

O USO DE PROGRAMAS DE SIMULAÇÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA: POSSIBILIDADES E NECESSIDADES

Liane Ludwig Loder – lludwig@ufrgs.br

Fernando Augusto Bender – fernando.bender@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Elétrica.

Endereço: Avenida Osvaldo Aranha, 103.

90035190 – Porto Alegre - RS

***Resumo:** O artigo, essencialmente, problematiza o uso de programas de simulação em cursos de formação em engenharia. Ao longo do texto, ao mesmo tempo em que são destacadas as vantagens do uso de simuladores no entendimento de fenômenos de engenharia elétrica, de difícil observação e experimentação, é feito um alerta sobre o uso indiscriminado e açodado dessas ferramentas de programação em ambientes de ensino-aprendizagem. Ao final, são louvadas as atitudes daqueles professores que, conscientes e preocupados com o impacto de suas ações pedagógicas na aprendizagem de seus alunos, fazem uso, com cautela, das ferramentas computacionais que envolvem, especialmente, a simulação de sistemas e processos.*

***Palavras-chave:** Processos de ensino-aprendizagem. Educação em engenharia. Pedagogia universitária.*

1 INTRODUÇÃO

É possível afirmar que a Engenharia é uma das áreas do conhecimento que, não só contribuiu para o surgimento da Informática, mas que mais tem contribuído para o seu desenvolvimento. Sendo assim, é previsível que, na Engenharia, o campo de aplicação da Informática permaneça próspero e seja cada vez mais abrangente.

A presença massiva da Informática nas aplicações em engenharia tem se refletido de várias formas, desde o chão de fábrica, com a presença cada vez maior de sistemas automatizados (CAM – *Computer Aided Manufacturing*), até a prancheta do engenheiro, nas atividades de projeto (CAD – *Computer Aided Design*), através do uso dos mais variados tipos de programas de computadores (*softwares*). Da mesma forma, como causa e, simultaneamente, como consequência dessa situação verificada no mundo do trabalho, a Informática tem estado presente nas atividades acadêmicas de estudantes e de professores de engenharia.

No entanto, apesar de reconhecer a presença, cada vez maior, da Informática nas atividades do engenheiro, esse artigo dedica-se à análise do impacto dos recursos

informáticos, especialmente os que possibilitam a simulação de sistemas, utilizados nos contextos de ensino-aprendizagem em engenharia, tão somente. Os benefícios e os malefícios da utilização desses recursos com finalidade pedagógica são os temas aqui focalizados, tendo por objetivo gerar contribuições para o debate mais amplo sobre as estratégias de ensino mais adequadas no âmbito dos cursos de engenharia.

2 A INFORMÁTICA E A EDUCAÇÃO

Na classificação de GROS (1987), a Informática na Educação pode assumir distintos papéis. Pode ser classificada como um fim, no caso em que o objetivo educativo é “aprender sobre computadores”, como um meio, nesse caso o objetivo é “aprender com o computador”, ou ainda pode assumir o papel de ferramenta de trabalho para o professor e para o aluno, o que nesse caso se configuraria como “aprender usando o computador”.

Aprender sobre computadores envolve conhecer, minimamente, aspectos básicos do *hardware* (estrutura física do computador) e de *software* (estrutura virtual ou de programação do computador). Nos dias de hoje, alguns termos, há alguns anos considerados como exclusivos do glossário de especialistas da área, já são de uso corrente. Nesse particular, podem-se mencionar os seguintes termos: HD (disco rígido ou *Hard Disk*), memórias RAM (*Random Access Memory*) e ROM (*Read Only Memory*), *drives* - unidades de entrada e de saída de dados, CD (*Compact Disk*) e assim por diante. Muito se tem falado também na “alfabetização informática” que consistiria no conhecimento de linguagens de programação o que possibilitaria ao indivíduo “escrever” programas de computadores.

