

## LABORATÓRIOS VIRTUAIS EM CURSOS DE ENGENHARIA: O USO DE CAMPOS CONCEITUAIS EM APRENDIZAGEM DE ELETROMAGNETISMO

José Vicente Cardoso Santos<sup>1</sup>, Melina Silva de Lima<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC /prof.vicentecardoso@gmail.com

<sup>2</sup> Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC /melinasl\_mel@hotmail.com

### Resumo

*Esta pesquisa considera o cenário da aprendizagem da Física nos cursos de Engenharia, a teoria dos campos conceituais e o uso de laboratórios virtuais. Considera-se que o domínio das (dez) leis do eletromagnetismo é essencial na formação do engenheiro e com isto tem-se como objetivo geral da pesquisa a construção de um Laboratório Virtual para a aprendizagem das leis do eletromagnetismo utilizando-se a teoria dos campos conceituais. Para consolidar este objetivo adota-se uma metodologia lastreada na revisão de literatura da teoria dos campos conceituais, das leis da eletricidade e do magnetismo e nas diversas estratégias de construção de laboratório virtual com o viés desta teoria pedagógica e que se utilize destas leis. Procedem-se a montagem de estratégias para a aprendizagem de cada uma destas leis e aplicam-se as mesmas em laboratório virtual com acesso a grupos de estudantes que registrem a eficácia relativa do seu uso. Com isto construiu-se um laboratório virtual, com acesso restrito a usuários cadastrados e autorizados para o estudo das leis da eletricidade e do magnetismo com o uso da teoria dos campos conceituais.*

**Palavras-chave:** Aprendizagem. Eletromagnetismo. Teoria dos Campos Conceituais.

### Introdução

Os estudos das dez leis físicas fundamentais que regem os fenômenos elétricos e magnéticos são de extrema importância para a formação de Engenheiros, pois, através destes estudos torna-se factível ao profissional a aprendizagem integrada destas leis e com isto o domínio técnico de todos estes fenômenos possibilitando a sua atuação profissional de forma plena, eficaz e eficiente.

O entendimento integral e concomitante destas leis proporciona ao Engenheiro uma construção de um senso comum multifacetado, indexado aos fenômenos eletromagnéticos de forma a possibilitar uma aplicação mais pragmática da sua profissão, justificando a propositura desta pesquisa na aprendizagem dos conceitos da eletricidade e do magnetismo a estudantes de Engenharia (NITZKE; FRANCO, 2014). Com isto tem-se como objetivo geral da pesquisa/artigo a construção de um Laboratório Virtual para a aprendizagem das leis de Eletricidade e do Magnetismo,

baseado na teoria dos campos conceituais e como objetivos específicos a identificação, junto ao aluno, de fenomenologias necessárias para a construção de campos conceituais na física (nas áreas de eletricidade, magnetismo e afins); a proposta de construção de estratégias para o desenvolvimento cognitivo das leis da eletricidade e magnetismo.

Para consolidar estes objetivos adota-se uma pesquisa com metodologia híbrida, envolvendo uma revisão de literatura, de cunho histórico, descritivo, documental e teórico. A metodologia é lastreada em estudo de caso em universo de pesquisa composto por estudantes de cursos de engenharia de instituições de ensino superior da região metropolitana de Salvador a compor uma amostra representativa deste universo na condição de sujeitos da pesquisa. Registra-se que foram adotados estudantes de qualquer das possíveis áreas, visto que a disciplina em análise faz parte da matriz curricular básica de todas elas.

Vale também o registro de que a construção do laboratório virtual foi pautada no uso de animações, gráficos e representações ilustrativas dos fenômenos que, elencados e explicitados, demonstram as relações preconizadas nas leis da eletricidade e do magnetismo utilizando-se de recursos de software tais como a programação em HTML de forma dinâmica à interação de objetos e *applets* em interação entre páginas de um *browser* e uma base de dados (remota ou local), permitindo-se com isto uma possibilidade de, uma vez mais elaboradas e interativas, interagir com outros códigos, a citar o Microsoft Front Page e Java.

