

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO IMPACTO DE SOFTWARES DE SIMULAÇÃO NO ENSINO DAS ENGENHARIAS QUÍMICA E DE PETRÓLEO

*João Paulo Leite¹
Maria Júlia Coutinho Beltrão²
Iam Estebanez Chebar³
Ninoska Isabel Bojorge Ramirez⁴*

RESUMO: As necessidades e expectativas da sociedade globalizada têm levado à aplicação da engenharia química e de petróleo a desenvolver tecnologias sustentáveis. Neste trabalho, é realizada uma descrição da evolução da engenharia química na sociedade brasileira e mostrado seu amplo alcance de aplicações nas indústrias da química fina, de alimentos, farmacêuticos e na extração e de processamento de petróleo. São revisadas as tendências nacionais e internacionais atuais na educação da engenharia química perante esta evolução para identificar que recursos educacionais são empregados na formação de futuros engenheiros para se adaptar às novas tecnologias e ao desenvolvimento de novas aplicações da ciência da engenharia química e de petróleo. Na primeira parte deste trabalho, é realizada uma caracterização estatística e demográfica das universidades brasileiras que oferecem os cursos de engenharia química e de petróleo. Suas similaridades, diferenças e projeções futuras para a área são discutidas. Na segunda parte, são mostradas as atuais abordagens inovadoras empregadas nas instituições brasileiras de maior credenciamento. Um dos objetivos deste trabalho é discutir os temas comuns recomendados para todos os engenheiros químicos e de petróleo, especialmente em relação àqueles aspectos relacionados aos sistemas de engenharias de processamentos, uso de métodos e ferramentas computacionais para seu ensino, sistemas de multimídia e infraestrutura baseada em bibliotecas virtuais.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos e ferramentas computacionais, Softwares de simulação.

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE IMPACT OF SIMULATION SOFTWARE IN EDUCATION OF CHEMICAL AND PETROLEUM ENGINEERING

ABSTRACT: The needs and expectations of the globalized society have introduced the application of chemical and petroleum engineering in the development of renewable technology. In this work, it was done a description about the evolution of engineering in the Brazilian society, showing its wide reach of applications in the industries of fine chemical, food, pharmaceutical and in the extraction and process of oil. The current national and international trends in the educational methods around the engineering area were revised to identify what educational resources are used in the formation of these future engineers, in order to adapt them to the new technologies and to the development of new applications in the science of the chemical engineering and petroleum. In the first part of this work, it is made a statistical and demographic study of the Brazilian universities that offer courses of chemical and petroleum engineering. The likeness, differences and future trends of the results were discussed. In the second part, the present innovatory approaches

¹ Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: joao_leite@id.uff.br

² Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: mj_beltrao@id.uff.br

³ Universidade Federal Fluminense (UFF).E-mail: iestebanez@hotmail.com

⁴ Departamento de Engenharia Química e de Petróleo da Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia - UFF - Niterói - RJ, Rua Passo da Pátria, 156. Bloco E-226, São Domingos - Niterói, CEP 24210-240 (UFF). E-mail: nbojorge@id.uff.br

used in the best qualified Brazilian courses are shown. One of the objectives of this activity is to discuss the results of basic learning and common subjects recommended to every engineer, mainly those aspects that have relation with processing engineering systems, methods and computational tools in its teaching, multimedia systems and learning programs and infrastructure based on virtual libraries.

KEYWORDS: Education, Methods and computational tools, Software simulation.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos muitas conquistas importantes foram realizadas em disciplinas de engenharia em geral, bem como o sistema engenharia, integração de processos e otimização, em particular, no que diz respeito às suas aplicações para melhorar a energia e outros recursos em uso na indústria; mas restritamente à Engenharia Química, essa evolução se deu de forma um pouco mais tardia: as suas origens estão ligadas aos principais laboratórios de química alemães. As universidades de Göttingen, Giessen, e Heidelberg educaram uma geração de químicos que aplicaram ciência básica fundamental à produção em grande escala de processos de interesse da química industrial. A abordagem alemã considerava a combinação de conhecimento de química com engenharia mecânica. Alguns desses químicos industriais migraram para os Estados Unidos, onde participaram da construção de novos laboratórios e ajudaram a formar futuros engenheiros industriais. O termo Engenharia Química é creditado ao inglês George Davis, um ex-inspetor de fábrica de álcalis, que em 1887 proferiu um importante conjunto de palestras, posteriormente publicadas, sobre a operação das instalações químicas modernas da época. Nestes pouco mais de cem anos, a engenharia química evoluiu de uma disciplina estritamente aplicada para dar sua contribuição nas mais avançadas fronteiras da ciência dos últimos anos – principalmente na área da indústria do petróleo, onde surgiu uma nomenclatura mais específica, a de Engenharia de Petróleo (Nikolaou, 2013; Comstock, 1980).

