



## DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA DE INTERFACE VIRTUAL EDUCACIONAL PARA DISSEMINAÇÃO DE CONHECIMENTOS DE SMART GRID

André L. de Souza – [andre.souza@engenharia.ufjf.br](mailto:andre.souza@engenharia.ufjf.br)

Sérgio B. N. Júnior – [sergio.neves@engenharia.ufjf.br](mailto:sergio.neves@engenharia.ufjf.br)

Maria T. de Almeida – [maria.teixeira@engenharia.ufjf.br](mailto:maria.teixeira@engenharia.ufjf.br)

Francisco J. Gomes – [chico.gomes@ufjf.edu.br](mailto:chico.gomes@ufjf.edu.br)

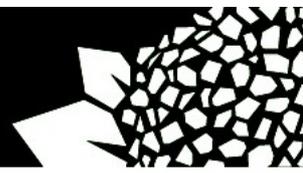
Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Engenharia Elétrica.  
Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário  
36036-900 – Juiz de Fora, Minas Gerais.

**Resumo:** O projeto teve como objetivo o desenvolvimento um ambiente digital baseado em FOSS (Free Open Source Software), com intuito de servir como ferramenta educacional introduzindo aos estudantes de Engenharia e usuários comuns às mudanças geradas pelas tecnologias de rede elétrica conhecida como "Smart Grid" (Redes Elétricas Inteligentes). O programa possui interface totalmente interativa e de fácil utilização possibilitando ao usuário o fácil entendimento de como as alterações realizadas pelo Smart Grid na geração, distribuição e consumo de energia afetarão o consumidor residencial. Com isso, o ambiente atinge de forma igualitária um público abrangente, não sendo necessários conhecimentos técnicos para seu entendimento, devido ao seu funcionamento simplificado e intuitivo tanto para estudantes e profissionais da engenharia, quanto para usuários leigos na área. O ambiente simula uma residência típica, com suas funcionalidades, quando conectadas à rede Smart Grid, permitindo ao usuário interagir com os aparelhos eletrônicos da casa e entender a relação entre utilização e gastos de energia através de um painel que exibe a potência consumida em tempo real e seu consumo equivalente em recursos financeiros. Adicionalmente, permite a escolha de fonte energética através de compras de "créditos" pré-pagos de energia elétrica, contendo informações detalhadas sobre cada uma delas. Baseando-se nas experiências feitas com estudantes de Engenharia Elétrica, é possível concluir que o ambiente computacional desenvolvido é amigável e de fácil manuseio para os usuários em geral.

**Palavras-chave:** Educação em engenharia, Smart Grid, Ambiente computacional, FOSS, Plataforma educacional.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, o profissional de Engenharia exerce forte influência no âmbito socioeconômico da sociedade. A profissão é parte fundamental das rápidas transformações econômicas e históricas do fim do século XX e início do século XXI. Devido a essa forte conexão entre o engenheiro e a sociedade durante tais mudanças, a



profissão se torna sujeita à elas. O ambiente de trabalho desse profissional, nos últimos anos, passou a ter caráter multidisciplinar, exigindo cada vez mais conhecimentos além de sua formação básica, além de trabalhos em equipe e habilidades de comunicação.

As novas transformações e conseqüentes habilidades necessárias no ambiente prático do engenheiro refletem-se em novas necessidades em sua formação. A educação em engenharia de décadas passadas podia ser considerada suficiente sendo repassada através de exercícios repetitivos e testes em laboratórios, tendo assim o professor como o único detentor do conhecimento.

Atualmente, esse modelo de educação se torna cada vez mais obsoleto, sendo necessárias novas formas de ensino. O curso de Engenharia Elétrica não foge a essas novas necessidades, já que está sujeito às mesmas transformações.

Além disso, na Engenharia Elétrica, as tecnologias em geral se desenvolveram em ritmo acelerado, tornando-se muito mais eficientes e sofrendo grandes transformações em curtos espaços de tempo. Em contradição, a rede elétrica mundial, a qual é a base de toda essa tecnologia, se encontra estagnada durante esse mesmo espaço de tempo. Devido a isso, muitos países enfrentam graves problemas relacionados ao funcionamento inadequado de sua matriz energética, pois suas redes são incapazes de identificar e solucionar eficientemente falhas comuns como blackouts, sobretensão e falta de fase.