## **Aprendizagem de Eletromagnetismo na Engenharia**

### ***As teorias de aprendizagem***

Segundo Moreira (2014), para o Professor (Docente) e para Vergnaud (1998), a organização do conhecimento está estruturada em campos conceituais, e o domínio desse conhecimento se dá a longo prazo, por meio de experiências, maturidades adquiridas e aprendizagem construída nesse processo (VERGNAUD, 1994; 2001).

### ***Laboratório virtual como repositório de conteúdos sobre eletricidade e magnetismo***

Os laboratórios acessíveis via internet, indo desde um simples laboratório, que apenas permite a realização de uma sequência predeterminada de experimentos, até laboratórios virtuais de alcance mundial, são formados por conexões de várias instalações menores, quiçá em redes colaborativas (GRECA; MOREIRA, 2003).

Desta maneira a construção dos invariantes operatórios associados ao eletromagnetismo, depende do conjunto de situações estabelecidas e incorporadas nas aulas ou nas diversas situações em que o aluno esteja inserido e que deem sentido aos conceitos estudados (tais como campo, elétrico e magnético, fluxos, corrente etc).

Os conteúdos do laboratório virtual com fins de criação de campos conceituais na área de eletromagnetismo são hospedados no endereço <http://labvirtetro.com.br/> e denominado de "LABVIRT", que tem a arquitetura modular com células divididas nos conceitos fundamentais, nas leis associadas e no repositório de links públicos que foram escolhidos pelo docente responsável com fins de consubstanciar a criação de

campo conceitual equivalente sobre os respectivos conteúdos da célula, conforme se evidencia na figura 1 a seguir, onde observa-se uma imagem de abertura do LabVirt e um exemplo de conteúdo:



Figura 1: Imagem de abertura do LabVirt (Laboratório Virtual)

Fonte: registro dos próprios autores.

Além disto deve-se registrar também que o acesso é público e a atualização de conteúdos também pode ser feita de forma livre mas mediante registro e credenciamento.

### **Um exemplo de campo conceitual no eletromagnetismo**

Um exemplo de uso recursivo em diversos tópicos no estudo da eletricidade e magnetismo é o conceito e sentido do campo elétrico que, para um determinado sujeito (discente), é o conjunto de esquemas que ele pode utilizar para lidar com situações com as quais se depara e que implicam a ideia de campo e de eletricidade. É também o conjunto de esquemas que ele pode usar para operar com símbolos numéricos ou algébricos e linguísticos que representam o referido campo. Mas o Professor (Docente) deve estar atento aos invariantes específicos da teoria em si.

Acredita-se também que se isto for posto mecanicamente, o sujeito (discente) não irá estabelecer esquemas corretos durante a sua vida profissional e desta forma, absorvendo o conhecimento de maneira mecânica, estará fadado a não utilizá-lo quando vier a se deparar com outras situações que exigiriam o mesmo raciocínio/comportamento, passando, assim, a limitar-se com relação a todos os conhecimentos/informações associados à este esquema.

Por exemplo, em um curso de Engenharia, o aluno deverá estabelecer conexões pertinentes entre conteúdos que abranjam o conceito de campo elétrico, ou qualquer outro conceito, em diversos momentos de sua vida acadêmica. De fato ele estudará os conceitos iniciais e sua definição ou outra disciplina com ementa correspondente, mas usará em disciplinas mais avançadas este conceito, ao estudar, por exemplo, aplicações do conceito de campo elétrico e as suas respectivas aplicações (KERR, 1964) e (RAMOS-PAJA; SCARPETTA; MARTÍNEZ-SALAMERO, 2010).