Hoje em dia há uma consciência crescente na necessidade de desenvolver conhecimentos de informática nos alunos em todos os cursos de engenharia. A aprendizagem assistida por computador é uma ferramenta essencial para consolidar os conceitos teóricos e, por sua vez, fornecer aos futuros engenheiros uma forte vantagem competitiva para suas

carreiras. Assim, os conhecimentos de informática são competências essenciais para graduandos em engenharia e espera-se que eles vão ser ensinados a uma maior extensão (Perrin e Laurent, 2008; Nikolaou, 2013). Na área de processos da engenharia química e de petróleo, os métodos computacionais de programação matemática levaram a resultados bem sucedidos para aplicações industriais reais (Glassey et al., 2013; Tiina et al., 2012). A resolução de problemas também pode ser usado como um elo entre os currículos dos cursos de graduação da engenharia química e de petróleo porque todos os cursos desta engenharias requerem esta habilidade até certo ponto. No entanto, simplesmente incentivando aos estudantes a utilizar um método para resolver os problemas, não é suficiente. Pomales-García e Liu (2007) relataram que uma estratégia padrão de resolução de problemas deve ser seguido de forma consistente para que os estudantes a entendam, a aceitem, a aprovelem e se beneficiem disso. Além disso, a abordagem de resolução de problemas deve ser genérica para que possam ser aplicado a uma variedade de situações.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta um breve relato histórico da criação da engenharia química e focado à forma de metodologia de cálculos realizados. A Seção 3 apresenta o resultado de uma pesquisa realizada pelo grupo para determinar as principais características dos currículos dos cursos da engenharia química e de petróleo no Brasil, assim como de ferramentas computacionais que as instituições comumente empregam para promover a aprendizagem nos primeiros anos do curso de Engenharia Química e de Petróleo. Um problema típico de processos químicos, o cálculo da temperatura de ponto de bolha e de ponto de orvalho, que está incluído em diferentes ferramentas computacionais, é apresentado na Seção 4. Conclusões e comentários são discutidos na Seção 5.

2 PERSPECTIVAS HISTÓRICAS NO BRASIL E NO MUNDO

Desde o século XVIII que os produtos químicos naturais como o carbonato de sódio ou potássio passaram a ter uma grande procura, face à produção industrial de vários bens de consumo, tais como vidro, sabão e têxteis. À medida que a revolução industrial avançou e se entrou na produção maciça de bens de consumo, as jazidas conhecidas desses produtos naturais deixaram de ser suficientes e surgiram, então, novos processos industriais para a produção de algumas dessas matérias primas. Podemos dizer que a indústria química surgiu nessa altura, ou seja, nos primórdios do século XIX. Diversas literaturas relatam que aparecimento da engenharia química foi influenciado pelas estruturas industriais da época e evoluiu a partir das aplicações industriais da ciência química e separação (o estudo da separação de componentes de misturas), principalmente na indústria de refino e produtos químicos. O primeiro processo químico a nível industrial foi implementado na Inglaterra em 1823, para a produção de carbonato de sódio, o qual foi utilizado para a produção de vidro e sabão. Depois com os avanços na química orgânica, levou ao desenvolvimento de processos químicos para a produção de corantes sintéticos a partir de carvão para os têxteis. Na segunda metade da década de 1800 foram implementadas uma série de processos químicos industrialmente. A profissão de Engenheiro Químico começou em 1888 nos EUA e nessa época não havia educação formal para os profissionais. O Engenheiro Químico naqueles dias poderia ser tanto um Engenheiro Mecânico que fazia um treinamento em "máquinas químicas", um responsável por plantas químicas com uma larga experiência, mas pouca formação técnica na área, ou um químico com conhecimentos de química em escala industrial (Himmelblau e Riggs, 2012).

ENGEVISTA, V. 16, n. 1, p.28-40, Março 2014

Ao longo do século XX avanços tecnológicos e novos descobrimentos se desenvolveram cada vez mais com maior relevância e velocidade, o que faz difícil sua análise. Neste contexto industrial, com o desenvolvimento da sociedade e de sua demanda pelo acesso aos novos produtos, demandaram-se engenheiros capacitados nas áreas de projeto e de operação de plantas de processamento químicos. O sucesso da exploração de petróleo foi em certa medida impulsionado pela demanda por gasolina para a indústria automobilística, mas em última análise, o sucesso da exploração de petróleo e indústrias de refino levou à ampla disponibilidade de automóveis para a população em geral por causa do menor custo resultante da gasolina. Já nesta época os engenheiros químicos/industriais tiveram algumas ferramentas analíticas disponíveis para eles e em grande parte dependia de sua intuição física para desempenhar suas funções como engenheiros de processo. Régua de cálculo foram usadas para realizar cálculos, e na década de 1930 e 1940 foi desenvolvida uma série de nomogramas para auxiliá-los na análise de projeto e operação de processos. Os nomogramas são gráficos que fornecem um meio conveniente, concisos e para representar os dados de propriedades físicas (por exemplo, as temperaturas de ponto de ebulição ou o calor de vaporização), e também podem ser utilizados para fornecer soluções simplificadas de equações complexas (por exemplo, queda de pressão para o fluxo em uma tubulação). Os recursos de computação que se tornaram disponíveis na década de 1960 foram os primórdios da tecnologia baseada em processadores computacionais, que é comum hoje em dia. Por exemplo, desde a década de 1970 diversos pacotes de desenho assistido por computador (CAD), permitiram aos engenheiros projetar processos completos, especificando apenas uma quantidade mínima de informações, todos os cálculos tediosos e repetitivos são feitos pelo computador em um período

muito curto de tempo, permitindo o engenheiro de projeto se concentrar na tarefa de desenvolver o melhor projeto possível processo.