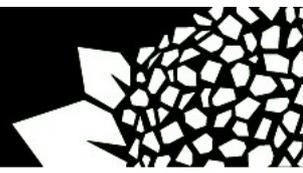
Mediante esta situação, o Smart Grid (NOORDIN et al., 2011) é uma proposta que visa renovar a área de geração, transmissão e distribuição estabelecendo uma comunicação multidirecional na rede, podendo assim obter informações e atuar sobre ela de forma rápida. Além disso, o usuário final poderá gerar e comercializar energia pontualmente e consultar o custo energético em tempo real. Tem-se, assim, que o estudo dessa nova forma de rede elétrica é de suma importância para a graduação em Engenharia Elétrica.

Com a eminência da implementação do Smart Grid, o trabalho proposto consistiu no desenvolvimento de um ambiente computacional (Bellanca, J.; Brandt, R., 2010) com o objetivo de familiarizar os estudantes de graduação de Engenharia Elétrica com os conceitos do Smart Grid e as possíveis mudanças que ocorrerão nos cotidianos dos usuários da rede. O ambiente “Projeto Smart Grid” possui características interativas onde o usuário pode simular os preceitos do Smart Grid, interagindo com a “Casa Smart”, uma casa tridimensional que apresenta diversos aparelhos eletrônicos interativos, além de possibilidades de compra e venda de energia de acordo com os conceitos do Smart Grid. O ambiente serve, portanto, como uma ferramenta de suporte didático, apresentando conceitos e conteúdos técnicos de forma interativa.

O artigo está estruturado como segue: a seção 2 apresenta a motivação do trabalho, a seção 3 a interface e estrutura do ambiente. As conclusões, apresentadas na seção 4, finalizam o trabalho.

## **2. MOTIVAÇÃO**

A aplicação do conceito Smart Grid nas redes elétricas já está bem avançada na Europa e nos Estados Unidos. Existem produtos nesses locais que, assim como na “Casa Smart” simulada pelo ambiente desenvolvido, permitem o fornecimento de informações de consumo de concessionárias de energia em tempo real, em um aparelho implementado nas residências, traduzidas em valores correspondentes à moeda local.



Para os consumidores brasileiros essa nova tecnologia vai permitir a prestação de novos serviços, como será citado no decorrer do artigo, e agilizar os que já existem, através principalmente da implementação de novos medidores, o que possibilitará ao cliente o acompanhamento dos níveis de qualidade da energia recebida. Em função de todas essas mudanças todos precisam também atualizar seus conhecimentos no assunto para melhor compreender e utilizar as vantagens que ela proporcionará à sociedade.

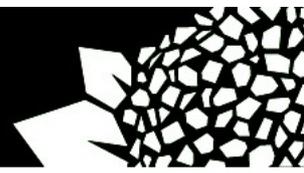
O desenvolvimento do projeto se embasou, na medida do possível, nas estratégias das metodologias ativas, mais especificamente nas estratégias baseadas em uma postura PjBL (BOSS&KRAUS, 2007), que possibilita o aprendizado da interação necessária ao trabalho em equipe, tanto entre seus membros como com o ambiente onde estão inseridos, o fortalecimento das competências transversais (liderança, comunicação, trabalho em equipe, solução de conflitos, gestão de projetos, conhecimento multidisciplinar), a aquisição dos conhecimentos técnicos, o reforço dos valores e da responsabilidade social. O papel do professor, nesta estratégia, foi o de facilitador da aprendizagem, fornecendo a estrutura adequada do processo através de perguntas de sondagem, fornecimento dos recursos apropriados, condução das discussões em classe, bem como planejando a sistemática de avaliação. Trabalhando em grupos, os alunos identificaram o que já sabiam, o que precisavam ainda saber, como e onde acessar novas informações que levaram à solução do problema colocado. As atividades desenvolvidas foram colocadas na forma de projeto, com a supervisão do professor tutor, com distribuição das tarefas, reuniões semanais e avaliações formativas, ao longo do procedimento. Pode-se afirmar que a tarefa desenvolvida, baseada em projeto, também desenvolveu nos membros participantes uma visão holística da realidade.

