

## **APRENDIZAGEM DO ELETROMAGNETISMO EM CURSOS DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE LABORATÓRIO VIRTUAL (LABVIRT) COM ABORDAGEM DE CAMPOS CONCEITUAIS**

*José Vicente Cardoso Santos – prof.vicentecardoso@gmail.com*  
*Universidade Estadual da Bahia (UNEB). Departamento de Ciências Exatas e da Terra*  
*Endereço: Estrada das Barreiras, s/n, Campus I.*  
*CEP: 41770-520. Salvador-Bahia.*

*André Ricardo Magalhães – andrerm@gmail.com*  
*Universidade Estadual da Bahia (UNEB). Departamento de Ciências Exatas e da Terra*  
*Endereço: Estrada das Barreiras, s/n, Campus I.*  
*CEP: 41770-520. Salvador-Bahia.*

**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. Procede-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.*

### **1 INTRODUÇÃO**

#### **1.1 Cenários e razões da pesquisa**

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). Neste sentido o uso de laboratórios virtuais, que, segundo Souza, Oliveira e Lima Santos (2001), são ambientes eletrônicos para a para a experimentação á distancia de situações em simulação da realidade, permitirá uma melhor eficácia e eficiência no processo de aprendizagem destes estudantes.

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 á 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.

## 2 APRENDIZAGEM DE ELETROMAGNETISMO EM CURSOS DE ENGENHARIA

### 2.1 As teorias de aprendizagem

Segundo Moreira (2014), para o Professor (Docente), uma das tarefas mais difíceis é a de possibilitar oportunidades aos alunos para que os mesmos desenvolvam seus esquemas de aprendizagem, 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).

Neste sentido a acumulação de conhecimentos técnico/tecnológico implica uma complementação entre criação de conhecimento, inovação e difusão, o que implicaria em novas modalidades de aprendizagem com novos processos da relação conhecimento e trabalho de forma que a nova concepção de ensino que perpassa por adequações á forma de apresentar os conteúdos e em consonância á nova sociedade da informação e comunicação, gerando assim novas formas de aprendizagem nos mais diversos conceitos (CALLAGHAN *et al.*, 2007).

Jean Piaget construiu uma teoria sólida e muito bem fundamentada, pois, ele tenta nos explicar como se desenvolve a inteligência nos seres humanos. Daí o nome dado a sua ciência de Epistemologia Genética, que é entendida como o estudo dos mecanismos do aumento dos conhecimentos (PIAGET, 2001). Vale ressaltar que as teorias de Piaget têm comprovação em bases científicas, já que ele não somente descreveu o processo de desenvolvimento da inteligência, mas, experimentalmente, comprovou suas teses. Por esse motivo, qualquer

tentativa de simplificação ou resumo tende a deixar de abordar questões fundamentais ou fazer exposição incompleta ou mesmo indevida (MOREIRA, 2014). Para Piaget o comportamento dos seres vivos não é inato, tampouco resultado de condicionamentos. Para ele o comportamento é construído numa interação entre o meio e o indivíduo (PIAGET, 2001).

Com este cenário Piaget propôs os períodos de desenvolvimento, que é conhecido como construtivismo sequencial, ou seja, Piaget afirma que o desenvolvimento do sujeito inicia-se no período intra-uterino e vai até os 15 ou 16 anos e em sua teoria Piaget, distingue quatro períodos que são chamados de Períodos de Desenvolvimento Mental e que ele os designa por “períodos gerais de desenvolvimento cognitivo” (BRUNNER; ZELTNER, 1994).

São eles então o Período sensório-motor, que é o primeiro período descrito por Piaget, e vai do nascimento aos dois anos, aproximadamente. Nele, a principal característica é ausência da função semiótica. Segundo Piaget (2001, p. 21):

[...] uma figura percebida corresponde a “qualquer coisa” que continua a existir, mesmo quando não a percebemos mais... [a criança] reconhece certos quadros sensoriais familiares, mas o fato de reconhecê-los quando presentes não equivale, de forma nenhuma, a situá-los em qualquer parte quando estão fora do campo perceptivo... Só por volta do fim do primeiro ano é que os objetos são procurados depois que saem do campo da percepção, e é sob este critério que se pode reconhecer um começo de exteriorização do mundo material (PIAGET, 2001, p. 21).

Outro conceito bastante difundido e que ocupa grande parte da teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget é o “**esquema**”, um modelo hipotético de como a informação é armazenada no cérebro (MOREIRA, 2014).