A Engenharia Química assumiu-se sempre como uma ciência que soube trabalhar na fronteira com as outras ciências e engenharias, sem contudo, perder a sua identidade nos pilares da Termodinâmica, Fenômenos de Transferência e Reação Química, os quais necessitam, obviamente, das bases científicas da Matemática, Física e Química (Gillet, 2001; Perrin e Laurent, 2008; Himmelblau e Riggs, 2012). Em resumo, os engenheiros químicos são, tradicionalmente, os engenheiros do processo que, como tal, têm a missão de transpor a Química da escala laboratorial para a escala processual, permitindo a produção em grande escala dos produtos de uso comum a que estamos habituados no nosso cotidiano. Só para enunciar alguns exemplos, pode dizer-se que a atividade dos engenheiros químicos está direta ou indiretamente relacionada com: a qualidade da água que sai das nossas torneiras, os produtos de higiene e cosmética, os alimentos e bebidas que ingerimos, o combustível que faz andar os meios de transporte, os plásticos, os têxteis, etc. Também esses mesmo profissionais podem ter outras funções atuando em demais áreas como alimentícia, pesquisa, ambiental, gestão, docência e petrolífera. (Gillet, 2001; Mello et al., 2013).

Com as heranças da engenharia química em conjunto com técnicas de outras engenharias clássicas, surgiu a engenharia de petróleo, nos Estados Unidos, com a necessidade da exploração mais aprimorada de óleo combustível em diferentes locais do planeta. A história da engenharia de petróleo no Brasil e a história da Petrobras são indissociáveis. O surgimento da empresa petrolífera ocorre em um momento peculiar da história brasileira: durante o segundo governo de Getúlio Vargas o projeto de industrialização nacional tomou fôlego e

ENGEVISTA, V. 16, n. 1, p.28-40, Março 2014

transformou as estruturas produtivas no país. O surgimento da engenharia a nível nacional ocorre paralelamente com projetos industriais nacionais. Empresas como Montreal, Promon, Tenenge, Odebrecht, Andrade Gutierrez, Mendes Júnior, Queiroz Galvão, Setale Ultratec, dentre outras, estão ligadas, direta ou indiretamente aos primeiros avanços na construção das centrais petroquímicas e das refinarias nacionais, além das inúmeras outras obras de infra-estrutura que se intensificam na segunda metade dos anos 1950 e, principalmente, em meados dos anos 1960 (UTC Engenharia, 2006).

O primeiro curso de Engenharia Química no Brasil foi criado em 1925 na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Silva et al., 2006). Hoje, há mais de 40 cursos espalhados pelo Brasil. As regiões Sul e Sudeste concentram a maioria dos cursos, a maioria deles em universidades públicas federais ou estaduais (vide Figura 1). Os pontos escuros esquematizados apresentam maior concentração de instituições que oferecem curso de graduação em Engenharia Química.



Figura 1: Mapa de instituições federais que oferecem curso de Engenharia Química e de Petróleo.

2.1 CURRÍCULOS ACADÊMICOS

Pelo exposto no item anterior, não cabe dúvida que a Engenharia Química tenha ficado presente, desde o primórdio da era industrial. A partir desse momento, foram múltiplas as ocasiões em que destacados personagens, por citar alguns: como Antoine Lavoisier, Sadi Carnot, Julius Robert Mayer, Diesel, McCabe & Thiele, Svante Arrhenius, Friederich Ostwald, em suas respectivas épocas, foram mostrando o que muitos anos depois seria a base da Engenharia Química (Kim, I, 2002). Uma engenharia que em seus inícios teve uma elevada componente de mecânica e de química, mas que prontamente soube definir a razão de sua existência, estabelecendo seus fundamentos em áreas até sua fundação (como educação formal) não abrangidas por nenhuma outra profissão. Desde seus inícios seu campo de ação foi tão amplo, que a pouco de nascer como disciplina, se fez necessário padronizar os programas acadêmicos para velar pelos seus conteúdos e a qualidade do ensino. Foi assim que no ano de 1925, a AICHE (American Institute of Chemical Engineering fundada, 1908) iniciou a acreditação dos programas de Engenharia Química nos Estados Unidos. Este programa de acreditação dos programas de Engenharia Química foi a base do Programa ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc.)

instituído no ano 1933. A importância das qualificações requeridas foi suficientemente reconhecida como razão para o estabelecimento de acordos bilaterais entre vários países de modo a que os cursos dados em distintas universidades e em países diferentes pudessem ser aceites como “substancialmente equivalentes”. (Silverberg e Ondrey, 2000; Azevedo, 2001).

No Brasil, o processo de avaliação, credenciamento e reconhecimento de instituições de educação superior é realizado pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), e dentro desse processo submetesse anualmente à aprovação do Ministro de Estado da Educação a relação dos cursos a cujos estudantes será aplicado o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) com a finalidade de analisar os cursos de educação superior. Em relação à formação, com curso de graduação em engenharia química e engenharia de petróleo, se realizou uma pesquisa das instituições que os oferecem com base na nota obtida na avaliação do ENADE, foram selecionadas as dez instituições que obtiveram maiores notas no ENADE e a faixa CPC, referentes aos exames realizados no ano de 2011, segundo apresentado na tabela 1 e 2.

Tabela 1: Universidades com melhores notas no ENADE no curso de Eng. Química.

IES	Município
Instituto Militar de Engenharia – IME	Rio de Janeiro
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC	Florianópolis
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG	Belo Horizonte
Universidade Federal do Ceará – UFC	Fortaleza
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	Porto Alegre
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR	São Carlos
Universidade Federal do Maranhão – UFMA	São Luís
Universidade Federal de Viçosa – UFV	Viçosa
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA	Bagé
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS	Porto Alegre

Fonte: MEC (2012)

Tabela 2: Universidades com melhores notas no ENADE no curso de Eng. de Petróleo.

