

## RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O TRATAMENTO DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO COM UM ENFOQUE CONCEITUAL<sup>1</sup>

**Marcia de Melo Braga** [brmmar2@yahoo.com.br]

*Colégio Estadual Piratini, Escola Técnica de Saúde do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e Colégio Militar-Porto Alegre-Porto Alegre, RS, Brasil*

**Rejane Maria Ribeiro Teixeira** [rejane@if.ufrgs.br]

*Departamento de Física, Instituto de Física, UFRGS- Caixa Postal 15051 Campus do Vale, 91.501-970, Porto Alegre, RS, Brasil*

### Resumo

Este trabalho relata a aplicação de uma abordagem instrucional centrada nos aspectos conceituais, visando uma aprendizagem eficaz e significativa de situações físicas no ensino médio. O objetivo da metodologia empregada é priorizar conceitos físicos em relação a instrumentos (como, por exemplo, a Matemática), que seriam apenas ferramentas no contexto do ensino de Física no nível médio. Como referencial teórico para o desenvolvimento dessa metodologia é utilizada a teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud [1]. Foi desenvolvido um material instrucional que serviu como apoio na abordagem conceitual do eletromagnetismo, em que se buscou contextualizar o tema em situações do cotidiano do aluno, contendo material didático impresso preparado para o desenvolvimento desta metodologia, complementado por animações em Flash MX. Este material, bem como os instrumentos de avaliação utilizados, foram editados na forma de um hiperímídia (CD-ROM), com o objetivo de facilitar seu acesso e divulgação [2]. A presente proposta foi aplicada, inicialmente no decorrer do ano letivo de 2003, a duas turmas de escolas da rede pública de ensino do RS, situadas em Porto Alegre: Colégio Estadual Piratini e Escola Técnica em Saúde do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Como avaliação da aplicação dessa metodologia pode-se citar que os alunos mostraram-se mais seguros no momento de aplicar os conceitos, quando da confecção dos experimentos, e menos ansiosos no momento formal da prova avaliativa, demonstrando uma maior motivação quando apresentados ao eletromagnetismo contextualizado em situações do seu dia-a-dia. Acredita-se que tenha ocorrido uma aprendizagem significativa do eletromagnetismo por ter sido este abordado com uma maior ênfase na parte conceitual.

**Palavras-chave:** Eletromagnetismo no ensino médio; Abordagem conceitual; Campos Conceituais de Vergnaud.

### Introdução

É evidente a preocupação existente com o ensino de Física em todos os níveis e a busca permanente por novas metodologias. Isto pode ser verificado na literatura, tanto em periódicos nacionais quanto internacionais, como a Revista Brasileira de Ensino de Física, o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, entre outros.

No artigo “Ensino de Física no Brasil Retrospectivas e Perspectivas” [5], o autor faz uma análise de algumas metodologias já utilizadas para o ensino de Física nas escolas de nível médio brasileiras, e uma retrospectiva pesquisa em ensino de Física nestes últimos trinta anos. Segundo Moreira, o ensino de Física nas décadas de 60 e 70 esteve calcado no livro-texto, posteriormente esteve direcionado para projetos. Atualmente, se esperam novas perspectivas para o ensino de Física na escola secundária com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio,

---

<sup>1</sup> Apoios: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Centro de Referência para o Ensino de Física do Instituto de Física, UFRGS (CREF/IF-UFRGS). Trabalho originalmente publicado nas Atas do I Encontro Estadual de Física – RS, 2005 ([www.if.ufrgs.br/mpef/ieeefis/Atas\\_IEEFIS.pdf](http://www.if.ufrgs.br/mpef/ieeefis/Atas_IEEFIS.pdf)).