Já a proposta de Vygotsky, utiliza-se do conceito de mediação, que pode ser definido como sendo a ação que o indivíduo, por meio de instrumentos, modifica a natureza e, ao fazê-lo, acaba por modificar a si mesmo. Ele acreditava, portanto, que o aprendiz, ao fazer uso do signo-linguagem, algébrico, mapa, esquema *etc.*, modifica suas próprias funções psíquicas superiores. Vygotsky (1999) dedicou-se especialmente ao estudo do que denominamos por funções psicológicas superiores, ou seja, processos mais sofisticados, complexos, que envolvem o controle consciente do comportamento (VYGOTSKY, 1999).

Neste sentido, para Gerard Vergnaud, em sua Teoria dos Campos Conceituais, tem-se a reflexão sobre aprendizagem e desenvolvimento, com conexões evidentes com as ideias de Piaget e Vygotsky, que são acrescentadas com contribuição específica e original, o que este autor denomina “Teoria da Referência”, desta maneira, o conceito de esquema se presta, portanto, à análise da estrutura da atividade (TORRES, *apud* VERGNAUD, 2010).

Vergnaud, na teoria dos Campos Conceituais, considera que, se **S** é o conjunto de situações que dão sentido ao conceito (o referente); **I** o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito (o significado); e **L** o conjunto de representações linguísticas e não linguísticas que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações às quais ele se aplica e os procedimentos que dele se nutrem (o significante).

Vale também o registro de que, para Vergnaud (1990), existem dois tipos de situações (ou problemas) que, quando assumem algum significado para o aprendiz, podem gerar dois tipos de processos diferentes para a sua resolução, a **primeira classe de situações** é onde o sujeito já possui em seu repertório de competências e a **segunda classe de situações** é aquela onde o sujeito não dispõe de todas as competências requeridas para o tratamento da situação (TORRES, *apud* VERGNAUD, 2010).

Desta maneira, de uma forma resumida, pode-se afirmar que a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud supõe que o centro do desenvolvimento cognitivo é a

conceitualização, e, uma vez dominando-se, nos conceitos chaves do respectivo conteúdo, tem-se consolidada uma aprendizagem eficaz ou significativa do mesmo bem como o seu respectivo contexto. Sendo assim, ao consolidar de forma eficaz os conceitos estamos consolidando também de forma eficaz o conhecimento referente ao mesmo. Esta teoria é uma teoria psicológica do processo de conceitualização do real que permite localizar e estudar continuidades e/ou rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual (GRECA; MOREIRA, 2003).

## 2.2 A tarefa do Professor/Docente e a zona de desenvolvimento proximal

Para o Professor (Docente) a tarefa mais difícil é a de prover oportunidades aos alunos para que os mesmos desenvolvam seus esquemas ou conexões para as suas respectivas construções na chamada **zona de desenvolvimento proximal**<sup>1</sup>.

Neste aspecto considera-se o Professor (Docente) como um facilitador (ou pretenso facilitador) e orientador do sujeito enquanto o mesmo dispõe-se a consolidar a cognição dos respectivos conteúdos. Pode-se inclusive utilizar-se de uma metodologia de trabalho híbrida, pois, observa-se que Vigotsky, em seu modelo/estratégia, aponta a existência de um outro **nível de desenvolvimento - o proximal ou potencial** - que, tanto quanto o nível real, deve ser considerado na prática pedagógica, quiçá utilizado como ferramenta/situação de providencialidade do processo cognitivo, pois de fato é factível de potencializar-se desde que a ação do sujeito (discente) e do seu facilitador (docente) conspire em consonância para tal (GRECA; MOREIRA, 2003).

Quando alguém (sujeito - discente) não consegue realizar sozinho determinada tarefa ou compreensão, mas o faz com a ajuda de outros parceiros (outro discente ou docente), mais experientes ou não, **está nos revelando** o seu **nível de desenvolvimento proximal**, que já contém aspectos e partes mais ou menos desenvolvidas de instituições, noções e/ou conceitos, mas não os tem por completo e por tal razão necessita de outro(s) sujeito(s) (discente) ou facilitador (docente).

Para tornar-se efetivamente factível, de forma inclusive a materializar-se, o conhecimento do processo que o(s) sujeito(s) (discente(s)) realiza mentalmente para consolidar a sua aprendizagem é fundamental. Acreditamos que sem conhecer este processo o facilitador (docente) estará cada vez mais distante do sujeito (discente) e das suas necessidades de cognição.

## 2.3 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

<sup>1</sup> A zona de desenvolvimento proximal é um conceito que esclarece como as diferentes formas de compreensão da experiência de mundo interferem na relação entre duas ou mais pessoas. Dois adultos, por exemplo, caem na zona de desenvolvimento proximal quando se percebem incapazes de reconhecer os sentidos que cada um atribui a um objeto qualquer, seja uma palavra, seja um objeto da realidade concreta.