IES	Município
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES	São Mateus
Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF	Campos dos Goytacazes
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	Rio de Janeiro
Universidade Federal Fluminense – UFF	Niterói
Universidade de Vila Velha – UVV	Vila Velha
Universidade Estácio de Sá – UNESA	Rio de Janeiro
Universidade Estácio de Sé – UNESA	Cabo Frio
Universidade Gama Filho – UGF	Rio de Janeiro
Universidade do Espírito Santo – UNES	Cachoeiro de Itapemirim
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM	Rio de Janeiro

Fonte: MEC (2012)

Na análise dos currículos acadêmicos para a formação desses engenheiros observa-se que existe um conjunto mínimo de disciplinas que envolvem, obviamente, disciplinas básicas tais como matemática, química, física e outras disciplinas aplicadas, tais como operações unitárias, economia e projeto simulação, além de certamente controle e síntese de processos. Todavia, no centro do currículo de um dos cursos, além de uma respeitável fundamentação matemática, todas oferecem disciplinas específicas para a formação destes engenheiros: fenômenos de transferência, termodinâmica e cinética. Estas disciplinas são ainda as que caracterizam e formam o núcleo de aprendizado sobre o qual se constrói a profissão. Quanto ao presente, essas disciplinas clássicas devem adequar-se aos novos desafios impostos pelo avanço da ciência e da tecnologia sendo necessário o uso softwares que atendem às novas necessidades. Nesse panorama, as universidades se vêem num meio em que é preciso fazer uso de métodos educacionais que envolvem pacotes de simulação para formar profissionais capazes de se adaptar às novas tecnologias e ao desenvolvimento de novas aplicações da ciência das engenharias química e de petróleo.

Em geral, todas as instituições visam formar um engenheiro com uma sólida base físico-matemática e com

ENGEVISTA, V. 16, n. 1, p.28-40, Março 2014

conhecimentos politécnicos nas áreas de mecânica, de materiais, eletrotécnica e de produção, além das tecnologias. Desta forma, o engenheiro formado estará apto à trabalhar em todos os ramos relacionados a qualquer setor das indústrias. Observa-se que a formação proposta segue as diretrizes curriculares para os cursos de engenharia, anteprojetos da resolução da SESU/MEC, além de atender plenamente as exigências do CONFEA, no que concerne à habilitação em Engenharia. Resumindo, as universidades procuram proporcionar aos estudantes de graduação uma educação – ensino, pesquisa e extensão – de qualidade, por meio de tecnologias modernas e de professores e servidores comprometidos com a humanização, a ética e a responsabilidade social.

3 SISTEMAS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA QUÍMICA E DE PETRÓLEO

Em um curso de engenharia ferramentas de cálculos e modelagem são indispensáveis. Muitas vezes para um melhor entendimento do problema é preciso trabalhar em um ambiente virtual, em que ele possa ser visualizado. A computação e os programas específicos de engenharia ajudam nessa tarefa, proporcionando aos alunos um melhor entendimento e fixação, por isso, são ferramentas poderosas no ensino de

engenharia (Peck, 2004; Santos et al., 2005).

Com o advento da Era da Informática, o projeto e operação de processos passam a cada dia a ser mais informatizado, requerendo do engenheiro química sólida formação nesta área. A modelagem e simulação de processos passou a se tornar muito importante, pois com o auxílio de modelos matemáticos pode-se representar com fidelidade crescente os diversos fenômenos físico-químicos envolvidos, bem como os processos, e resolvendo estes modelos pode-se simular no computador o comportamento de uma indústria ou parte dela. Os benefícios de tal técnica são enormes, sendo o principal método de otimização e compreensão dos mecanismos envolvidos. A simulação possui também a vantagem de se minimizar gastos com matéria prima no teste de novas tecnologias, modos de operação, treinamento de pessoal, entre outros.

Observa-se que em vários programas de curso de graduação em Engenharia Química e de Petróleo incluem um curso de programação computacional no início do seu currículo. Esse curso geralmente apresenta uma linguagem de programação, como Fortran, Matlab, Visual Basic ou C ++, que serão utilizados em cursos de anos superiores como ferramentas para resolver problemas complexos de engenharia, sendo que na maioria deles predomina o Matlab. Os autores destes trabalhos, como alunos do primeiro ano no curso de engenharia química e de petróleo da UFF tiveram nos seus currículos a aprendizagem com o Maple e o Comsol. Não obstante, esses cursos de linguagens computacionais muitas vezes são percebidos pelos alunos do primeiro ano como isolados no currículo da engenharia química e de petróleo porque consideram a programação ter pouco valor ou aplicabilidade à profissão destas engenharias. Isto pode ser porque o curso é focado no ensino de habilidades de

ENGEVISTA, V. 16, n. 1, p.28-40, Março 2014

programação, geralmente colocado em prática por meio de problemas simplistas que também podem ser facilmente resolvidos com a mão, assim fazendo a aplicação do software parecer desnecessária. Conseqüentemente, alguns alunos não são motivados para aprender a linguagem de programação e lutam para implementar esta ferramenta para solucionar os problemas mais difíceis em cursos superiores da engenharia. Neste aspecto, uma iniciativa em muitos programas de graduação de engenharia é modificar o currículo para promover a integração dos cursos (Jeffrey, 2010; Tiina et al., 2012). Rahman et al., (2013) sugeriu que a inter-relação de tópicos específicos da engenharia química devem ser demonstradas para incentivar os alunos a aceitar o material que está sendo ensinado. Este mesmo estudo mostrou maior motivação e maior compreensão dos conceitos para os alunos que se candidataram para resolver problemas específicos da engenharia implementados em Matlab. Os softwares auxiliam, simplificam e agilizam tarefas em inúmeras situações (Alfonsi, 2005; Santos et al., 2005). Os simuladores auxiliam os engenheiros a projetar o processo e a planta industrial. Estes programas possuem a capacidade de construir diagramas de processo e instrumentação, os quais podem ser dinâmicos, realizando balanços de massa e energia, além de serem configurados para receber sinais da planta e mostrar o valor das variáveis de processo em tempo real, assim como, enviar comandos de atuação para modificar estas variáveis.