### **3. INTERFACE E ESTRUTURA DO AMBIENTE**

A interface do ambiente desenvolvido foi inteiramente elaborada de forma a buscar ao usuário a fácil assimilação de seu funcionamento e despertar o interesse no assunto abordado, além do aprendizado consequente da apresentação dos conceitos de “Smart Grid” na interação com o programa. O ambiente computacional “Casa Smart” utilizou a linguagem de programação livre Actionscript 3.0, orientada a objetos (com forte influência da linguagem Javascript) (O’HARA, K. J.; KAY, J. S 2003), executada em uma máquina virtual (AVM - "ActionScript Virtual Machine"), utilizada principalmente para construção de aplicações RIA (“Rich Internet Applications”). Mais especificamente, a linguagem é utilizada majoritariamente para desenvolvimento de aplicações Flash, as quais são fortemente utilizadas e distribuídas pela internet, e com grande capacidade de criação de plataformas interativas, de visual atrativo e de fácil utilização. Para a compilação do código do programa, foi utilizado o compilador “FlashDevelop”, também uma IDE (ambiente de desenvolvimento) de código aberto.

#### **3.1. Casa Smart**

Objetivando que o programa causasse grande familiaridade ao usuário comum logo na primeira utilização, a Casa Smart e todos os objetos nela contidos foram desenhados e dispostos de maneira a assemelhar-se a um Jogo, utilizando cores vibrantes e objetos levemente caricatos. Baseado no padrão das famílias brasileiras foram criados quatro cômodos bem divididos no ambiente: uma cozinha, uma sala de TV, um banheiro e um quarto, cada qual com seus eletrodomésticos pertinentes. Todos esses objetos (televisor,



secador de cabelos, geladeira, entre outros), assim como a própria casa, foram totalmente desenvolvidos no software “Blender”, no qual também foram feitas todas as animações tridimensionais do projeto. O Blender é um programa multiplataforma baseado em FOSS (“Free and Open Source Software”) desenvolvido pela “Blender Foundation” destinado principalmente à modelagem, animação, texturização e edição de vídeos tridimensionais.

### 3.2. Ambiente Digital

O projeto desenvolvido buscou a criação de uma ferramenta a qual transmitisse os conhecimentos desejados não apenas de forma expositiva, através de textos e imagens, mas sim de forma a disponibilizar um ambiente totalmente interativo (MURRAY, 2003), ao mesmo tempo extremamente familiar a qualquer usuário. Assim, o programa consiste principalmente de uma simulação de uma residência comum, com seus funcionamentos atrelados a um “Smart Grid”, onde o usuário pode ligar e desligar cada aparelho elétrico da casa, comprar energia pré-paga de diferentes fontes energéticas, obtendo informações sobre cada uma dessas fontes, além de poder observar, em tempo real, o gasto (em moeda local) realizado. A casa também conta com uma bateria a qual armazena energia obtida de placas solares, e permite que o usuário utilize a energia da bateria, ou venda a carga armazenada para a rede, obtendo em troca, créditos de energia.



Figura 1 – Casa Smart

Inicializando o programa, é mostrada a parte lateral da casa aberta, com todos os aparelhos eletrônicos à vista, além de um painel de informações ao topo, chamado de “Painel Smart”, um dispositivo tablet, onde podem ser acessadas diferentes funções da casa (Figura 1), e uma bateria onde é armazenada a energia provinda dos painéis solares da casa (Figura 2). Observar que já, nesta tela, o usuário consegue ver a potencia que pode ser disponibilizada pelas baterias, a potencia demandada pela e a emissão de CO<sub>2</sub>

correspondente à utilização das fontes energéticas que fornecem energia para suprir a demanda existente.

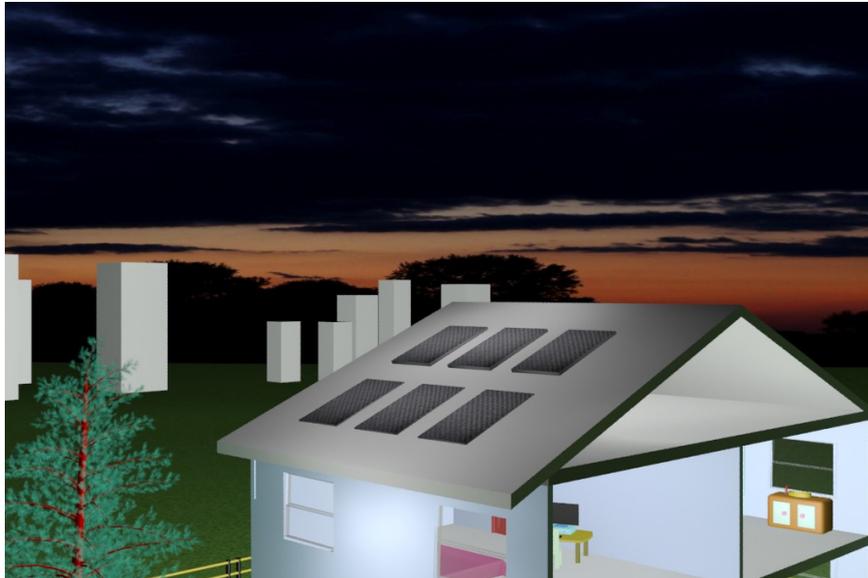


Figura 2 - Painéis solares

Na tela da Figura 1, o usuário tem a possibilidade de ligar ou desligar qualquer aparelho eletrônico clicando em cada um deles. Inicialmente, estão todos desligados, com a exceção das quatro lâmpadas correspondentes a cada cômodo da casa. Ao passar o ponteiro do mouse sobre cada dispositivo da casa, é disponibilizada a potência do aparelho correspondente. Ao ligá-los, ocorre no programa a disponibilização de avisos visuais e sonoros, para indicar ao usuário.

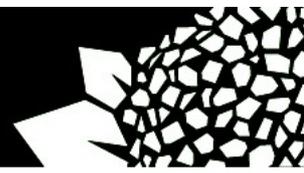
### 3.3. Painel Smart

Na parte superior da tela inicial do programa, está localizado o Painel Smart (Figura 3), uma parte da interface do ambiente a qual concentra todas as informações necessárias para que o usuário possa tomar as decisões pertinentes á utilização e manejo da energia consumida e/ou fornecida pela casa.



Figura 3 – Painel Smart

Primeiramente, à esquerda, pode-se ver a carga atual da bateria da casa, mostrada em porcentagens e auxiliada visualmente com uma barra verde, a qual decresce à medida que a carga é utilizada, iniciando seu valor em 100%, e atingindo 0% quando



toda a carga é utilizada, disponibilizando uma mensagem de aviso quando a carga atinge 20% do seu total.

Semelhante ao display de bateria, pode-se ver a seguir uma visualização da quantidade atual de créditos de energia da casa. Existe um *display* para cada tipo de crédito pré-pago que pode ser comprado no programa, sendo mostrados o valor absoluto de créditos atual, em Reais, e uma barra verde que decresce de acordo com a porcentagem de créditos que foi utilizada desde a última compra.

Tem-se, a seguir, no painel, a “Potência Total”, um *display* que exhibe numericamente, em watts, a soma da potência dos aparelhos elétricos atualmente ligados na casa. Ao seu lado, tem-se uma exibição do “total de kg de CO2 emitido”, realizando um cálculo de acordo com a utilização de créditos de energia provindos de fontes não-renováveis emissoras de dióxido de carbono, nocivos ao ambiente (no ambiente, é disponibilizada a informação: fonte termoeétrica utilizando carvão como combustível).

Abaixo, no painel, tem-se uma tela que disponibiliza informações sobre os aparelhos da casa: ao passar o ponteiro do mouse sobre qualquer aparelho, é mostrado nessa tela o nome do aparelho, seguido da potência consumida por ele, em Watts.

### 3.4. Tablet

À esquerda, no ambiente digital, é disponibilizada uma ferramenta ao usuário, a qual pode ser utilizada para acessar diferentes funções da Casa Smart (Figura 4). Essa ferramenta foi escolhida para ser mostrada como um *tablet*, devido à grande popularidade do dispositivo, gerando maior familiaridade com o usuário comum, e para que sejam mostradas as possibilidades do futuro da rede Smart Grid, permitindo acessibilidade de funções energéticas através de dispositivos conectados à internet.



Figura 4 - Tablet

Na tela do *tablet*, é mostrado um aplicativo com algumas opções acessíveis ao usuário:

- Comprar Energia: Esta opção leva o usuário à outra tela do programa, onde é possível a compra de energia através de créditos pré-pagos de diferentes fontes (maiores detalhes na seção 5.5);

- Vender Energia: Ao acessá-la, essa opção realiza a venda da energia armazenada na bateria da casa à rede elétrica, retornando em créditos de energia para o usuário;

- Usar Bateria: Esta opção pode ser marcada e desmarcada a qualquer momento, desde que haja créditos armazenados na casa. Com isso, é feita a escolha pelo usuário se será consumida a energia da bateria ou os créditos previamente comprados;

- Tutorial: Marcando essa opção, é ativado um sistema de ajuda ao usuário. Ao passar o mouse por cima de cada funcionalidade do software, é mostrado na tela um texto explicativo referente à mesma, contendo informações de forma a facilitar o entendimento do programa.

### 3.5. Compra de créditos de Energia

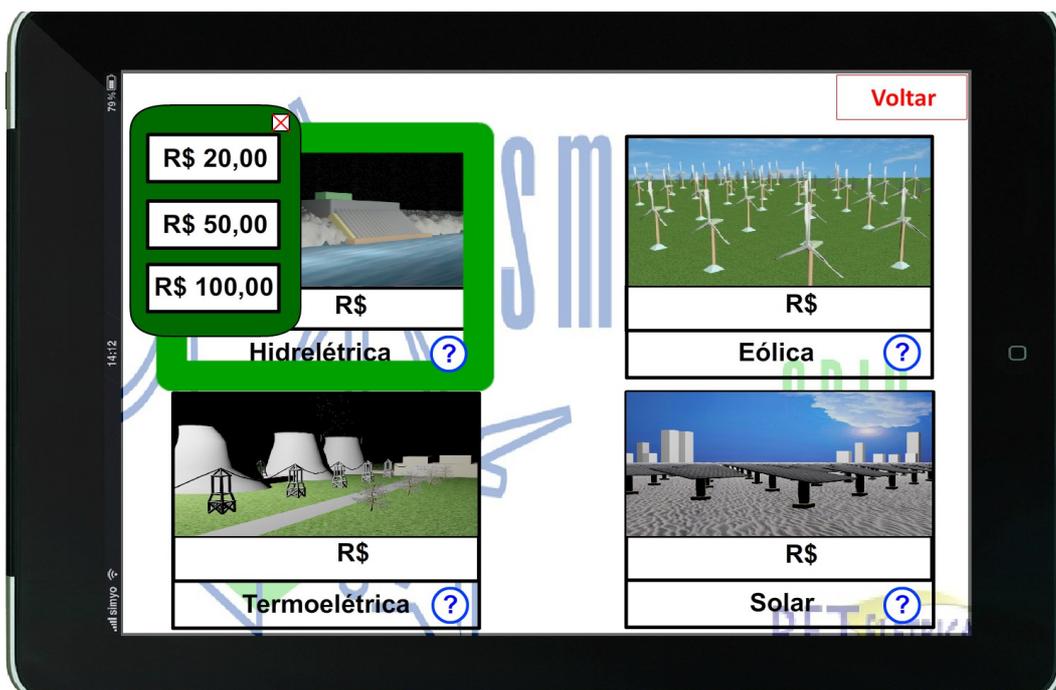
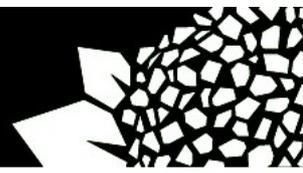


Figura 5 – Compra de energia

Seguindo o conceito de Smart Grid, a Casa Smart fornece ao consumidor (usuário do ambiente) a opção de escolha da fonte energética de sua preferência, dentre as quais se incluem Usinas Hidrelétricas, Solares, Termoeletricas e Eólicas. Existe, para tal, uma tela do ambiente na qual estão dispostas essas quatro fontes, como mostra a Figura 5. Sobre cada Fonte Energética existem botões que indicam a quantidade de energia pré-paga que será comprada com o clique do mouse, ou seja, clicando, por exemplo, sobre o número 50 da Usina Eólica cinquenta “reais” em créditos de Energia serão adicionados à casa. Notar que é possível adquirir créditos de todas as fontes energéticas ao mesmo



tempo, uma vez que serão consumidos igualmente pela casa. Nessa etapa, além de absorver o conceito de Energia Pré-paga (uma das bases da tecnologia Smart Grid), o usuário também tem oportunidade de se informar sobre cada fonte energética, bastando apenas clicar sobre ela para que uma nova janela se abra com uma animação também tridimensional e muitas informações interessantes sobre o tipo de Usina em questão.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Projeto Smart Grid teve como intuito principal desenvolver uma ferramenta de suporte didático que auxiliasse a disseminar os conceitos da tecnologia Smart Grid, em sua forma mais idealizada (McDONALD,2010). Da forma como foi projetado e apresentado, foi possível colocar na prática os principais alicerces da tecnologia Smart Grid, tal como vem sendo implementada, de forma prática, em nossa realidade. A proposta de aplicar os conceitos de PjBL nesse projeto foi extremamente bem sucedida, uma vez que os alunos envolvidos precisaram aprender e ter contato com conhecimentos novos para a realização do mesmo. Ao mesmo tempo, tiveram oportunidade de reforçar as competências transversais esperadas para o perfil profissional dos participantes e que foram utilizadas, ou se tornaram necessárias, durante o projeto:

- Aprender de forma independente
- Solucionar problemas, ter pensamento crítico e ser criativo
- Trabalhar em equipe e gerenciar relações interpessoais
- Saber comunicar de forma clara e objetiva
- Integrar conhecimentos distintos
- Ter capacidade de gerenciar mudanças, saber lidar com o novo e inesperado

O objetivo central, ao desenvolver o ambiente de suporte didático, foi que tanto pessoas leigas quanto conhecedores do assunto, pudessem aprender com a plataforma digital sobre essa tecnologia e sua implementação. Mas, especificamente, direcionado aos estudantes de engenharia elétrica que possuem informações ainda muito difusas e desconhecidas sobre a nova tecnologia Smart Grid.

Delineando impactar um maior público, a versão desenvolvida exclusivamente para *tablets* também estará disponível para download. Ela traz as mesmas funções e mais algumas facilidade relacionadas a utilização de telas *touchscreen*.

Após a conclusão do trabalho, foi proposto a um grupo de pessoas, com diferentes níveis de instrução, que experimentassem o ambiente. Notou-se que, majoritariamente, os usuários tiveram facilidade no manuseio das ferramentas apresentadas. Com base no questionário realizado em seguida à experiência, observou-se que o intuito do projeto foi alcançado com louvor. Com a realimentação positiva, de acordo com os entrevistados, sua interface intuitiva e lúdica se mostrou bastante atrativa. Assim, tendo como base os bons resultados obtidos com relação a estabilidade e funcionamento do ambiente, ele será disponibilizado para estudantes de Engenharia e interessados na área.

A partir dos resultados obtidos com a utilização do ambiente, diversas sugestões foram elaboradas. Por conseguinte, foi decidido que o Projeto Smart Grid ganhará uma segunda versão, onde o usuário poderá conectar um carro elétrico à sua rede de energia e poderá também, fazer simulações de panes elétricas. Essas futuras implementações

visam aproximar ademais o usuário dos conceitos da Rede Inteligente e, portanto, ele será capaz de comparar e contrastar os dois sistemas.