PCNEM [6], que definem as competências e habilidades em Física a serem desenvolvidas, entre estas: compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos, descobrindo o “como funciona” dos aparelhos; construir e investigar situações, problemas, identificar a situação Física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões; articular o conhecimento físico com o conhecimento de outras áreas do saber científico. Ou seja, “trata-se, pois, de ensinar Física como construção, modelagem, de significados. Física para cidadania, Física significativa. ... como cidadãos, a Física que lhes for ensinada deve lhes servir para a vida, possibilitando uma melhor compreensão do mundo e das tecnologias.” [5]. A busca de novas metodologias para o ensino de Física que fuja da receita tradicional de aulas expositivas, resolução de um grande número de problemas “algébricos”, e aulas de laboratório direcionadas por um roteiro para obter um determinado resultado, é tema freqüente na literatura, onde é apontado que a metodologia tradicional parece ineficaz na reformulação conceitual para a maioria dos alunos.

Nas referências [3, 4], os autores analisam como a Física costuma ser ensinada nas escolas de nível médio no Brasil, questionando sua abordagem altamente matematizada em detrimento de um enfoque mais conceitual. Villani [3] afirma: *A física como ciência não é somente um conjunto de fórmulas que funcionam em exemplos abstratos. Ela é constituída de teorias e experimentos como um todo...* Já Carvalho Junior cita: *Acredita-se que a utilização de fórmulas matemáticas pode auxiliar a quantificação dos fenômenos, mas que só deve ser utilizada a partir do momento em que os alunos compreendem os conceitos envolvidos.*

Acredita-se que a aprendizagem seria significativa se a Física fosse abordada, no ensino médio, com uma maior ênfase na parte conceitual. As experiências realizadas pelos alunos ou a eles apresentadas em forma demonstrativa, bem como os recursos de informática e a própria álgebra desempenham um papel importantíssimo na aprendizagem da Física. Entretanto, supõe-se que, neste nível de ensino, a eles deve ser dado papel de coadjuvantes, no sentido de priorizar os conceitos físicos. Com uma abordagem instrucional centrada no aspecto conceitual espera-se contribuir para uma aprendizagem mais eficaz e significativa de situações físicas no ensino médio.

No presente trabalho, o eletromagnetismo é abordado de forma instrucional centrada no aspecto conceitual e fundamentado na teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud [1], que tem a conceitualização como premissa para o desenvolvimento cognitivo. Esta não é uma teoria para o ensino de conceitos explícitos e formalizados: *Trata-se de uma teoria psicológica do processo de conceitualização do real que permite localizar e estudar continuidades e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual.* Nesta concepção de ensino-aprendizagem a construção do conhecimento parte dos conhecimentos prévios do aluno, que através de uma diversidade de situações, conceitos, relações, etc... vão sendo conectados e interligados durante o processo de aquisição. E, no decorrer de um espaço de tempo geralmente longo o aluno vai elaborando o seu campo conceitual na construção do conhecimento científico em substituição aos seus conhecimentos prévios não-científicos. É tarefa do professor apresentar situações diferentes que permitam ao aluno ir modificando seus conceitos a fim de promover a mudança conceitual no sentido de apropriação pelo aluno do conhecimento científico. O papel do professor como mediador desta transformação é fundamental.

## Objetivos

Na aplicação desta metodologia, buscou-se seguir, sempre que possível, as diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que apontam para a construção de uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade [6].

Este trabalho se propôs a:

- Desenvolver, com a abordagem conceitual, uma metodologia que proporcione ao aluno o aprendizado significativo dos conteúdos de eletromagnetismo no nível médio de ensino;

- Abordar os conteúdos do eletromagnetismo, conforme programação para o ensino médio, envolvendo uma diversidade de situações utilizando texto de apoio, que enfatiza os aspectos conceituais, os fenômenos físicos envolvidos e sua contextualização ao dia-a-dia do aluno; disponibilizar experimentos do eletromagnetismo com os quais o aluno possa interagir, promovendo a estruturação de leis e princípios físicos associados ao experimento; estimular a construção de experimentos pelos alunos, fóruns de discussão visando relacionar os conceitos abordados e o cotidiano do aluno.