Exemplos de simuladores são o Scilab, Geda, Qcad, Visual C++, Pascal, dentre outros. Essas são apenas algumas das principais aplicações de softwares no ensino de engenharia, mas existem muitas outras importantes, principalmente para o cálculo de propriedades de sistemas complexos, softwares voltados para desenho (AutoCad, Qcad, etc), voltados para programação (Visual C++, DevC, etc) e também voltados para a área de matemática (Matlab, Scilab, etc)

(Agostinho, 2006). Portanto, existe grande opção de programas e aplicações e, dessa forma, cabe ao engenheiro escolher o melhor pacote de ferramentas que se adapte ao trabalho desejado e customizado.

Tradicionalmente, a metodologia de ensino é baseada em um modelo em que o professor expõe o conhecimento em uma sala de aula e o aluno simplesmente o absorve da melhor maneira que puder. Entretanto, nas últimas décadas, com a melhor compreensão da pedagogia, vêm surgindo novas técnicas de ensino e aprendizado. Além disso, muitos estudos comprovaram a existência de vários estilos de aprender por parte dos alunos, o que leva à necessidade de vários modos diferentes de ensino. É melhor trabalhar com novos métodos, ao menos no que se refere ao ensino da Engenharia: os modelos didáticos de simulação de operações. Através deles é possível que o papel do professor migre de uma figura de transmissor de conhecimentos para uma posição de promotor de conhecimentos. O professor mostra e fornece ferramentas de aprendizado, as quais os alunos utilizarão para formar seu conhecimento, resultando assim em uma base conceitual mais sólida.

A utilização de simuladores de processos em atividades práticas de laboratório é uma tendência cada vez mais requerida para o ensino nas diferentes áreas da engenharia. Em controle de processos, principalmente nas disciplinas do curso de Instrumentação e Controle, os simuladores têm um papel importante, permitindo simular o funcionamento de processos no ambiente virtual, a partir de modelos matemáticos, proporcionando um melhor entendimento do funcionamento e ajuste de parâmetros de controle. A obtenção dos parâmetros de controle através do simulador torna a partida do processo real mais rápida, mais eficiente e diminui a perda de material. Na área de modelagem, simulação e de controle de processos, um contato mais

ENGEVISTA, V. 16, n. 1, p.28-40, Março 2014

próximo aos processos utilizados na indústria, na forma de simuladores, permite ao aluno realizar uma construção cognitiva entre a teoria presente nos livros e a prática, de forma eficiente, segura e econômica.

Neste contexto, a aplicação de softwares específicos para o treinamento de simulação e controle de processo torna-se uma alternativa interessante para o ensino em disciplinas do curso de engenharia. Logo é imprescindível o entendimento do que é realmente controle de processo.

Em qualquer processo industrial, as condições de operação estão sujeitas às variações ao longo do tempo: o nível de líquido em um tanque, a pressão em um vaso, a vazão de um fluido - todas estas condições podem se alterar e, geralmente, variam. Mesmo as variáveis que inicialmente consideramos constantes no processo (por exemplo, a temperatura ambiente) variam durante o processo.

4 CASO ILUSTRATIVO

Um problema típico do curso de Introdução à Engenharia, logo no primeiro ano envolve o cálculo de temperaturas no ponto de bolha e de orvalho e pressões para uma mistura ideal. Esta atividade tem por objetivo estudar um sistema binário constituído por compostos hipotéticos D e E a partir de dados experimentais de equilíbrio Líquido-Vapor. Com base nesses dados, aplicam-se os fundamentos para validar a aplicação de uma equação de estado e um modelo de coeficiente de atividade para o sistema binário. Sua solução é demorada devido ao número potencialmente grande de cálculos iterativos, o que o faz adequado para demonstrar os benefícios de cálculos assistido pelo computador.

O aluno tem que criar um gráfico T_{xy} e exibir os dados usados para criar uma tabela. As temperaturas no ponto de bolha e de orvalho e a pressão de vapor

para o sistema devem ser calculados, daí a equação de Antoine precisa ser usada.