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://labvirteletro.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 do próprio autor.

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.

#### 2.4 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.

Nos conceitos abordados na teoria dos campos conceituais identifica-se, segundo Vergnaud *apud* Moreira (2014), o que chama-se de triplo de conjuntos,  $C = (S, I, R)$  onde: **S** é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito; **I** é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito e **R** é um conjunto de representações simbólicas que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes.

No caso do eletromagnetismo, o conjunto **S**, que é o conjunto de situações que dão sentido aos conceitos, não são, necessariamente, não tem todas as situações vivenciadas pelos alunos dos cursos superiores em estudo, e nesta proposta em análise, sugere-se que os docentes encaminhem estas situações aos alunos através de experimentos/exercícios que proporcionem vivenciá-las.

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

Assim, através de experiências ou práticas de aprendizagem compartilhadas (com diversos sujeitos - discentes), estamos propondo uma atuação a ser definida no escopo do trabalho e da pesquisa, na **zona de desenvolvimento proximal** ou **zona de desenvolvimento**

**potencial**, de modo que as funções ainda não consolidadas venham a florescer *e/ou* amadurecer com mais eficácia e eficiência. Ressaltando a importância das trocas interpessoais, na constituição do conhecimento, Vigotsky mostra, através do conceito de **zona de desenvolvimento proximal ou potencial**, o quanto a **aprendizagem influencia o desenvolvimento** e a sua recíproca.

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>2</sup>, vem se consolidando ao tempo em que, devido a diversos fatores de formação *e/ou* base (dos ensinamentos médio e fundamental) o(s) sujeito(s), em geral, tem uma **zona de desenvolvimento proximal** ampla, e, em alguns casos, muito bem sedimentada porém estática, ou seja, uma **zona de desenvolvimento proximal** que não está sendo trabalhada (desenvolvida).

Para solidificar este conceito devemos descrever os ingredientes de um esquema. São eles: objetivos e antecipações (proatividade associada); regras de ação do tipo “se ... então” que permitem gerar a sequência de ações do sujeito; são regras de busca e controle da informação; invariantes operatórios (“teoremas-em-ato”<sup>3</sup> e “conceitos-em-ato”) que dirigem o reconhecimento, de parte do sujeito, dos elementos pertinentes à situação e a categoria da informação sobre tal situação; possibilidades de inferência (ou raciocínios inferenciais) que permitem “calcular” as regras e antecipações a partir das informações e invariantes operatórios de que dispõe o sujeito (discente).

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

Quadro 1 Construção dos Campos Conceituais dos elementos fundantes

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.

Fonte: registro do próprio autor.

<sup>2</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.

<sup>3</sup> O ato contém os objetos da intencionalidade. O ato da consciência coloca o indivíduo diante do objeto em busca de sua identidade ou identificação. Assim um “teorema-em-ato” é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real; um “conceito-em-ato” é uma categoria de pensamento considerada como pertinente. Por outro lado, “conceitos-em-ato” e “teoremas-em-ato” podem, progressivamente, tornarem-se verdadeiros conceitos e teoremas científicos.

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.

### 3 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.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Estadual da Bahia pelo apoio logístico e estrutural, em especial na hospedagem do site e armazenando de dados do LabVirt.

### 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 n°2, 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/patriciaalimattorrest19.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.

## LEARNING OF ELECTROMAGNETISM IN ENGINEERING COURSES: A VIRTUAL LABORATORY CONSTRUCTION (LABVIRT) PROPOSAL WITH A CONCEPTUAL FIELD APPROACH

*Abstract: This research considers the scenario of the learning of Physics*

*in the courses of Engineering, the theory of conceptual fields and the use of virtual laboratories. It is considered that the domain of the (ten) laws of electromagnetism is essential in the formation of the engineer and with this it has as general objective of the research the construction of a Virtual Laboratory for the learning of the laws of electromagnetism using the theory of the fields concepts. To consolidate this goal takes is a methodology backed the literature review of the theory of conceptual fields, the laws of electricity and magnetism and the various virtual laboratory building strategies with the bias of this pedagogical theory and make use of these laws. Strategies are set up to learn each of these laws and apply them in a virtual laboratory with access to groups of students that record the relative effectiveness of their use. With this, a virtual laboratory was built, with restricted access to registered and authorized users for the study of the laws of electricity and magnetism with the use of conceptual field theory.*

**Key-words:** *Learning. Electromagnetism. Conceptual Field Theory.*

Organização:



Realização:

