

## Objeto de aprendizagem digital para o ensino do espectro eletromagnético irradiado pela antena Dipolo Elétrico

Marco A. G. T. da Silva<sup>1</sup>, Suzana da H. Macedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Tecnologia e Ciência Fluminense (IFF)  
Rua Dr Siqueira – Parque Dom Bosco – Campos dos Goytacazes – RJ – Brasil  
{marco.silva, shmacedo}@iff.edu.br

**Abstract.** *This paper proposes the application of electromagnetism study through the intermediary of visual language. This study do not suggested in the break with the formula and mathematic, but the connection of cognitive knowledge of the student through visual interfaces, allowing a kinesthetic knowledge. The methodology was developed after literature review of academic knowledge, with “Scratch” software to create a digital learning object, to produce a prototype of the interactions of electromagnetic waves Electric Dipole. We conclude that the objectives have been achieved in relation to the National Curriculum Guidelines and Minimum Curriculum of the State of Rio de Janeiro.*

**Resumo.** *Este artigo propõe a aplicação do estudo do eletromagnetismo por intermédio de linguagem visual. Não se propõe nesse estudo o rompimento com as fórmulas e a Matemática, mas a conexão dos conhecimentos cognitivos do aluno por meio de interfaces visuais, permitindo um conhecimento cinestésico. A metodologia foi desenvolvida, após revisão bibliográfica sobre o conhecimento acadêmico, com o software “Scratch” para criar um objeto de aprendizagem digital, com objetivo de produzir um protótipo das interações de ondas eletromagnéticas do Dipolo Elétrico. Conclui-se que os objetivos foram atingidos em relação aos Parâmetros Curriculares Nacionais e ao Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro.*

### 1. Introdução

O interesse em investigar questões relacionadas ao ensino por meio de processo visual surgiu da dificuldade em transmitir informações puramente conceituais e com uma linguagem complexa: a Matemática. Sobre essa questão, a Matemática como linguagem da Física, Fiolhais (2005) reunindo vários recortes de físicos comenta a relação das duas ciências. Para o autor, a Física e a Matemática possuem uma relação de intimidade, ao afirmar que a linguagem da Física é a Matemática, ressaltando frases de Galileu Galilei: “a Natureza está escrita em caracteres matemáticos”, do físico alemão Wilhelm Roentgen, o primeiro prêmio Nobel da Física: “o físico precisa de três coisas para o seu trabalho: matemática, matemática e matemática”, de Albert Einstein: “a equação diferencial entrou como criada para servir e ficou até se tornar a amante”.

Entretanto, Fiolhais (2005) também para contextualizar o processo de entendimento da Física, relata o pensamento do físico Eugene Wigner onde afirma que a “linguagem da matemática revela-se desrazoavelmente eficaz nas ciências naturais. (...)” e ressalta que na Física “a intuição vence a dedução de um modo claro”. Citando o físico Richard Feynman relata que um físico sabe mais ou menos sobre o resultado

final de um problema e, assim, avança rapidamente para o resultado, e conclui relatando que “o rigor matemático não é muito útil em Física”. Para Fiolhais (2005) a Física é muito mais de que provas matemáticas, se refere ao emprego de uma linguagem própria e inconfundível, onde a Matemática e a Física são culturas científicas “próximas, aparentadas (e de modo nenhum inimigas)” que geram um convívio fecundo, mas “se encontram hoje as fontes mais prolixas de criatividade”.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, parte III (PCNEM III) [BRASIL 2006] aponta que é necessário rever o formato de ser ensinado Física. Para tal o PCNEM III retrata que se deve “(...) promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma Física que explique (...) os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação” [Brasil 2006, p. 23].

Nesse contexto e da necessidade de sala de aula de uma ferramenta mais prática para ensinar o eletromagnetismo para curso técnico, é que se entendeu a necessidade de desenvolver um método de estrutura mais “elástica”, ofertando formas complementares, na formação do indivíduo, com competência e habilidades para solucionar problemas práticos no desempenho funcional. Não apenas contextualizando a Física por intermédio de fórmulas e o desenvolvimento algébrico conceitual, mas com uma aplicação prática do eletromagnetismo possível em qualquer sala de aula.