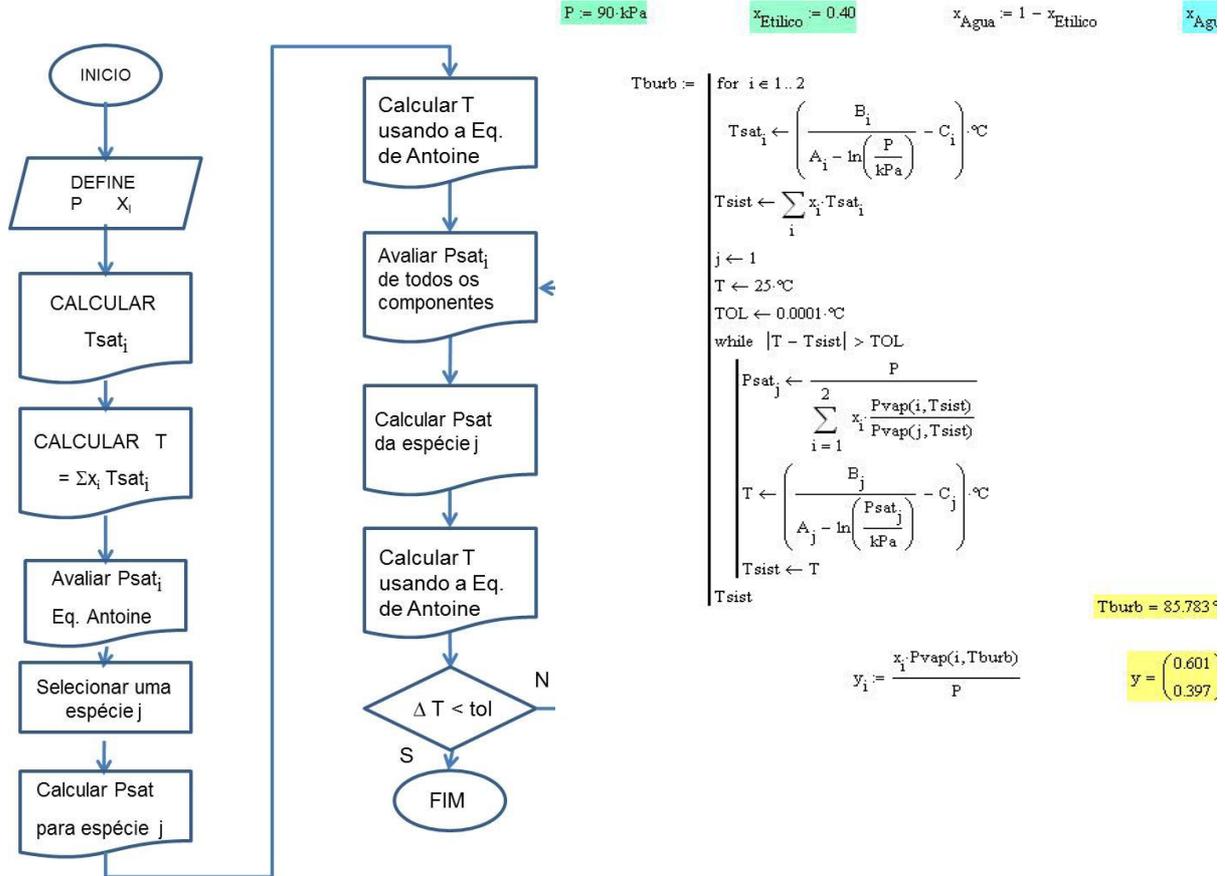


Figura 2 - Diagrama de fluxo para o cálculo da temperatura de Bolha de solução ideal, adaptado de Salazar, (2013) e exemplo da codificação no MathCAD para a resolução do problema.

Alguns outros detalhes do caso em estudo são considerados. Por exemplo, o composto D e o composto E são hidrocarbonetos de massa molecular semelhante, de modo que este pode ser considerado uma mistura ideal e, portanto, aplicasse as leis de Raoult e de Dalton. O aluno percebe que o conceito de pressões de vapor está envolvido, a qual ilustra que a teoria possui aplicação prática na solução deste problema.

De modo que, no tratamento matemático as leis de Raoult e de Dalton são combinadas para formular as equações para o cálculo das pressões bolha e de ponto de orvalho mediante a equação de Antoine, determinam-se as pressões de vapor dependentes da temperatura. Não obstante, quando a incógnita é a temperatura do sistema em equilíbrio para uma pressão dada, deve-se proceder a estimar essa temperatura por

um método iterativo até atingir convergência, conforme mostrado na figura 2, que se realizado manualmente demanda muito tempo (Brasil, 2013).

Para discutir o uso da programação e de ferramentas computacionais, cabe mencionar que é possível usar planilha de cálculo para a resolução deste problema. e que este não requere conhecimento avançado em programação. Assim usa-se o complemento Solver do Excel, que é uma ferramenta poderosa (não instalada por default) para resolver equações simultâneas e para problemas de otimização. Na figura 3 apresentam-se resultados obtidos no Excel para a solução deste problema e apresenta-se a curva gerada para o diagrama Txy. No entanto, mediante sistemas computacionais, tais como o MathCAD® ou Matlab®, que são softwares de programação muito úteis e versáteis,

permite-se realizar esse cálculo em forma imediata.

No caso do Matlab, pode também ser escrito a sintaxe para resolver esse problema usando um método iterativo, usando ferramentas específicas deste software, construídas sobre um rigoroso método sistemático para encontrar raízes (função fzero), que neste caso serão a temperaturas no ponto de bolha e no ponto de orvalho. A função fzero usa uma

combinação dos métodos de Bisseção e da Secante, que são métodos numéricos abordados nos cursos de Programação de Computadores e Métodos Numéricos. Assim, os estudantes são encorajados a integrar o conhecimento adquirido no curso de Introdução à Engenharia com os conceitos do curso de Programação Computacional