## Desenvolvimento

A metodologia empregada neste trabalho envolveu a aprendizagem do eletromagnetismo, através de um enfoque conceitual dos conteúdos, por alunos de duas escolas de nível médio da rede pública de ensino do RS, situadas em Porto Alegre, e faz parte do trabalho de conclusão apresentado por M. M. Braga ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física [7]. A proposta foi aplicada durante 8 semanas, no decorrer do ano letivo de 2003, a duas turmas de 22 e 20 alunos, respectivamente: uma turma de terceiro ano do Colégio Estadual Piratini, com 3 horas-aula semanais e, a outra, de 6º semestre da Escola Técnica em Saúde do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, com 2 horas-aula semanais.

Para o desenvolvimento da proposta foi elaborado material instrucional dentro de uma abordagem conceitual do eletromagnetismo, baseado parcialmente em material existente na literatura, e.g. referência [8], bem como na vivência de uma das autoras (MMB) durante vários anos de trabalho docente no ensino médio.

Esta metodologia foi trabalhada, principalmente, na forma de aulas expositivas interativas. A abordagem dos conteúdos do eletromagnetismo seguiu a ordem de apresentação dos assuntos no material instrucional. Os conteúdos eram, por vezes, introduzidos através de um questionamento, que servia tanto para sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos como de tema motivador. Outras vezes, os conteúdos eram apresentados aos alunos através de textos curtos contendo curiosidades, fatos históricos e conexões com o dia-a-dia do aluno, seguidos da análise das relações de dependência entre as grandezas físicas relacionadas aos conceitos estudados. Frequentemente se procedia à leitura de artigos contextualizando o conteúdo em pauta, seguida de atividades como listas de exercícios ou discussão de textos, que serviam como instrumentos para averiguar em que estágio do processo da elaboração do campo conceitual os alunos se encontravam. Paralelamente a estas atividades os alunos observavam, participando interativamente, experimentos clássicos do eletromagnetismo, que eram demonstrados em sala de aula pela professora, como: propriedades de um ímã; efeitos da força magnética; experimento de Oersted; experimento de Faraday-Lenz, etc.

Os estudantes eram estimulados a expor suas concepções sobre os temas estudados. A professora costumava solicitar aos alunos a redação de um curto parágrafo em que eles descrevessem o que sabiam, pensavam e conheciam sobre determinado assunto, p. ex., sobre ímãs. Seguem algumas afirmações dos alunos apresentadas no seu próprio linguajar: (i) *Os ímãs se grudam em metais, por exemplo, porta da geladeira.* (ii) *Os ímãs são pedrinhas que tem o pólo que atrai e o pólo que repele.* (iii) *O ímã se gruda em superfícies que contenham ferro.* Esta metodologia foi adotada com o objetivo de fazer um levantamento dos conceitos prévios do grupo de alunos sobre os conteúdos relacionados ao eletromagnetismo.

Os alunos do Colégio Estadual Piratini realizaram, na seqüência, uma visita ao Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCT – PUCRS) [9], onde puderam observar e interagir com experimentos do eletromagnetismo. Após a visita, os alunos, reunidos em grupos, redigiram um trabalho, em que cada grupo deveria descrever o

experimento por eles escolhido, citar as leis do eletromagnetismo relacionadas com o mesmo, mencionando outros aparelhos elétricos e eletrônicos onde estes princípios também estão presentes. Numa próxima etapa, os alunos reunidos nos mesmos grupos, foram solicitados a reproduzir, em horário extra classe, um dos experimentos que englobasse o maior número de conceitos físicos ou um dos experimentos clássicos do eletromagnetismo. Exemplos de experimentos reproduzidos pelos alunos, seguindo a nomenclatura apresentada no museu, são: (a) Meia volta voltar; (b) Quem move o condutor; (c) Anel voador; (d) Força de oposição; (e) Bobina giratória; e também o experimento do guindaste eletromagnético. A avaliação desta atividade foi feita em cada encontro (aula) com os alunos, sendo possível observar a partir do mesmo os conceitos prévios que antes eram isolados começando a se relacionar, se adaptar e se transformar. Para finalizar a aplicação dessa proposta foi realizada uma avaliação dos conteúdos, em que as questões que versavam sobre eletromagnetismo tinham um cunho basicamente conceitual.