Como preceito abrangente desse estudo, é necessário abordar ações e técnicas para compor um conjunto de componentes que permita um aprendizado que não seja memorizado apenas para atender o processo avaliativo do aluno, mas, uma introdução que se ancore no cognitivo. Gerar uma formação que produza resolução de problemas por percepções baseada em lembranças, na intuição, defendida nos recortes de Fiolhais (2005) e um ensino contextualizado, não apenas um fenômeno isolado de uma linguagem Matemática “vazia”, mas, aplicada como é a proposta do PCNEM III, para as áreas correlatas da Física. Para tal optou-se pela adoção do desenvolvimento de artifício digital, pois não foi encontrado na rede mundial de computadores um objeto que reúna os conceitos da linguagem matemática de forma visual, permitindo o estudo do espectro eletromagnético de forma aplicada, baseado na contextualização curricular do Ensino Médio.

### **1.1. Metodologia da pesquisa**

Para este estudo está sendo utilizado um artifício digital para mediar a aprendizagem. O instrumento, que será descrito em seção específica adiante, possui um grupo de imagens animadas gerando uma realidade digital observando a linguagem Matemática, porém, na forma visual. Essa proposta enseja gerar um facilitador no processo de ensino-aprendizagem, configurando como um organizador ou ancorador de ideias, com a finalidade de tornar-se um “andaime cognitivo”. Esse instrumento sendo independente de outras ferramentas, possível de outras aplicações para facilitar a área educacional, denomina-se de Objeto de Aprendizagem [Tavares et al 2007].

A técnica utilizada é o desenvolvimento, por intermédio de linguagem visual, do Objeto de Aprendizagem Digital (OAD) que contempla os elementos abstratos dentro dos

conceitos algébricos do eletromagnetismo, permitindo ao aprendiz se familiarizar com a interação dos fenômenos Físico, fazendo com que o aprendizado ocorra, nesse sentido, de forma simples relacionando às informações, existentes na cognição de cada indivíduo, sobre eletromagnetismo e transmissão de ondas eletromagnéticas a partir de uma antena Dipolo Elétrico. Apesar de se aplicar a linguagem da Matemática, observando a formulação algébrica para o desenvolvimento, esta não é aparente ao aluno durante a visualização que conceitua o fenômeno do eletromagnetismo a partir de uma antena tipo Dipolo Elétrico.

Este artigo até o presente momento delineou a problematização e definiu a abordagem da hipótese. Nos próximos tópicos serão abordados a formulação do conhecimento e a metodologia de ensino de forma visual, seguindo da utilização de técnicas computacionais. Posteriormente é apresentado o OAD, desenvolvido para o ensino de eletromagnetismo, entretanto o objeto é um desenvolvimento pedagógico experimental em desenvolvimento.

## **2. A concepção do conhecimento**

A formulação do conhecimento acadêmico segue os modelos científicos, baseados em leis e conceitos, limitando-se aos esquemas e conexões desenvolvidos no próprio meio, que na Física e áreas correlatas é explicitado pelo desenvolvimento de relações algébricas. Para Araújo (2005) a formação acadêmica possui domínio de características comuns entre si, composto de objetos que se relacionam de forma finita e sobre estruturas de relações existentes. Nesse processo a teoria é uma estrutura preexistente de um fenômeno previamente modelado matematicamente o qual se deve validar dentro de um propósito.

Dorneles (2010) cita que o processo de aprendizagem científica, em geral hipotética, refere a um assunto específico, o qual não se aplica a realidade e baseia-se na “na razão dos cientistas”. Assim, o autor leva a concluir que embora os argumentos estejam próximos da realidade não formulam conhecimento, por si só, apenas estabelecem um vínculo.