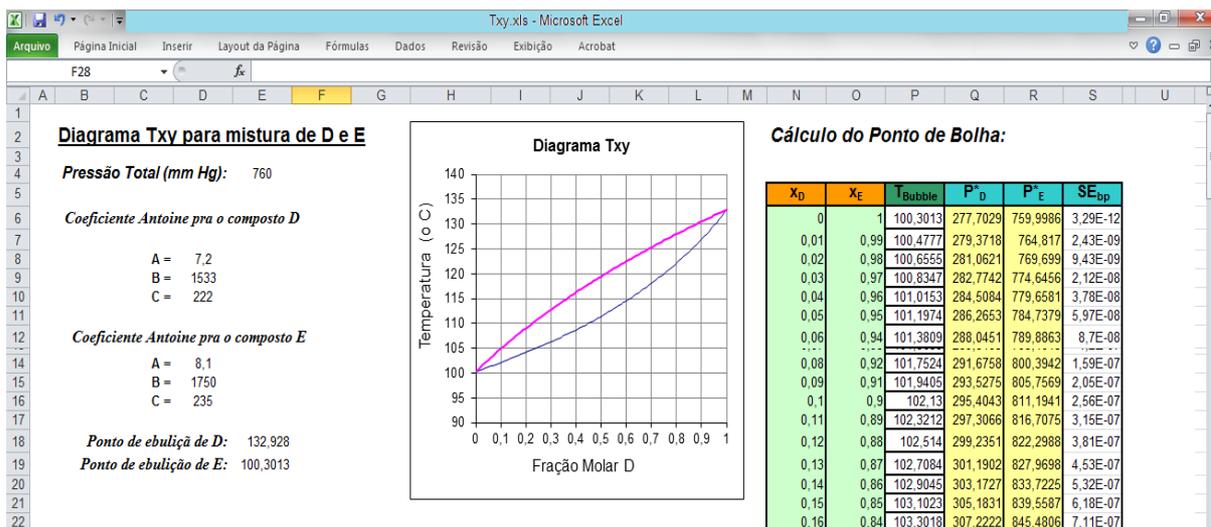


Figura 3 - Diagrama Txy para o sistema de Compostos D-E usando o Solver do Excel e assumindo a Lei de Raoult e equação de Antoine.

Este problema já se encontra incluído no Matlab, por ser um problema clássico que é abrangido nas maiorias dos currículos de graduação de Engenharia Química.

5 CONCLUSÃO

A simulação é um método muito utilizado para a representação computacional de processos. Os softwares utilizados para este fim possuem ferramentas computacionais baseadas em uma grande variedade de modelos termodinâmicos que representam os diversos tipos de processos. É através da simulação do processo e das lógicas de automação que serão estudados os comportamentos das principais operações e variáveis do tratamento primário do óleo.

As simulações mais simples de processos químicos não consideram a

dinâmica do processo, representando as operações de forma estacionária ou dinâmica. Os simuladores mais conhecidos apresentam ferramentas que possibilitam o estudo do problema específico ou do seu controle do processo, contemplando os principais instrumentos necessários para seu monitoramento e controle (tais como medidores, transmissores, válvulas, entre outros).

Neste trabalho preliminar foram apresentadas as principais características das ferramentas computacionais e a vantagem que oferecem aos alunos ao aplicar esta metodologia padrão de resolução de problemas mediante ferramentas computacionais em seus outros cursos de primeiro ano para que eles estejam melhor capacitados para resolver problemas desafiadores de engenharia. Como continuidade deste trabalho se recomenda realizar testes para

propor aos alunos e professores a utilizarem as ferramentas computacionais já desde seus primeiros períodos do curso, a fim de determinar o efeito da interligação de disciplinas do curso, nas quais ainda é necessário motivação.

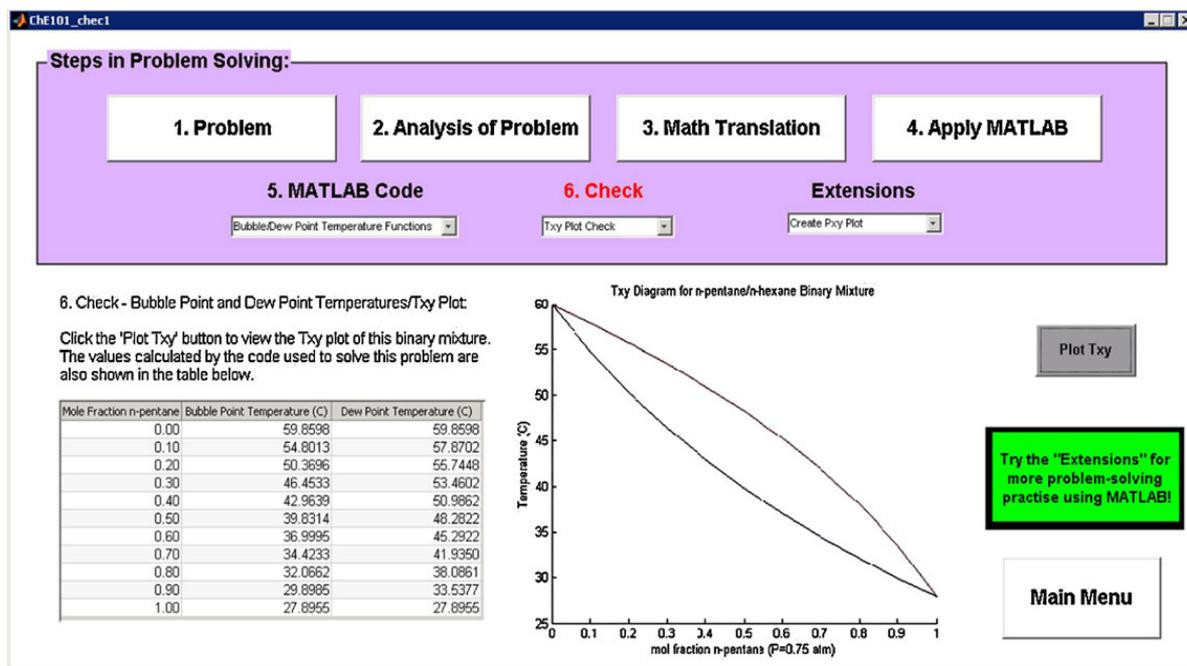


Figura 4 - Solução do problema do ponto de Bolha/Orvalho, incluindo o gráfico de Txy pelo Matlab. (Adaptado de JEFFREY, 2010).