Este trabalho foi desenvolvido paralelamente na Escola Técnica em Saúde do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (ETS-HCPA), que possui proposta pedagógica e terminalidade diferenciadas daquelas do Colégio Estadual Piratini, sendo reservada maior ênfase e maior carga horária para as disciplinas específicas da área de saúde e para os estágios da área técnica, enquanto para as disciplinas regulares do ensino médio, como a Física, é destinada a carga mínima permitida [9].

A metodologia empregada para o desenvolvimento da presente proposta nas duas escolas foi muito semelhante, exceto que devido à reduzida carga horária da disciplina de Física na Escola Técnica em Saúde, esta turma de alunos não realizou a visita ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Em substituição à visita ao museu, lhes foi apresentado um material interativo e desenvolvido pela professora contendo animações em Flash MX, no qual são mostrados experimentos como: balanço eletromagnético, guindaste eletromagnético e anel voador.

De forma semelhante ao que havia sido observado na aplicação desta metodologia no Colégio Estadual Piratini, na escola técnica os resultados obtidos superaram todas as expectativas, os grupos apresentaram trabalhos com coerência dos conceitos científicos do eletromagnetismo, com um cuidado estético e funcional excelente e com reprodução fiel do experimento.

A avaliação final do semestre letivo com os alunos da Escola Técnica em Saúde do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, que ocorreu logo após o término da aplicação deste trabalho, apresentou resultados semelhantes aos obtidos no Colégio Estadual Piratini: os alunos se sentiram motivados pela contextualização do Eletromagnetismo, apresentaram-se mais seguros e fundamentados no momento de aplicar os conceitos, quando da confecção dos experimentos, e menos ansiosos no momento formal da prova avaliativa, segundo eles por não precisarem se preocupar demasiadamente com as “fórmulas”.

### **Considerações finais**

No ensino de Física espera-se que, ao longo dos três anos do ensino médio, o aluno construa o conhecimento científico de conceitos importantes, permitindo que ele possa relacionar, adequar e aplicar estes conceitos nas situações do dia-a-dia. A Física que é ensinada em escolas de nível médio deve ser direcionada para seu público, ou seja, o aluno-cidadão, o aluno cujo conhecimento científico será aplicado nos fatos do cotidiano. Este perfil de aluno corresponde a grande maioria dos alunos do ensino médio, em contraposição ao aluno que seguirá uma carreira científica, que é aquele que estenderá e aprofundará os conhecimentos científicos através de estudos superiores ou com o direcionamento profissional.

O desenvolvimento e aplicação desta proposta de trabalho foram embasados na teoria de Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Este trabalho foi elaborado visando uma aprendizagem significativa dos conteúdos do eletromagnetismo através de uma abordagem conceitual, ou seja, um

enfoque de situações problemáticas do campo conceitual do eletromagnetismo, estabelecendo um conflito entre as situações e os conceitos de modo a favorecer a conceitualização.

Para facilitar a construção do conhecimento científico de conceitos básicos do eletromagnetismo os alunos foram expostos, repetidas vezes, a situações diversas em que os mesmos estão presentes, para tal foram utilizados recursos didáticos variados: material instrucional que serviu como material pedagógico e produção textual para as aulas teóricas; apresentação em sala de aula de experimentos fundamentais do eletromagnetismo; análise de experimentos de eletromagnetismo existentes no Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS; leitura e discussão de textos e reportagens (incluídas no material instrucional ou publicados em periódicos) com aplicação dos conceitos, leis e princípios do eletromagnetismo em situações do dia-a-dia; consulta bibliográfica e construção de réplicas dos experimentos fundamentais do eletromagnetismo realizadas pelos alunos, objetivando a construção dos campos conceituais de acordo com Vergnaud: *um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamentos conectados uns aos outros e, provavelmente entrelaçados durante o processo de aquisição.* [1]

Todos os recursos pedagógicos empregados foram usados de forma a priorizar os conceitos, As grandezas do eletromagnetismo e suas magnitudes foram exploradas tanto na sua forma conceitual, quanto através das relações de dependência que guardam entre si.