Para Brezolin e Grandó (2011) a área tecnológica possuiu muitos conceitos básicos não compreendidos pelo aluno, pois os métodos científicos, ou “conceitos escolarizados”, não permitem compreender um processo dinâmico e espontâneo, os quais são estabelecidos no cotidiano. Para os autores é necessário que o formalismo aceite e de lugar as estruturas de conceitos espontâneos, os quais implicam na alteração do conhecimento existente e não na formulação de novas estruturas.

Já Moreira (2006) retrata a metodologia científica como uma informação que deve participar de um sistema e não do estudo de fato isolado, o qual segue o padrão de observação, teorização, experimentação e explicação. Contudo não se trata de um procedimento formal, nem tão pouco, o método científico, refere-se ao mapa do desconhecido. Diante do que expõe o autor pode-se entender, ainda, que a aprendizagem não se refere só à interiorização de conceitos ou utilização de uma linguagem específica, como é a Matemática para a Física, na estrutura cognitiva, mas na premissa de que a cognição deve ser “acordada” para que possa anexar novas formas de maneira não arbitrária. Assim, o conceito acadêmico, onde o professor reproduz o que está escrito é uma

aprendizagem de conceitos por sucessivas etapas. Contudo, de forma mecanizada sobrepondo novas informações, mas não desenvolvendo novos ramais interconectados na cognição do indivíduo.

### **2.1. Metodologia *Visual, Auditory, Read (writing), and Kinesthetic (VARK)***

No período compreendido entre os anos 50 ao início de 90, os textos da literatura referentes à psicologia e à educação apoiaram as diferentes formas de aprender das diferentes idades em respostas aos estímulos sociais. Do mesmo modo os professores contariam com um público extremamente exigente de divergentes ensinamentos e acabam tornando-se incapazes de criar métodos para atender todo seu público [Fleming e Mills 1992]. Apesar da afirmação dos autores referenciam a um passado próximo, parece ser bem atual com a relação atual da internet e os dispositivos móveis.

O ser humano desenvolve diferentes formas de aprender relatando que no processo de aprendizagem é necessário considerar a inteligência múltipla, onde não existe uma única forma de aprender e também o método proposto por Neil D. Fleming e Colleen Mills em 1991 com a metodologia denominada *Visual, Auditory, Read (includes writing), and Kinesthetic (VARK - Visual, Auditiva, Ler - inclui escrita - e Cinestésico)* [Narayanan 2012].

Fleming e Mills (1992), ao relatar o estudo realizado em 8.000 salas de aula durante nove anos, sem especificar esses ambientes, apontam que não é simplesmente definir uma realidade e fornecer programas que acomodem a diversidade de estilos de aprendizagem presentes em nas salas de aula. Assim, propõem que a aprendizagem ocorra também por eventos: gráficos e simbólicos que represente a informação de forma Visual (V); percepção auditiva (A) a partir de palestras e discussões com outros alunos e professores; por leitura de conceitos (Leitura/Escreita – R); e por percepção da simulação do real, onde envolve a experiência e a prática expressa em diferentes formas ou usando todos os modos de percepção – visão, tato, paladar, olfato e audição – denominada cinestésica (K).

### **2.2. Ensino mediado pela tecnologia**

O ensino da Física em geral está baseado em uma estrutura proposta nos anos 50. E, apesar de estar permeado com emprego da tecnologia computacional, muitos estudos fixam-se em teorias cognitivas de modelos acadêmicos desconsiderando assim, o emprego da tecnologia como projeto pedagógico, mas apenas como ferramenta demonstrativa [Araújo 2005], ou seja, pode-se entender que quando o professor prepara sua aula na área de Física, ele remete-se aos conceitos didáticos e bibliográficos dos livros que traduzem um conhecimento arraigado nos cálculos e modelos de uma linguagem matematizadas, desconsiderando a tecnologia no processo do planejamento.

