II**; Addison-Wesley Publishing Company; MA; USA; 1964.
- (3) Robilotta, Manoel R.; Goldman, Carla; Lopes, Eliana - “Um Pouco de Luz na Lei de Gauss”; Revista de Ensino de Física, vol.3, nº 3, Set./1981.

(4) Ramalho Junior, Francisco; Cardoso dos Santos, José Ivan; Ferraro, Nicolau Gilberto; Toledo Soares, Paulo Antônio de - **Os Fundamentos da Física 3 - Eletricidade**; Ed. Moderna; São Paulo; 1986.

(5) GRAF - **Física 3 - Eletromagnetismo**; EDUSP; São Paulo; 1993.

(6) Ota, Maria Inês N. - “**Estrutura Conceitual do Eletromagnetismo**”; Revista Pro-Posições, vol.7, nº 1(19), 67-75p., Mar./1996.

(7) Del Carlo, Sandra - “**Aprendizagem de um Visão Unificada de Eletricidade: uma abordagem do Projeto GRAF**”; Memorial para Exame de Qualificação na Área de Ensino de Ciências (Modalidade: Física); IFUSP/FEUSP; São Paulo; 1995