6. AGRADECIMENTO

Agradecemos a CAPES pela oportunidade de desenvolvermos esta pesquisa, por ter nos proporcionado atividades extracurriculares que engrandecerão nosso histórico escolar e nosso currículo na universidade. Também estendemos nossos agradecimentos a todos aqueles que, de modo direto ou indireto, nos incentivou e promoveu meios para que realizássemos esta tarefa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, N. U.; NEVES, L. R.; BARBOSA, A. M.; NEPOMUCENO, E. G. Softwares livres no ensino de Engenharia: uma atitude socialmente justa, economicamente viável e tecnologicamente sustentável. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Passo Fundo, 2006.

AICHe, American Institute of Chemical Engineers. Disponível em: <<http://www.aiche.org>>. Acesso em: 06 setembro 2013.

ALFONSI, B. Open source in the classroom. Distributed Systems Online. **IEEE**. v. 6, n. 6, p. 1-4, 2005.

AZEVEDO, S.F. Which education of chemical engineers in 2020?. **8th International Chemical Engineering Conference**, Aveiro, Portugal, 12–14 September, pp. 107–120, 2001.

BRASIL, N. I. Introdução à engenharia química. 3.ed. Rio de Janeiro, Ed. Interciência,. p. 427, 2013.

COMSTOCK, M. J. History of Chemical Engineering. **USA: American Chemical Society**, 1980.

GILLET, J. E. Chemical Engineering Education in the Next Century, **Chem. Eng. & Tech.**, v. 24. n. 6. p. 561, 2001.

GLASSEY, J.; NOVAKOVIC, K.; PARR, M. Enquiry based learning in

chemical engineering curriculum supported by computer aided delivery. **Education for Chemical Engineers**, e1–e7, 2013.

HIMMELBLAU, D; RIGGS, J. What Are Chemical Engineering and Bioengineering? **Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering**, 8th Ed., Prentice Hall, 2012.

JEFFREY, K. Antoine Class for Vapor-Liquid Equilibrium Calculations, 2010. Arquivos obtidos com licença do Matlab. Disponível em: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/file_exchange/29352-antoine-class/content/html/Antoine_tutorial.html#15>. Acesso em: 06 setembro 2013.

KIM, I. Chemical Engineering: A rich and diverse history and the past and evolution in Chemical Engineering, **ICEP Journal**, 2002. Disponível em: <<http://www.search-document.com/pdf/3/chemical-engineering-vol-1.html>>. Acesso em: 06 setembro 2013.

MEC, ENADE 2012. Notas e Resultados. Disponível em: <<http://www.linkatual.com.br/enade-2012-resultados.html>>. Acesso em 03 abril 2013.

MELLO, M. F.; SFALCIN, P.; MACHADO, C. M.; SCHMIDT, A. S. O engenheiro químico e o mercado de trabalho – expectativas e realidade, **ENGEVISTA**, v. 15, n. 2. p. 187-201, agosto 2013.

NIKOLAOU M. Computer-aided process engineering in oil and gas production. **Computers and Chemical Engineering**, v. 51. pp. 96– 101, 2013.

PECK, S.L. Simulation as experiment: a philosophical reassessment for biological modeling. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 10, p. 530-534, 2004.

PERRIN L.; LAURENT, A. Current situation and future implementation of safety curricula for chemical engineering education in France. **Education for chemical engineers**, v. 3, e84–e91, 2008.

ENGEVISTA, V. 16, n. 1, p.28-40, Março 2014

POMALES-GARCÍA, C; LIU Y., Excellence in Engineering Education: Views of Undergraduate Engineering Students, **Journal of Engineering Education**, 96, 3, p.253- 262. 2007.

RAHMAN N.A.; HUSSAIN, M. A., JAHIM J. M.; KAMARUDDIN S. K.; SHEIKH ABDULLAH, R.; KAMARUDDIN M. Z. F. Integrating computer applications into undergraduate courses: Process control and utility design. **Education for Chemical Engineers**, v. 8, issue 2, e45-e57, 2013.

SALAZAR F. G., Sistemas Ideales. Em: Termodinamica del Equilibrio. Disponível em <<http://www.fsalazar.bizland.com/html/EQUILIBRIO.htm>> Acesso em: 28 de agosto 2013.

SANTOS, G.; VILLELA, K.; MONTONNI, M.; ROCHA, A. R.; TRAVASSOS, G.H.; FIGUEREDO S.; MAFRA, S.; ALBUQUERQUE A.; PARET, B. D.; AMARAL, M. Knowledge Management in a Software Development Environment to Support Software Processes Deployment. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 3782, pp 111-120, 2005.

SILVA, A. p.; SANTOS, N. P.; AFONSO, J. C. A criação do curso de engenharia química na escola nacional de química da universidade do Brasil. **Quím. Nova**, v. 29, n. 4, São Paulo, 2006.

SILVERBERG, P.; ONDREY, G. Which Education of Chemical Engineers in 2020?, 2001. Disponível em: <http://www.deb.uminho.pt/eqedu/downloads/sfa_chempor2001_final.pdf>. Acesso em: 06 setembro 2013.

TIINA, M.; KOMULAINEN, R. E. R.; GURKAN SIN, J. P. F.; DAVID C. Experiences on dynamic simulation software in chemical engineering education. **Education for Chemical Engineers**, v. 7. 4, e153-e162, 2012.

UTC Engenharia “Ultratec – UTC Engenharia: Mais de 30 anos de trabalho e realizações”, Dezembro de 2006.