Apesar do ensino mediado pela tecnologia ser uma realidade atual, que pode ser comprovada observando as salas de aula, Dorneles, Araújo e Veit (2012) afirmam que muitas atividades propostas pelo docente distanciam a prática real da Física acadêmica. Por mais que as metodologias sejam atuais acabam por exemplificar o que consta da literatura. Para Pinto (2010) a constatação do uso da Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC) é uma realidade com controvérsias, pois ainda existem profissionais que questionam o seu uso e, na maioria dos casos, as práticas com uso de TDIC são

defasadas da integração com a realidade. O autor relata que o uso de sistemas computacionais em sala é visto como solução baseada em uma teoria behaviorista, classificando o emprego da TDIC, em sala de aula, como “pacífica” e produz insegurança no professor e não gera novos métodos educacionais.

A simulação tem por objetivo converter mecanismos físicos e geralmente abstratos, em mídias, representando esquemas ou comportamento, que permitam o entendimento da linguagem matematizada, por exemplo, e, produzir de um sistema hipotético, deduzido do mundo real, contudo consciencioso entre a lógica da concepção acadêmica [Dorneles 2010]. Desse modo a simulação aproxima operações e sistemas complexos em processos que são visualmente simples.

### **3 Objeto de Aprendizagem**

Pode-se considerar que o Objeto de Aprendizagem (AO) é qualquer artefato com reuso, em blocos de informação independentes, logo atendendo aos diferentes públicos e arquiteturas computacionais [Warpechowski 2005].

A tecnologia digital e as inovações tecnológicas podem resultar em mudanças de paradigmas que, por sua vez atingem a educação, mudando a concepção de ensinar. Dentro desse contexto, o Objeto de Aprendizagem Digital (OAD) proporciona para produção de um novo *design* institucional. O OAD é um artifício que possui características de reusabilidade, podendo ser acessado por várias pessoas, isto é, qualquer entidade utilizada, reutilizada e referenciada ao aprendizado, incluindo imagens, textos e mídia, estáticos ou com movimentos [Wiley 2000].

O OAD confeccionado para esta pesquisa é um simulador de ondas eletromagnéticas e foi desenvolvido em linguagem de blocos: o Scratch. O Scratch é uma interface ou ambiente que proporciona uma programação desenvolvida em blocos (linhas de comandos) sob forma de encaixe, formando uma sequência lógica. Demandando pouco conhecimento de programação, essa interface pode ser utilizada em ambientes *on-line* ou instalada em computador local (*desktop*).

A interface de programação do Scratch foi desenvolvida pelo grupo *Lifelong Kindergarten* no *Media Lab do Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e permite desenvolver simulações com inserção de várias mídias [Resnick et al 2009].

Baseando-se na facilidade da linguagem em blocos e na interação com as diversas mídias possíveis no Scratch, foi planejado um ambiente de eventos relativos à formação das ondas e campo eletromagnético da antena Dipolo Elétrico. As etapas associadas a cada figura disparam eventos demonstrativos sobre uma área de conhecimento necessário ao entendimento do campo eletromagnético de uma antena, compondo assim, o objeto de aprendizagem relativo a esses conceitos, com vários eventos.

#### **3. 1. Simulador de ondas eletromagnéticas da antena Dipolo Elétrico**

O OAD desenvolvido visa facilitar o entendimento do campo eletromagnético a partir da antena Dipolo Elétrico de transmissão, em telas interativas, com um menu inicial que possibilita o acesso aos itens de aprendizagem.

Os eventos são acionados pelos botões na tela inicial, os quais são atividades de nivelamento para o aluno dos conceitos sobre carga elétrica, onda elétrica e o dipolo capacitivo, disponíveis em sub menu e são acionados em eventos animados da formação do campo elétrico uniforme através de duas cargas puntiformes e suas relações vetoriais (Figura 1a), a formação da senóide da onda elétrica pela defasagem angular (Figura 1b) e o efeito capacitivo do Dipolo Elétrico (Figura 1c).