### *Agradecimentos*

Agradecimentos ao Programa PET/MEC e FAPEMIG.

### *Referências:*

Blender Foudation. Disponível em:

<<http://www.blender.org/blenderorg/>>. Acesso em: 30 mar.2012.

BOSS, S.; KRAUSS, J. Reinventing Project-Based Learning: Your Field Guide to RealWorld Projects in the Digital Age, ISTE, Washington, 2007.

BRASIL. Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), p. 7.

EDUCAUSE Quarterly, vol. 31, no. 2 (April–June 2008).

GRAAFF, E; KOLMOS, A. Characteristics of Problem-Based Learning\*: Delft University of Technology, the Netherlands.

FELDER, R. Engineering Education in 2015 (or Sooner), Proceedings of the 2005 Regional

Conference on Engineering Education December, Johor, Malaysia, 2005

Flash Develop. Disponível em :

<<http://www.flashdevelop.org/>>. Acesso em 30 mar.2012.

GOMES, F. J.; et al. Transversalidade na Educação em Engenharia com a Web 2.0: O Projeto Energia Inteligente. Anais: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia.

Fortaleza: Gran Marquise, 2010.

JAVA. Saiba mais sobre a tecnologia Java. Disponível em:

<[www.java.com/pt\\_BR/about/](http://www.java.com/pt_BR/about/)>. Acesso em: 27 jan. 2012.

LAKHAN, S.E & JHUNJHUNWALA, K. (2008). Open Source Software in Education.

O'HARA, K. J.; KAY, J. S. Open Source Software and Computer Science Education.

Computing Sciences in Colleges, USA, v.18, n.3, p 1-7, 2003.

OSI. The Open Source Definition. Disponível em:  
<<http://www.opensource.org/docs/osd>>. Acesso em: 02 fev. 2012.

RUGARCIA, A., R. M. FELDER AND J. E. STICE. The Future of Engineering Education :

Making Reform Happen Chem. Engr. Education, 34(3), 208-215, 2000

SOCKALINGAM, N. Characteristics of Problems in Problem-based Learning. Doctor Thesis

Erasmus University Rotterdam, 2010.

"Reinventing Project-Based Learning - Your Field Guide to Real-World Projects in the Digital Age". Suzie Boss and Jane Krauss. International Society for Technology in Education. Washington, DC, 2007.

"21st Century Skills - Rethinking How Students Learn". James Bellanca and Ron Brandt, Edt. Solution Tree Press. Bloomington, IN, USA. 2010.

## **DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL VIRTUAL INTERFACE PLATFORM FOR SMART GRID KNOWLEDGES DISSEMINATION**

**Abstract:** *The project had as objective the development of a digital environment based in FOSS (Free Open Source Software), aiming to serve as educational tool introducing to Engineering students and ordinary users the changes generated by electric grid technologies known as Smart Grid. The software has a totally interactive and easy handling interface allowing the user's quick understanding of how the alterations provided by Smart Grid in energy generation, distribution and consuming will affect the residential consumer. Therewith, the environment reaches equally a wide public, not being necessary technical knowledge for its understanding, due to its simplified and intuitive working as much for engineering students and professionals, as for lay users. The environment simulates a typical residence, with its functionalities, when connected to the Smart Grid network, allowing the user to interact with the house's electronic devices and understanding the relationship between energy use and spend through a panel which exhibits the power consumed in real time and its equivalent consume in financial resources. Additionally, it allows the energy source choice through pre-paid electrical energy credits purchase, containing detailed information about each one of them. Based on tests with electrical engineering students, it is possible to conclude the computational environment developed is friendly and of easy using for typical users.*

Educação na Era do Conhecimento



**COBENGE**  
**2013**

XLI Congresso Brasileiro  
de Educação em Engenharia

**GRAMADO • RS**

***Key-words:** Computing environment, PjBL, Smart Grid, FOSS, Educational Platform.*

**DE 23 A 26 DE SETEMBRO**