Se o aluno construiu um campo conceitual particular referente aos conceitos de campo, elétrico ou magnético, de forma que seus invariantes permeiem os sentidos exatos (aplicações e conceitos secundários que derivem destes), então a estrutura de direcionamento das aulas pode permanecer. Caso contrário, o Professor (Docente) deve intervir para linearizar as rupturas existentes na formação dos conceitos, por exemplo, com o uso de laboratórios virtuais que complementem as ações em sala de aula.



Figura 2: Modelo de conteúdo do Labirt

Fonte: registro do próprio autor.

## Sugestões de estratégias de uso do laboratório virtual de eletromagnetismo

Paralelamente a isto sabemos que a aplicabilidade da matemática (e de todos os seus conceitos associados) nas demandas de formação profissionais (em diversas áreas) vem crescendo a cada dia ao tempo em que a necessidade de criação de estratégias para consolidar o processo cognitivo dos conceitos, inclusive com práticas de relacionamentos interpessoais, através de isomorfismos, exemplos ilustrativos e/ou de um “novo logos”<sup>1</sup>, vem se consolidando ao tempo em que, devido a diversos fatores de formação e/ou base (dos ensinos médio e fundamental) o(s) sujeito(s), em geral, tem uma **zona de desenvolvimento proximal** ampla, e, em alguns casos, muito bem sedimentada porem estática, ou seja, uma **zona de desenvolvimento proximal** que não está sendo trabalhada (desenvolvida).

Destes ingredientes, os invariantes operatórios, cujas categorias principais são “**teoremas-em-ato**” e “**conceitos-em-ato**”, constituem a base conceitual implícita, ou

<sup>1</sup> Um “novo logos” é uma mudança no modo de ser e compreender, que possibilita o surgimento de uma nova cultura. Por exemplo a cultura tecnológica, que está presente na sociedade e “invade” a escola através dos alunos que já interagem com as novas tecnologias no seu dia-a-dia vem possibilitando um “novo logos” no ambiente escolar.

explícita, que permite obter a informação pertinente e, a partir dela e dos objetivos a alcançar, inferir as regras de ação mais pertinentes.

Os conceitos fundamentais e fundantes para o estudo do eletromagnetismo são indexados aos conceitos de força, campo elétrico, campo magnético e campo eletromagnético e no laboratório virtual inicialmente estão indexados aos links de vídeos a seguir elencados no Quadro 1:

Conceitos Básicos	Descrição do Experimento	Campo Conceitual em Formação
Força	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=dkU1UdqLxE">https://www.youtube.com/watch?v=dkU1UdqLxE</a>	Relação entre massas e aceleração e variação de momentum linear.
Campo Elétrico	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=XDJu_XVBQPo">https://www.youtube.com/watch?v=XDJu_XVBQPo</a>	Vizinhanças entre cargas e suas interações.
Campo Magnético	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=jb7zfbD1Ym0">https://www.youtube.com/watch?v=jb7zfbD1Ym0</a>	Vizinhanças entre massas e massas magnetizadas e suas interações.
Campo Eletromagnético	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=hG2cGmq1RVU">https://www.youtube.com/watch?v=hG2cGmq1RVU</a>	Relação entre os campos elétrico e magnético quando há aceleração entre as origens dos mesmos.

**Quadro 1:** Construção dos Campos Conceituais dos elementos fundantes

Fonte: registro do próprio autor.

Além dos conceitos fundamentais, das leis e suas aplicações, tem-se também, o conjunto das equações diferenciais ou integrais que regem os fenômenos descritos por estas dez leis e que são utilizadas geralmente como elementos de conteúdos terminais. Nestes conceitos ou disciplina específica verifica-se que estas equações, além de poderem ser devidamente demonstradas, também podem ser ilustradas nos links eleitos para consolidar uma primeira versão do laboratório virtual.