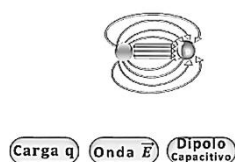


Figura 1a. Campo da carga

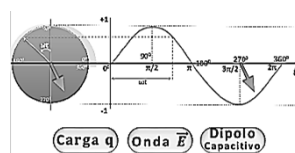


Figura 1b. Onda elétrica

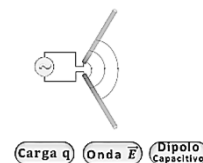


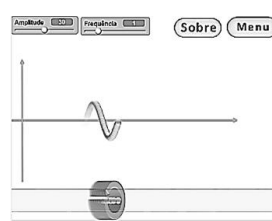
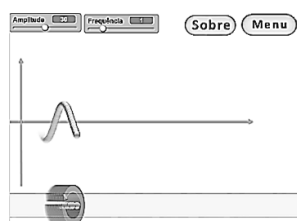
Figura 1c. Dipolo capacitivo

### Figura 1. Acesso aos conceitos iniciais

Cada evento trabalha os conceitos da Física, assim como ocorre no Ensino Médio agregando novas informações paulatinamente. Esses eventos servem para “acordar” uma cognição já adquirida pelo aluno. Nas Figuras 1a e 1b pode-se trabalhar o conceito de carga positiva e negativa, força, atração, dipolo (carga pontual: sentido, direção e módulo), o campo uniforme resultante das cargas pontuais, ação resultante das forças em relação à presença de outro corpo, a eletricidade como uma forma de energia em relação ao campo, estabelecer relações, regularidades, invariantes e transformações vetoriais. No evento da Onda , é possível trabalhar a questão de defasagem angular ( $\omega$ ) e iniciar os conceitos de telecomunicações.

O evento do dipolo capacitivo vai iniciar o conceito de formação do campo elétrico com base nas linhas de força de uma carga elétrica pontual. O Dipolo Elétrico demonstra o equilíbrio das cargas e como as linhas do campo elétrico são “estraguladas”, observando a Lei de Coulomb, onde a tensão é senoidal e se alterna no tempo gerando um campo com a mesma relação, ou seja, a interação eletrostática entre as cargas pontuais e a relação dos conceitos de corrente, resistência e diferença de potencial elétrico.

O botão Onda demonstra, de forma animada, a onda elétrica senoidal no plano superior da tela e no plano inferior é relacionado o efeito do campo magnético de uma carga pontual no condutor (Figura 2). Nesse evento ainda se pode interferir na frequência e amplitude da onda pelos botões deslizantes na parte superior da tela. A animação permite inferir as diferenças entre os tipos de ondas eletromagnéticas a partir de sua frequência, a relação da Lei de Faraday sobre o estabelecimento do campo magnético no condutor percorrido por correntes elétricas, relacionando a força eletromotriz entre os terminais do condutor e de Gauss sobre o sentido da corrente.

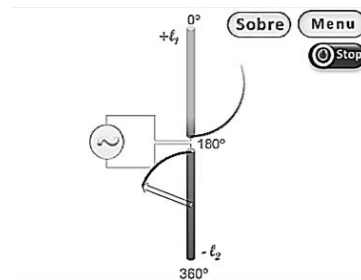


**Figura 2a. Onda elétrica iniciando**

**Figura 2b. Onda elétrica deslocando-se**

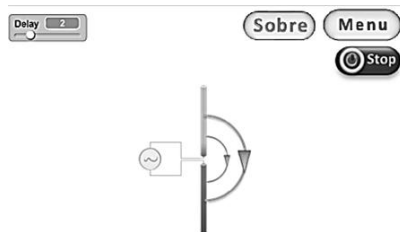
**Figura 2. Deslocamento da carga pontual e campo magnético**

Após formado o conceito de campo elétrico e magnético, o evento Dipolo demonstra a relação da onda elétrica como grandeza vetorial sobre a antena tipo Dipolo Elétrico (Figura 3). Nesse evento, o aprendiz é capaz de identificar a relação senoidal e vetorial dos eventos no Dipolo, relacionando informações dos sistemas tecnológicos de uso comum como a questão do comprimento da onda da antena ou a antena de 1/4 de onda.