Aprender com o computador, ou utilizar a programação de computadores como um meio de aprendizagem, sintetiza a argumentação que defende que o ato de programar envolve uma seqüência de ações cognitivas que são capazes de promover o aprendizado. Segundo SANCHO (2001, p. 167), as vantagens oferecidas pela programação nesse particular seriam: (1) a promoção do pensamento rigoroso; (2) a compreensão de conceitos gerais; (3) a aquisição da arte da heurística, (4) a depuração de erros como uma atitude reconstrutiva do pensamento; (5) a invenção de soluções; (6) a conscientização de que não existe um caminho certo para se chegar a uma solução.

Aprender usando o computador, por sua vez, traduz a idéia do uso do computador como ferramenta de trabalho. É o que ocorre no caso da produção textual, da manipulação de dados através de planilhas eletrônicas, do acesso à rede mundial de informações – WWW (*World Wide Web*), do uso de programas de simulação, por exemplo.

A par desses múltiplos aspectos da Informática na Educação, que foram se constituindo ao longo do tempo, operou-se também uma mudança tecnológica que vem sendo acompanhada de uma mudança epistemológica na concepção dos *softs* educativos. Nesse aspecto, o que se tem verificado é a passagem de programas (*softs*) de caráter diretivo ou condutivista, inspirados nas teorias de aprendizagem de Skinner e seu ensino programado, a programas inspirados na aprendizagem por descobrimento ou na aprendizagem por construção, como é o caso dos simuladores. Dessa forma, nota-se uma evolução que se inicia com o “culto ao computador” (SANCHO, 2001, p.175) e que se encaminha a um patamar de ação educativa centrada no aluno, mediada pelo computador, representada pelos assim chamados “ambientes de aprendizagem”.

A Informática e a Educação em Engenharia

No cotidiano dos cursos de engenharia, professores e alunos utilizam os recursos de informática como ferramenta de trabalho nas suas mais diferentes atividades, por isso, aprender sobre computadores é tarefa básica. Ademais, é muito comum o aprendizado dar-se mediado por computadores. Dessa forma, no ambiente educativo da engenharia, as categorias apontadas por GROS (1987): *aprender sobre o computador, aprender com o computador e aprender usando o computador*, estão presentes no cotidiano dos alunos de engenharia.

No caso específico da redação de projetos de pesquisa para submissão em agências de fomento, na confecção de relatórios de atividades, na produção de material bibliográfico, no preparo de apresentações e defesas de trabalhos, são utilizados “pacotes” comerciais de *software* especialmente adquiridos para essas finalidades. Dentre esses *softwares* podem-se citar: editores de texto (*Word for Windows, KWord, OpenOffice Writer*, etc.) planilhas eletrônicas (*Excel for Windows, OpenOffice Calc*, etc.) editores gráficos (*CorelDraw, OpenOffice Draw*, etc.) programas como o *Power Point* para confecção de *slides* eletrônicos e assim por diante.

Além dessas aplicações, típicas de atividades de escritório, a informática nas Escolas de Engenharia se faz presente na automação dos laboratórios de pesquisa e nas atividades de projeto aí desenvolvidas. Nesses ambientes, muitas vezes, o controle de processos por computador e o uso de sistemas automatizados para monitorar e controlar variáveis físicas, tais como pressão, temperatura, vazão, esforços mecânicos, interferência eletromagnética, irradiação e tantas outras, em caráter ininterrupto, são atividades imprescindíveis o que torna necessário o uso de recursos de automação.

Nessas aplicações, usam-se *softwares* ou comerciais, ou livres, ou mesmo desenvolvidos pelos pesquisadores, a partir de linguagens de programação disponíveis no mercado. Nas duas primeiras situações, alunos, normalmente bolsistas, e professores são instados a se familiarizar com o uso de programas, especificamente desenvolvidos para essas atividades por alguma empresa do ramo, externa ao meio acadêmico. No segundo caso, alunos e professores programam os computadores para a execução das tarefas utilizando linguagens de programação adequadas, tais como o BASIC (*Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code*), o Visual Basic, o FORTRAN (*Formula Translator*), o C, o C++ e o Java, entre outras.

Tendo em vista finalidades pedagógicas, cumpre destacar que a utilização de recursos multimídia relativamente simples, como *Gif's (Graphics Interchange Format)* animados, auxilia a compreensão de temas abstratos. O uso de figuras graficamente elementares, sobrepostas em seqüência, cria a idéia de movimento e permite, por exemplo, a representação visual de fenômenos complexos como a emissão de uma onda eletromagnética a partir de uma antena.

De forma semelhante, a utilização de vídeos de baixo custo (feitos com o *webcams* e outros periféricos de *PC's*) retratando experimentos ou registrando a operação de plantas industriais ou mesmo de sistemas simples, permite um entendimento mais apropriado sobre, por exemplo, o funcionamento dos sistemas de controle típicos utilizados. Além disso, a produção de vídeos traz como vantagem adicional a não necessidade dos alunos se deslocarem até as instalações de uma planta industrial real para acompanhar o processo, objeto de estudo.

2.1 O uso de programas de simulação em Cursos de Engenharia

De forma complementar e, muitas vezes, antecipando a atividade experimental, tanto na pesquisa como nas atividades de sala de aula, professores e alunos têm utilizado, cada vez mais, programas que envolvem simulação, alguns deles comerciais, como o MATLAB[®]

(*MATrix LABoratory*) ou de livre uso como o SCILAB (*SCIentific LABoratory*) ou, ainda, outros desenvolvidos na própria academia.

Esses programas tomam como ponto de partida o modelamento lógico-matemático da situação-objeto de estudo. A partir desses modelos, esses programas utilizam “pacotes” específicos onde a simulação é construída. No caso do MATLAB a simulação se dá através do Simulink, no caso do SCILAB, através do Scicos. Esses pacotes (“*plugins*” ou adendos) são ambientes de representação de sistemas, através dos quais é possível analisar o comportamento desses sistemas, em pontos distintos, sob ação dos mais variados sinais de entrada e, além disso, capturar os resultados sob diferentes formas.

De fato, esses “pacotes” são interfaces gráficas (GUI, *Graphical User Interface*). Subjacente a esses pacotes, isto é, no “*backend*”, existe um intrincado arranjo de funções que lêem, interpretam, validam e incrementam, enfim, aproximam numericamente o comportamento do sistema para o instante seguinte ao inicial. Isto tudo suportado pelos métodos numéricos mais adequados ao processo sob simulação. Esta estimativa do comportamento do sistema no instante seguinte repete-se iterativamente para todos os instantes de tempo em que o comportamento do sistema é relevante.

Resumidamente, pode-se afirmar que esses simuladores possibilitam estudar, em um ambiente virtual, o comportamento estático e dinâmico da situação-problema permitindo, dessa forma, projetar e prever a resposta do sistema/processo sob investigação nas condições de trabalho que irão ocorrer no mundo real. A simulação, dessa forma, se apresenta, muitas vezes, como uma alternativa para reproduzir virtualmente experimentos que seriam ou muito onerosos, ou até mesmo perigosos para serem realizados no ambiente de sala de aula.

Esses *softs* são utilizados, então, como “ferramentas inteligentes”, pois, ao mesmo tempo em que servem para obter resultados através de operações matemáticas de elevada complexidade, como é o caso de operação com matrizes de muitos e, até, milhares de elementos, servem também para “tomadas de decisão” que podem envolver ações cognitivas de alta ordem de complexidade por parte do projetista, usuário desses programas. Essa atividade, segundo a categorização proposta por GROS (1987), representa *aprender com o computador*.

No âmbito dos cursos de Engenharia Elétrica, são utilizados vários programas de simulação. Em Eletrônica é muito utilizado, por exemplo, o *software* comercial SPICE (*Simulated Program with Integrated Circuits Emphasis*) para desenvolvimento e simulação de circuitos elétricos analógicos. Em Telecomunicações, programas comerciais robustos como o CST *Microwave Studio* permitem desenhar dispositivos de microondas, funcionando dessa forma como um CAD. A partir desses desenhos, esses *softs* permitem simular o comportamento dessas estruturas em função das condições de operação desejadas. Dessa forma, é possível, por exemplo, projetar irradiadores (antenas) de geometria qualquer e analisar, virtualmente, o comportamento dessas antenas quando em operação. Através de programas desse tipo, é possível, também, a visualização de ondas eletromagnéticas viajantes irradiadas por essas estruturas metálicas e a identificação de possíveis problemas de interferência, além de outras facilidades.

Essa proliferação de *softwares*, e a cada vez maior facilidade de acesso aos mesmos no meio acadêmico, acabam exigindo, com urgência, a capacitação de um número cada vez maior de professores e de alunos no uso dessas ferramentas. No contexto pedagógico, esse novo conhecimento vem demandar competências específicas para os professores e também para os alunos. Essa capacitação do corpo docente e discente para o uso desses programas exige um tempo adicional de trabalho e dedicação, usualmente não previstos no planejamento da grade horária dos cursos de engenharia.

Além disso, para viabilizar o uso de programas computacionais cada vez mais complexos são requeridos *hardwares* mais modernos. Os computadores nos quais “rodam” esses

programas devem possuir maior capacidade de memória de “escrita e leitura” de dados (RAM – *Random Access Memory*), maior capacidade de armazenamento de informações em disco rígido (HD – *Hard Disk*) e maior velocidade de processamento, isto é, uso de processadores mais rápidos, operando em frequências mais elevadas (atualmente “na casa” dos GHz).

Isso tudo faz com que as Instituições sejam instadas a investir parte importante de seus orçamentos na aquisição tanto de novos computadores como de pacotes de *softwares* mais atualizados, especialmente desenvolvidos para solucionar problemas de engenharia.

A contrapartida para esse esforço adicional, em termos de mais recursos materiais e de novos conhecimentos para os aprendizes, reside nas novas possibilidades que esses recursos computacionais trazem ao aprendizado e à docência. Isto porque, além dos resultados numéricos, advindos de uma simulação da situação real através do uso de algoritmos matemáticos especialmente desenvolvidos para essa finalidade, esses programas, normalmente, oferecem a possibilidade de representação gráfica dos fenômenos estudados. Em muitos casos, como já destacado anteriormente, essa representação também inclui a possibilidade de animação dos fenômenos simulados.

Essas novas possibilidades, isto é, a visualização e a animação de uma situação simulada, permitem ao sujeito aprendiz melhor compreensão dos fenômenos analisados. Aparentemente, essa melhor compreensão está vinculada não só à possibilidade de uma percepção visual desses fenômenos, muitas vezes invisíveis ao olho nu, mas também à mobilização de estruturas cognitivas solidárias a essa percepção que, por sua vez, permitem a representação do objeto de estudo em patamares cognitivos de complexidade maior.

Essa dinâmica parece possibilitar, por sua vez, uma aprendizagem mais significativa, o que, acredita-se, seja capaz de credenciar o aprendiz à concepção de novas situações, isto é, à criação de novidades. Em outras palavras, tudo leva a crer que esse processo cognitivo que é desencadeado pela possibilidade de uma percepção visual do fenômeno estudado, termine por capacitar o sujeito aprendiz na formulação de novas situações, isto é, seja instrumento eficaz para capacitar o aprendiz na formulação de projetos inovadores em que esses fenômenos sob estudo sejam variáveis importantes.

Um exemplo prático disso é a possibilidade de visualização em três dimensões (3D) de ondas eletromagnéticas (OEM's) viajantes no ar, a partir de uma estrutura metálica irradiante, como no caso de antenas, através do uso de um *software* de simulação de campos eletromagnéticos. O fato de uma OEM não ser visível ao olho humano impossibilita a observação visual de fenômenos ondulatórios tais como refração, reflexão e transmissão de um sinal de rádio ao atravessar a atmosfera, por exemplo. Essa dificuldade torna o entendimento desses fenômenos um exercício mental de elevada complexidade uma vez que a abstração a partir do fenômeno observado é limitada. Na verdade, nesse caso, a empiria fornece apenas os efeitos provocados pelas oscilações tais como o aquecimento de uma placa metálica, o acendimento de uma lâmpada fluorescente, a transmissão de um sinal audível de um ponto a outro do espaço sem a utilização de fios condutores. A partir dessas observações, os cientistas fazem suas construções teóricas e o aprendiz, por sua vez, tomando esse contexto teórico como conteúdo de referência e, em uma ação cognitiva que vai lhe demandar abstrações de até enésima potência, constrói seu aprendizado.