## Considerações Finais

Este trabalho além de descrever aplicação para a teoria dos campos conceituais nas aplicações inerentes às leis da eletricidade e do magnetismo com o uso de um laboratório virtual com fins de prover a construção destes conceitos fundamentais. Evidencia-se que essa teoria é bastante conhecida na área da educação, porém relativamente pouco no campo da aprendizagem da eletricidade e do magnetismo, e foi esta a principal razão fomentadora da pesquisa.

Ao prover esta situação considera-se que a teoria de Vergnaud apresenta um grande potencial para descrever, analisar e interpretar aquilo que se passa no âmbito da eletricidade e do magnetismo e nos processos de aprendizagem associados.

Além de descrever a teoria, propriamente dita, procurou-se neste texto estabelecer elos com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e os seus lastros piagetianos como elementos de construção da mesma além de evidenciar, com a proposta do laboratório virtual, diversos elementos de construção de conceitos disponíveis na rede mundial de computadores e que consolidem experiências cotidianas destas leis físicas. Com isto tem-se o produto final uma primeira versão do Laboratório Virtual para a aprendizagem das leis de Eletricidade e do Magnetismo com base na construção de conceitos tal qual preconizam os ditames da proposta de Vergnaud, inclusive identificando, junto ao aluno, estas fenomenologias necessárias, as ações e estratégias para tal bem como os conceitos do cotidiano que por muitas vezes ficam distantes de salas de aulas.

Por fim, recomenda-se para ações futuras o aprimoramento ou até mesmo a produção de conteúdos que elenquem estes conceitos associados bem como o registro de expansão da hospedagem e o acesso livre ao laboratório virtual e aos seus respectivos conteúdos de texto, imagens de vídeos.

## Referências

BRUNNER, Reinhard; ZELTNER, Wolfgang. **Dicionário de Psicopedagogia e Psicologia Educacional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

CALLAGHAN, Michael, J.; HARKIN, Jim; MCGINNITY, Thomas M.; MAGUIRE, Lion P. **Client server architecture for collaborative remote experimentation**. Journal of Network and Computer Applications, Northland, v. 30, p. 1295-1308, set/2007.

GRECA, Ileana; MOREIRA, Marco Antonio. **Além da Detecção de Modelos Mentais dos Estudantes - uma Proposta representacional Integradora**, Rio Grande do Sul. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7\\_n1\\_a2.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n1_a2.html). Acesso em 20 jan 2018.

KERR, John F. **Practical work in school science: an account of an inquiry into the nature and purpose of practical work in school science in England and Wales**. Leicester: Leicester University press, 1964.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2014.

NITZKE, J. A, FRANCO, S. R. **Aprendizagem cooperativa: utopia ou possibilidade**. Informática na Educação: teoria e prática, v.5 nº2, 2ª Ed. Porto Alegre, 2014.

PIAGET, Jean. **Seis Estudos de Psicologia**. 24ª. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.

RAMOS-PAJA, Andrés C.; SCARPETTA, José M. R.; MARTÍNEZ-SALAMERO, Luis. **Integrated Learning Platform for Internet-Based Control Engineering Education**. 2010. Trabalho apresentado em IEE Transaction Industrial Electronics, 2010.

SOUZA, A. L. de; OLIVEIRA, J. C. de; LIMA SANTOS, M. P. **Recursos da computação gráfica para o desenvolvimento de um laboratório virtual de Teoria Eletromagnética**. Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Porto Alegre. 2001.

TORRES, Lima Patrícia. **Competências matemáticas de jovens e adultos em alfabetização**. Brasília: UNB. 2010. Disponível na Internet em <http://www.anped.org.br/25/patriciaimitorrest19.rtf>. Acesso em jan 2018.

VERGNAUD, G. **A Comprehensive Theory of Representation for Mathematics Education**. JMB, V17, N2, pp. 167-181, 1998

VERGNAUD, G. **Epistemology and Psychology of Mathematics Education**, em NESHER & KILPATRICK Cognition and Practice, Cambridge Press, Cambridge, 1994.

VYGOTSKY, L.S. **Teoria e Método em Psicologia**. 2ª .ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.