**Figura 3. Deslocamento da corrente alternada pelo Dipolo Elétrico**

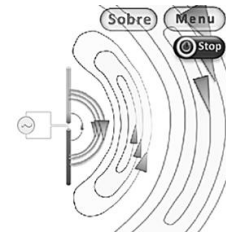
No evento Campo Elétrico, é demonstrada a formação do campo elétrico e a relação de formação das ondas (sentidos) pela geração de corrente alternada. Nesse evento, o aprendiz poderá controlar o tempo pela barra deslizante "delay" e também parar o evento em um dado instante com a barra de espaço (Figura 4), permitindo relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes ao eletromagnetismo ainda, apenas do campo elétrico.



**Figura 4a. Ondas elétricas iniciais**



**Figura 4b. Formação das ondas elétricas**



**Figura 4. Deslocamento da onda elétrica a partir do Dipolo Elétrico**

Quando o evento for iniciado, o aluno poderá inferir, pelas setas das linhas do campo elétrico, que há mudanças de direção e que ela está relacionada com a alternância da corrente elétrica, vista no evento das Figuras 1b e 3.

Com o mesmo efeito do evento anterior, é demonstrada de forma animada a formação do campo elétrico em ondas omnidirecionais com um corte ao meio, de forma demonstrativa da direcionalidade (Figura 5).



Figura 5a. Apresentação do campo

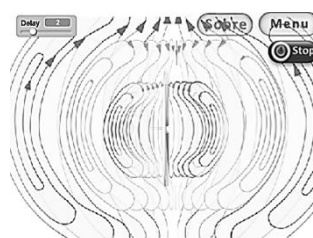


Figura 5b. Evolução do campo

Figura 5. Deslocamento da onda elétrica omnidirecional a partir do Dipolo Elétrico

O evento Onda Eletromagnética demonstra o efeito da relação da onda elétrica e o campo magnético (Figura 6a); seguindo o exemplo anterior, o efeito na relação omnidirecional com o corte ao meio do Campo Eletromagnético (Figura 6b).

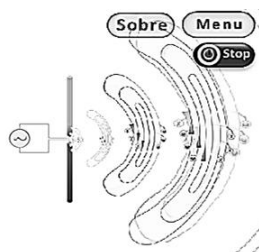


Figura 6a. Onda Eletromagnética



Figura 6b. Campo Eletromagnético

Figura 6. Relação do campo elétrico e magnético

O evento Radiação demonstra a evolução omnidirecional da linhas de campo eletromagnético (Figura 7a) e o Campo 3D apresenta um campo eletromagnético em movimento, com objetivo de apresentar o resultado final (Figura 7b). Permite ao aluno dimensionar o impacto da lei da indução eletromagnética de Faraday e compreender a relação entre o avanço do eletromagnetismo e o dos aparelhos eletrônicos.

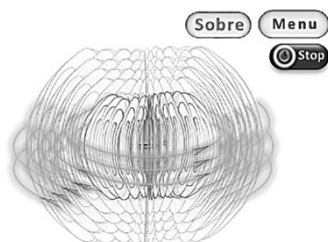


Figura 7a. Linhas eletromagnéticas 3D

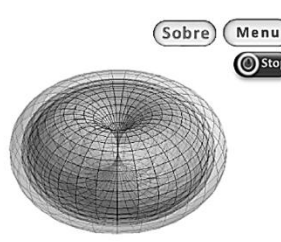


Figura 7b. Campo eletromagnético 3D

Figura 7. Apresentação tridimensional

Nesse processo o aluno passa a reconhecer e interpretar os modelos explicativos para fenômenos dos sistemas tecnológicos, como as ondas de rádio, que são ondas elétricas das cargas elétricas aceleradas constituídas de campo elétrico e magnético.

O projeto apresentado aqui é disponível para ser acesso diretamente no site do projeto Scratch do MIT pelo endereço <<https://scratch.mit.edu/projects/65920268/>>. Este acesso permite aos interessadas as informações dos eventos desenvolvidos por esta pesquisa, não só a visualização, mas também fazer *download* e alterar, caso queira. Estando disponível *on-line* para qualquer um que desejar, torna-se independente da



plataforma de sistema operacional e possível desde dispositivos móveis até computadores *desktop*.

### **3.2. Análise do simulador de ondas eletromagnéticas**

O simulador foi desenvolvido com objetivo de exemplificar o espectro eletromagnético da antena Dipolo Elétrico comumente aplicado ao curso técnico para área de transmissão de ondas de rádio. Entretanto, as características necessárias ao desenvolvimento proporcionam o uso na área de Física de forma a apresentar a relação tecnológica com os conceitos dos fenômenos abstratos do eletromagnetismo.

Sobre o conceito acadêmico e a linguagem Matemática utilizada na Física o PCNEM III [Brasil 2006, p. 6] define que a “interdisciplinaridade do aprendizado científico e matemático não dissolve nem cancela a indiscutível disciplinaridade do conhecimento”. Desse modo, os objetivos da formação no Ensino Médio devem proporcionar conhecimentos práticos e contextualizados para compreender os princípios que existem nas modernas tecnologias de comunicação.

O PCNEM III [Brasil 2006, p. 22] define também que o ensino de Física tem sido realizado sob formas “vazias” quanto ao significado, pois “privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, inicie-se da prática por exemplos concretos.

Para desenvolver o OAD sobre o campo eletromagnético do dipolo observou-se o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro – CMRJ – (Rio de Janeiro 2012, p. 10) para que o OAD se propõe: reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para os fenômenos em sistemas tecnológicos; proporcionar a compreensão de sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas; dispor as propriedades das ondas e como elas explicam o cotidiano; propiciar a interpretação e propor modelos explicativos para sistemas tecnológicos.

O OAD tratado nessa pesquisa, por ter observado a reusabilidade e publicidade na internet, conforme propõem Warpechowski (2005) e Wiley (2000), mesmo tendo sido desenvolvido para aplicação no curso técnico de telecomunicações, na disciplina de transmissão de ondas, pode ser aplicado em outras disciplinas e áreas que tratem o espectro eletromagnético. Por esse motivo denota-se de uma interdisciplinaridade, que pode até mesmo ser considerada a questão do desenvolvimento do algoritmo computacional.

Os pesquisadores envolvidos neste trabalho são professora/engenheira eletricista e Tecnólogo em Telecomunicações e Informática. Os alunos que participarão dos testes são do curso de Telecomunicações, denotando o envolvimento de diferentes áreas do conhecimento. Entretanto, esta proposta ainda não foi implementada em sala de aula com uma turma de controle, por esse fato não é possível apontar dados estatísticos quanto a melhora do rendimento dos estudantes ou do processo de ensino-aprendizado.

### **4. Considerações**

Este estudo teve por objetivo proporcionar o estudo do eletromagnetismo por intermédio de linguagem visual.

Quanto à utilização da linguagem Matemática, do conhecimento acadêmico contextualizado, esta poderá ser introduzida após o aluno entender qual é a relação dos conceitos do campo eletromagnético e como cada relação da linguagem se associa no contexto. Assim, a concepção do conhecimento acadêmico não será apenas um processo de memorização para uma “avaliação” do aluno, mas introduzido como andaime cognitivo.

O artifício desenvolvido observou o PCNEM e o CMRJ para Física utilizando os recursos computacionais como parte do planejamento do processo ensino-aprendizagem e não simplesmente como evento demonstrativo das fórmulas algébricas dos livros, atendendo à proposta do PCNEM III em criar soluções de problemas práticos e ao CMRJ quanto aos fenômenos tecnológicos atuais. Servindo para acordar e de andaime na cognição do aluno.