São evidentes as dificuldades interpostas pela impossibilidade de uma observação direta do fenômeno, como no caso dos fenômenos de refração, reflexão e transmissão de um sinal luminoso ao atravessar camadas de diferentes meios (ar e água, por exemplo). Sendo assim, o uso do simulador parece ser muito vantajoso nesses casos quando comparado com as estratégias de ensino tradicionais, em que o aluno deve imaginar esses efeitos a partir de representações, estáticas, dessas situações dinâmicas apresentadas, usualmente, através de ilustrações em livros-texto.

No entanto, convém lembrar que o simulador executa iterações numéricas sobre a representação de um modelo do sistema real. Este modelo nada mais é do que uma simplificação idealizada do sistema real, visando reproduzir o comportamento predominante do sistema e seus elementos relevantes, nas condições de interesse, tão somente isto.

A simulação, pelo fato de suprimir uma série de não-linearidades do processo real: folgas, saturações de controle, estados e sensores, falhas nas operações, distorções dos sinais, ruídos, etc., não substitui a planta, mas permite *insights* sobre o processo simulado uma vez que aspectos relevantes do comportamento encontram-se reproduzidos pelo modelo. A simulação, desse modo, permite um *preview* da operação do sistema real e nisso reside um valor inestimável para o projeto de sistemas.

Em resumo, simular o comportamento de um sistema ou de um processo implica em duas ações cognitivas: compreender o processo físico e compreender a ferramenta de simulação (*software*). Como a ferramenta requer uma programação de modo a reproduzir nela o sistema, o ato de simular, dessa maneira, leva o indivíduo a uma reflexão sobre o que ele quer fazer, isto é, a uma tomada de decisão.

Os benefícios do uso de simuladores parecem claros. Reconhecer os malefícios advindos de seu uso, no entanto, passa a ser importante como alerta para usar essas ferramentas com a devida cautela. Aparentemente, o maior risco, assim como o maior benefício, do uso dos simuladores é de ordem epistemológica, isto é, diz respeito à forma como o aluno constitui seu conhecimento. Paradoxalmente, ao mesmo tempo em que parece servir como ponto de partida importante para que o aluno aprenda, o uso do simulador, nos tempos de uma disciplina curricular, ao acelerar, artificialmente, a solução de problemas propostos, pode servir como obstáculo epistemológico que dificulte, ou mesmo impeça, que o aluno atinja uma solução mais criativa e inovadora.

O problema, no entanto, não é tão simples como possa parecer à primeira vista, isso porque, em um contexto pedagógico, analisar o impacto epistemológico das ações pedagógicas requer considerar um número muito grande de variáveis. No entanto, na questão do uso das ferramentas de simulação, o tempo disponível para que o aluno se familiarize com o software aplicativo e consiga operar satisfatoriamente de modo a conseguir solucionar problemas de engenharia no contexto escolar parece ser importante.

Conforme testemunho de um aluno:

“Em Eletrônica tem o Microcap, depois tem o Spice, tem o Matlab que é fundamental, depois tem o Keil para a disciplina de Microprocessadores... mas acho que não tem tempo pra aprender. É fundamental, tem que aprender, mas o tempo que nos é dado é muito curto porque o aluno vai ter que aprender uma linguagem, você vai se dedicar a aprender o Matlab e vai deixar de estudar aí vai chegar na prova e o professor vai cobrar e você não vai ter o programa disponível pra resolver. Acho que falta tempo pra essas ferramentas. São fundamentais? Sim, concordo que devemos aprender, mas o tempo que temos pra aprender essas ferramentas é muito curto.

O professor não ensina, mas cobra que a gente saiba mexer na ferramenta. Eu, por exemplo, me dedico a entender como funciona e uso o programa pra validar um resultado, mas eu sou formando. O aluno novo quer correr, tenta, tenta até acertar. Acho que, se no início do curso ensinassem bem essas ferramentas, não havia necessidade de obter os resultados de qualquer jeito como, muitas vezes, acaba se fazendo”.

O uso extensivo e intensivo das ferramentas de simulação no tempo restrito imposto pelo calendário escolar parece que deve ser visto com maior cuidado. A curta duração das disciplinas, os *softs* com interfaces cada vez mais amigáveis e a rapidez dos resultados apresentados, mesmo no tratamento de problemas bastante complexos, como é o caso da propagação de ondas eletromagnéticas em um meio qualquer, apresentam-se como fatores que acabam induzindo o aluno a não utilizar a ferramenta de software como um instrumento para sua reflexão e tomada de decisão. Ao invés disso, essas facilidades parecem levar o aluno a usar esses programas para resolver um determinado problema usando tentativa e erro. Apesar

de se reconhecer que o método de tentativa e erro não é tão direto como parece, pois envolve operações cognitivas elaboradas, isso não é o bastante. Afinal, espera-se que o engenheiro apresente soluções fundamentadas, teórica e tecnologicamente, e isso requer mais do que testar hipóteses até encontrar uma solução razoável, como parece induzir o uso desses aplicativos de maneira açodada.

Lembrando mais uma vez o caso específico do projeto de antenas, por exemplo, para o aprendiz é tentador ficar testando novas geometrias ao invés operar com as teorias já desenvolvidas, ao longo de quase um século de evolução tecnológica nessa área, ou mesmo desenvolver novos construtos teóricos visando à mesma finalidade.

O exercício sistemático da tentativa e erro parece levar a uma limitação das possibilidades do aprendizado, uma vez que remete ao tipo de ação que caracterizava o comportamento dos primeiros pesquisadores. No início dos tempos das telecomunicações, na época de Marconi e Landell de Moura, o aprendizado nessa área resultava da experimentação extensiva e do registro das experiências bem sucedidas. Certamente, isso não é uma meta pedagógica de Instituições de Ensino voltadas à formação de novos profissionais.

Apesar dessa perspectiva sombria, há que se reconhecer que, muitas vezes, esse problema é minimizado pelos professores, de forma consciente ou inconsciente, pelo uso compartilhado do mesmo *software* em várias disciplinas do curso, por exemplo. Dessa forma, o aluno tem mais tempo para aprender o *soft* em uma determinada disciplina inicial e, nas disciplinas subseqüentes, pode usá-lo, efetivamente, como uma ferramenta para resolver tarefas propostas pelos professores. Apesar disso parecer uma solução paliativa, sem dúvida, é um primeiro passo a tomar.

Nas tarefas que envolvem pesquisa, em função dessa atividade, normalmente, se realizar em mais de um semestre, “atravessando” o calendário letivo regular, o tempo para o aprendizado é contemplado como parte da atividade do bolsista. Dessa forma, o uso de *softs* acaba assumindo uma dimensão mais favorável ao aprendizado criativo, significativo, não mecânico e operacional o que, estima-se, seja mais adequado para a formação do engenheiro.

Conforme testemunha uma aluna bolsista de Iniciação Científica, nos tempos de uma pesquisa é possível utilizar os programas de simulação como ferramentas de validação de um estudo feito a partir da teoria:

“Antes de usar a simulação no MATLAB, a gente teve que fazer uma revisão teórica muito grande para criar o método que resolvesse o problema que a gente tinha. A simulação a gente só usa pra obter o valor da tensão e da corrente numa subestação, né. A gente não tem como pegar um sistema de energia elétrica real, ir lá e aplicar uma falta, por isso a simulação é importante”.

3 CONCLUSÕES

Acredita-se que nenhum aluno deva ser levado à simulação antes de, realmente, entender a “Física” do experimento, isto é, os fenômenos físicos envolvidos no experimento, a dinâmica e os resultados esperados do processo simulado.

Quando o aluno desconhece o processo que simula, só existe valor na simulação quando ele conhece a teoria subjacente. Por exemplo, um aluno que não conheça enfileiramento de pacotes em redes TCP/IP (*Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*), mas que esteja habituado a modelos similares, tais como: integradores sujeitos à saturação, seguimento de referência e rejeição a perturbações, reconhecerá, na análise dos resultados da simulação, comportamentos semelhantes aos de seus experimentos usuais. Nesse caso, a simulação é válida e pode resultar em resultados coerentes com a situação real.

Além do mais, é preciso destacar que o uso de simuladores, e em termos mais gerais, das ferramentas computacionais, é eficaz como recurso pedagógico quando faz parte de um planejamento didático mais amplo que envolve respostas às seguintes perguntas:

- O aluno possui acesso à ferramenta fora do horário de aula?
- Há alguém no ambiente de uso extra-classe capaz de responder as dúvidas dos alunos?
- A ferramenta computacional será utilizada em casa?
- O *software* a ser utilizado é livre (distribuída segundo a GPL (*General Public License*)) ou é licenciado sob comercialização? Neste caso, o aluno terá tempo suficiente para concluir o trabalho com o uso da ferramenta? (Supondo-se uso restrito ao laboratório da Escola).
- O aluno possui os pré-requisitos necessários para compreender e simular o problema na ferramenta computacional disponibilizada pelo professor?

Ao final, convém destacar que, mesmo que se reconheça que Engenharia é invenção, vale lembrar que inventar não é criar alguma coisa do nada. O professor e, por extensão, a Sociedade esperam que o aluno de engenharia, ao longo de seu curso de formação, conheça e aprenda as teorias desenvolvidas em quase cinco séculos de desenvolvimento científico e em quase dois séculos de desenvolvimento da engenharia, no mundo ocidental. A partir disso, a expectativa da sociedade é que o engenheiro saiba como operar com esse conhecimento. Isso significa, em primeiro lugar, que o engenheiro seja competente em replicar práticas consagradas e testadas no mundo do trabalho e, adicionalmente, seja capaz de criar novas práticas ou técnicas para alavancar o desenvolvimento tecnológico de uma civilização cada vez mais voraz de respostas para seus problemas.

Dentro de uma concepção de que compreender é inventar ou, ainda, que a capacidade de invenção advém de uma aprendizagem significativa, parece razoável que a Informática seja considerada como um campo fértil na oferta de instrumentos úteis para a atividade de inovação do engenheiro. Cabe aos professores de engenharia o uso pedagógico adequado dessas ferramentas para se atingir o objetivo de capacitar o aluno a inventar.

Esse artigo pretende apenas alertar o professor sobre o uso indiscriminado e, principalmente, não cauteloso dos programas de simulação, em ambientes acadêmicos. O foco da discussão tem por objetivo sensibilizar o professor enquanto agente das propostas de estudo no ambiente escolar na perspectiva de que a escolha das estratégias de ensino cabe, prioritariamente, ao professor, e, por isso, ele é o interlocutor preferencial desse artigo.

É alentador, no entanto, verificar que, no contexto acadêmico da engenharia, muitos professores já têm a consciência da necessidade dessa ação cautelar quando se trata do uso de simuladores, como atesta o testemunho de um aluno recém formado:

“A visão que os professores deram do simulador é verificar, tu nunca pode confiar muito, o MatLab por melhor que seja ele, de repente, pode te dar alguma besteira, se tu não tiveres a intuição física certa... Se tu não souberes o que tu estás fazendo, ele pode te dar uma besteira... simulação te dá qualquer coisa... eu sempre aprendi a desconfiar dos resultados das simulações... eu acho que (isso) foi uma coisa dos professores, principalmente os da área de Controle onde se usa mais na graduação, que sempre deixaram bem claro: o simulador é uma ferramenta para tu revalidares o que foi feito até agora (a partir da teoria). Para mim é difícil pensar em ficar testando valores, para mim é: faz, simula e aplica. Parece o jeito mais óbvio de fazer e eu acho que isso foi em parte até dos professores que sempre deixaram bem claro que não se deve confiar, de olhos fechados, no que tá mostrando (a simulação), que pode ter alguma besteira, pode dar o azar de dar num caso que o cara (o projetista do simulador) não previu. Acho que os professores foram bem sucedidos em deixar claro que a simulação não era pra te dar a resposta, mas para confirmar a resposta”.

É necessário, porém, que esse proceder seja ato rotineiro nas ações pedagógicas vigentes em cursos de engenharia.

4 APÊNDICE

Adicionalmente a tudo que foi dito, convém destacar ainda que, no caso específico de uma ferramenta de simulação, o aluno não precisa dominar totalmente a ferramenta para usá-la, basta que conheça as funções que utilizará desse programa. Isto, automaticamente, implica na seguinte questão: quais são as funções necessárias do simulador?

Como exemplo, e considerando os pontos tratados no artigo, listamos aqui um procedimento com onze passos para o caso hipotético de uma simulação de uma planta simples: um integrador alimentado por uma fonte constante cujo estado seja observado em um gráfico temporal em uma tela. Este procedimento pode ser entregue aos alunos no início de uma aula experimental. Visa suprir a falta de conhecimento dos alunos com a ferramenta, conduzindo-os diretamente ao ambiente que o professor planejou; ou seja, à execução da simulação.

4.1 Roteiro de Laboratório de Simulação

Experiência: “Simular a resposta de um integrador a um sinal de entrada constante”.

1. Ligue o computador
2. Aguarde o término da sua inicialização. Procure na tela o ícone com a denominação MATLAB. Faça um clique duplo com o *mouse* neste ícone.
3. Uma janela se abrirá e o cursor estará piscando no início de uma linha. Digite '*simulink*' e tecle <ENTER>
4. Uma nova janela se abrirá. Na parte central apresenta-se uma variedade de categorias de símbolos agrupadas por natureza. Contêm os elementos necessários para construir a representação da planta. Na parte superior há uma barra de botões. Clique no ícone denominado '*New*'
5. Uma nova janela se abre. Ali será representada a planta a ser simulada.
6. Caso lhe pareça necessário, reorganize as janelas de modo a poder visualizá-las e evitar sobreposições.
7. Na janela anterior, com as categorias de símbolos, clique em '*Continuous*'. Procure o ícone denominado '*Integrator*'. Clique e arraste-o para a janela em branco.
8. Repita o processo, arrastando os símbolos '*Scope*' na categoria '*Sinks*', e '*Step*' na categoria '*Source*'.
9. Posicione os blocos de forma que da esquerda para direita, encontrem-se o '*Step*', o '*Integrator*' e o '*Scope*'. Clique e arraste a seta que deixa o '*Step*' até a seta de entrada do '*Integrator*'. Da mesma forma, arraste a seta que deixa o '*Integrator*' até a seta de entrada do '*Scope*'.
10. Faça um clique duplo no '*Step*'. Abrir-se-á uma janela com suas propriedades. Valore os campos da seguinte forma: '*Step Time*' = 0; '*Initial Value*' = 0; '*Final Value*' = 1. Feche a janela.
11. Na janela inicial do '*simulink*', clique na opção '*Start*'. Uma janela se abrirá exibindo a saída do '*Integrator*', capturada pelo '*Scope*'. Acuse ao seu professor a chegada a este ponto.

Agradecimentos

Esse trabalho contou com a colaboração de alunos do Departamento de Engenharia Elétrica da UFRGS que dispensaram parte importante do seu tempo no intuito de externar suas opiniões e observações sobre os tópicos em apreço.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GROS, B. *Aprender mediante el ordenador*. Barcelona: Ed.PPU, 1987.

SANCHO, J. M. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: ARTMED, 2001.

THE USE OF SIMULATION PROGRAMS IN ENGINEERING COURSES: POSSIBILITIES AND NECESSITIES

Abstract: *This article discusses the use of simulation programs in engineering courses. At the same time that the advantages of using simulators for explaining complex electrical engineering phenomena are highlighted, a warning about the superficial use of these tools in teaching-learning environments is given. At the end, the attitude of professors who are worried about the impact of their pedagogical actions on the learning process of their students and who cautiously use computer tools to simulate systems and process is praised.*

Key-words: *Learning-teaching procedures. Engineering Education. University Pedagogy.*