Como já foi mencionada anteriormente, a especificidade da análise do trabalho desenvolvido junto com os alunos não pretende ser nem quantitativa, nem qualitativa, mas a aplicação de uma metodologia que se acredita tornar significativa a aprendizagem dos conceitos do eletromagnetismo. Portanto, a avaliação transcendeu o momento formal da mesma caracterizada pela prova, avaliação escrita individual, e estendeu-se por todo o período de aplicação deste trabalho, através da observação dos alunos durante as aulas, na consulta bibliográfica e na construção das réplicas dos experimentos. Acompanhou-se a construção do conhecimento científico: nos debates e comentários posteriores à leitura dos artigos incluídos no material instrucional contextualizando a Física; na análise das respostas dadas pelos alunos aos questionamentos propostos, antes e após o estudo de um determinado conteúdo; durante a resolução de exercícios do material didático ou das questões de vestibulares propostas; na interação do aprendiz com os experimentos e na construção dos mesmos. Verificando-se, assim, a construção do conhecimento científico dos conceitos do eletromagnetismo com uma fundamentação mais sólida, que se acredita tenha possibilitado uma aprendizagem significativa.

Foi possível avaliar o quão significativa foi a aprendizagem na forma conceitual quando se acompanhou o período de confecção dos experimentos, o dia-a-dia da sala de aula, a leitura, o questionamento e o debate dos textos contextualizando a Física. E também, quando se vivenciou a percepção pelos estudantes da relação existente entre uma lei ou princípio físico e situações do seu cotidiano. Esta transposição que o aluno faz entre os conceitos estudados e a tecnologia da sociedade atual ou com reportagens de jornais ou, ainda, com as alternativas que os grupos buscaram e testaram quando da construção dos experimentos é que comprova e reforça os resultados da avaliação da aprendizagem dos conteúdos.

Como avaliação da aplicação dessa proposta pode-se citar que os alunos mostraram-se mais seguros no momento de aplicar os conceitos, quando da confecção dos experimentos, e menos ansiosos no momento formal da prova avaliativa, demonstrando uma maior motivação quando apresentados ao eletromagnetismo contextualizado em situações do seu dia-a-dia. Acredita-se que tenha ocorrido uma aprendizagem significativa do eletromagnetismo por ter sido abordado com uma maior ênfase na parte conceitual.

## Referências

- [1] MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud: o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7 -29, jan./abr., 2002. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7\\_n1\\_a1.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n1_a1.html)>. Acesso em: 10 set. 2005.
- [2] BRAGA, M. de M.; RIBEIRO TEIXEIRA, R. M. Eletromagnetismo no ensino médio: uma proposta de abordagem conceitual. *Hipermídias de Apoio ao Professor de Física*, Porto Alegre, n. 3, maio 2005.
- [3] VILLANI, A. Reflexões sobre o ensino de física no Brasil: prática conteúdos e pressupostos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 76-95, dez. 1984.
- [4] CARVALHO JUNIOR, G. D. de. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 53-65, abr. 2002.
- [5] MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.
- [6] BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília. MEC. 1999; BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+- ensino médio, orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/ensino/pcn.shtml>>. Acesso em: 10 set. 2005.
- [7] BRAGA, M. de M. *O eletromagnetismo abordado de forma conceitual no ensino médio*. 2004. 142f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)–Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- [8] HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.
- [9] MUSEU DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre. MCT-PUCRS. 1998. Disponível em: <<http://www.mct.pucrs.br>>. Acesso em: 10 set. 2005.
- [10] BRASIL. Lei nº. 9.394/96: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Brasília. MEC, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2005.