A ferramenta de desenvolvimento permitiu a visualização dos conceitos abstratos do espectro eletromagnético do Dipolo Elétrico, de forma animada e interativa.

O uso de linguagem visual, propiciada pela ferramenta Scratch, por ser uma técnica prática e de fácil aprendizagem, proporciona uma possível continuidade de produção de outros objetos de aprendizagem digital. E também, permitiu o desenvolvimento do objeto com pouco conhecimento da área de programação.

## 5. Referências

- Araujo, I. S.. (2005) *Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino da Física em geral*. 238 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- Brasil. Ministério da Educação - Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (2006) *“Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)”*: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 58 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2015.
- Brezolin, J. M. L. e Grando, N. I.. (2011) Mapas conceituais e avaliação de aprendizagem no ensino de redes de computadores. *“CINTED-UFRGS”*, Novas Tecnologias na Educação, v. 9, n. 2, 11 p..
- Dorneles, P. F. T.. (2010) *Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso institucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral*. 367. Tese (doutorado) - Curso de ciências do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- Dorneles, P. F. T.; Araujo, I. S. e Veit, E. A.. (2010) Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral. *“Ciência & Educação”*, v. 18, n. 1, p. 99-122.



- Fiolhais, C.. Relação da Física com a Matemática. (2005) *“Educação e Matemática: Ano Internacional da Física”*, Lisboa, v. 1, n. 81, p. 29-31. Bimestral. Disponível em: <[http://apm.pt/files/\\_ano\\_fisica\\_low\\_424ac014774eb.pdf](http://apm.pt/files/_ano_fisica_low_424ac014774eb.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2015.
- Fleming, Neil D. e Mills, Colleen. (1992) Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. *“To Improve The Academy”*, Hoboken, U.S.A, v. 11, p. 137-155. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1245&context=podimproveacad>>. Acesso em: 21 jul. 2015.
- Moreira, M. A.. (2006) *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 186 p.
- Narayanan, M.. (2012) Assessment of Learning Using Fleming & Mills’ VARK Learning Styles. In: Annual Conference & Exposition, 119<sup>th</sup>, San Antonio, Texas, USA. *“Anais Annual Conference & Exposition, 119<sup>th</sup>”*. San Antonio, Texas, USA: American Society For Engineering Education. 15 p. Disponível em: <<http://www.asee.org/public/conferences/8/papers/2949/view>>. Acesso em: 21 jul. 2015.
- Pinto, A. S.. (2010) *Scratch na aprendizagem da matemática no 1.º ciclo do ensino básico: estudo de caso na resolução de problemas*. Dissertação (Mestrado) do curso de Estudos da Criança – Tecnologias de Informação e Comunicação, do Instituto de Educação da Universidade do Minho, Portugal, 129 p.
- Resnick, M. et al. (2009) Scratch: Programming for All. In *“Communications of the acm”*, Vol 52, n. 11, p 60-67. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2015.
- Rio de Janeiro. Secretaria de Estado Educação Desportos e Cultura. (2012) *“Currículo Mínimo do Ensino Médio”*: Física. Rio de Janeiro: Seeduc. 11 p. Disponível em: <[http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo\\_aberto.asp](http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo_aberto.asp)>. Acesso em: 29 jun. 2015.
- Tavares, R. et al. (2007) Objetos de aprendizagem: uma proposta de avaliação da aprendizagem significativa. In: Prata, Carmem Lúcia; Nascimento, Anna Christina Aun de Azevedo (Orgs). *“Objetos de aprendizagem”*: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC. p. 123-134. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/artigos/livro.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015.
- Warpechowski, M.. (2005) *Recuperação de metadados de Objetos de Aprendizagem AdaptWeb*. Dissertação (Mestrado) do curso de Ciência da Computação do Instituto de Informática da universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 69 p..
- Wiley, D. A.. (2000) Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In: \_\_\_\_\_. *“The Instructional Use of Learning Objects”*: Online Version. e-book: Ait/Aect. 35 p. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 07 jul. 2015.