



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

UTILIZAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NA DISCIPLINA ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS

BARTIÊ TAP¹ e PINTO LT¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos
E-mail para contato: thais.appelt@gmail.com / leonel.t.pinto@ufsc.br

RESUMO – A modelagem e simulação podem ser utilizadas no contexto da aprendizagem ativa, quando o aluno é colocado no palco do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, essas abordagens podem ser utilizadas para a aprendizagem colaborativa, quando os estudantes executam as atividades conjuntamente. Incluir artigos científicos possibilita trabalhar também com aprendizagem baseada em problemas. O presente trabalho visa relatar a experiência de um professor que conciliou esses três tipos de aprendizagem ao longo de 17 anos na disciplina Análise e Simulação de Processos dos cursos de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. A lista dos artigos utilizados mostra que os estudantes são capazes de compreender trabalhos de alto nível da comunidade científica, bem como reproduzi-los no que diz respeito à parte computacional. Além disso, é possível constatar que a metodologia possibilita que os estudantes acompanhem o avanço tecnológico e científico de sua época, bem como explorem outros campos de conhecimentos facultados à atuação do Engenheiro Químico. Por fim, o estudante, diante dessa proposta metodológica de ensino-aprendizagem, desenvolve simultaneamente diversas habilidades requeridas pelo mercado de trabalho.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho não exige apenas conhecimento teórico dos profissionais, mas também requer habilidades e competências, tais como solução de problemas, comunicação, trabalho em equipe e liderança (STAPPENBELT, 2010). É possível que o desenvolvimento dessas habilidades seja promovido desde a formação inicial, através de metodologias de ensino-aprendizagem diferenciadas. Dentre essas metodologias destaca-se a ativa, que consiste na realocação do aluno do papel passivo (assistindo, ouvindo ou tomando nota) para o ativo; a colaborativa, que requer um esforço conjunto de um grupo de estudantes para a solução de um problema; e a baseada em problemas, que consiste na resolução de problema real ou fictício (FELDER e BRENT, 2009; PRINCE, 2004). A simulação, tida como uma importante ferramenta inserida no ensino da Engenharia nos últimos anos, pode ser utilizada como instrumento de aprendizagem ativa (FROYD et al, 2012) e aprendizagem baseada em problemas (WANKAT, 2002). Quando realizada em grupo, a simulação possibilita ainda a aprendizagem colaborativa.

A simulação é parte de um processo muito mais amplo: a modelagem matemática.



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

Segundo David Hestenes, a modelagem matemática apresenta quatro estágios: descrição, formulação, ramificação e validação. A primeira consiste na descrição das variáveis, dos processos e das interações; a segunda requer a elaboração das equações do modelo e condições de contorno a partir da aplicação das leis físicas que regulam a dinâmica do problema; a terceira pode incorporar a simulação, pois está relacionada à solução das equações do modelo, que pode ser analítica ou numérica; a última etapa constitui no emprego do modelo em outra situação (HESTENES, 1987). Compreender as etapas de descrição e formulação são essenciais para que a análise de uma simulação possa ser feita com profundidade. Deste modo, quando trabalhada no processo de ensino-aprendizagem, é possível que se discuta todas as etapas, e não somente a de ramificação.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia determinam que a formação do engenheiro deve capacitá-lo a desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2002). Uma das formas de divulgação de novidades é através de artigos publicados em revistas científicas. Deste modo, é essencial que o estudante esteja em contato com esse tipo de documento ao longo de sua formação e saiba interpretá-lo e adaptá-lo para sua realidade. Além disso, a utilização de artigos científicos no ensino de Engenharia Química possibilita que o estudante esteja em contato com os mais variados temas da área, percebendo a extensa amplitude das possibilidades de atuação, sem a necessidade da criação de disciplinas específicas (WOODS, 1996).

Com base nesse contexto, o presente trabalho objetiva partilhar a diversidade dos temas e modelos matemáticos descritos em artigos científicos que foram utilizados como ferramenta para o aprendizado na disciplina de Análise e Simulação de Processos, presente nos currículos dos cursos de graduação em Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Essa atividade foi realizada desde o primeiro semestre de 1998 até o segundo semestre de 2015.

2. METODOLOGIA

A disciplina de Análise e Simulação de Processos é ministrada no 8º semestre dos cursos de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos na UFSC. Desde o primeiro semestre de 1998 até o segundo semestre de 2015, o professor da disciplina organizou a sala em grupos e solicitou que cada um deles pesquisasse um artigo científico com um tema de seu interesse. A única exigência era que o artigo apresentasse ou possibilitasse a construção de um modelo matemático com equações diferenciais parciais.

Após a escolha do artigo, os grupos deveriam elencar as variáveis (etapa de descrição) e propor as equações do modelo matemático, mesmo que o artigo já as apresentasse. Posteriormente, os estudantes aplicavam o método de diferenças finitas às equações parciais e as resolviam numericamente utilizando um software. Todos os grupos utilizavam o Matlab®, uma vez que era o software com os quais eles haviam tido o maior contato até aquele momento. Após a obtenção dos resultados, as equipes elaboravam um trabalho escrito conforme normas da ABNT e organizavam seminário. Uma das questões pertinentes do seminário é que o professor sorteava a ordem de apresentação dos integrantes do grupo, deste modo, todos deveriam estar aptos a expor qualquer um dos tópicos do trabalho, desde a



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

introdução até a conclusão.

Constantemente os estudantes se deparavam com situações que exigiam simplificações ou necessitavam procurar valores de parâmetros na literatura. A forma como abordavam essas dificuldades determinava o sucesso do trabalho e uma discussão sólida dos resultados. Além disso, eventualmente os estudantes notavam alguns erros nos modelos apresentados nos artigos. Esses erros deveriam ser apontados e corrigidos pelas equipes.

Os critérios avaliativos consistiam na organização e estética do trabalho escrito e do seminário; discretização das equações do modelo e implementação computacional para solução numérica; análise dos resultados obtidos e criatividade na solução dos problemas encontrados durante o trabalho.

3. RESULTADOS

Os trabalhos realizados na disciplina desde o primeiro semestre de 1998 até o segundo semestre de 2015 foram elencados para que algumas análises pudessem ser realizadas. No total, 288 artigos, disponíveis para conferência no site www.neurolab.ufsc/eqa5312, foram utilizados na disciplina ao longo desses anos. A primeira característica a ser ressaltada é a qualidade das fontes utilizadas pelos estudantes. Dentre as dez primeiras revistas mais utilizadas, oito são classificadas como nível A1 na CAPES (Journal of Food Engineering, Chemical Engineering Science, Chemical Engineering and Processing, Chemical Engineering Journal, Biochemical Engineering Journal, Industrial & Engineering Chemistry Research, AIChE Journal, International Journal of Heat and Mass Transfer) e duas como nível A2 (Brazilian Journal of Chemical Engineering, Ciência e Tecnologia de Alimentos) na área Engenharias II.

Outro ponto bastante pertinente é com relação à atualidade dos artigos empregados. Calculando-se a quantidade de anos passados desde a publicação do artigo até a sua utilização na disciplina, construiu-se o gráfico da Figura 1. Esse gráfico ilustra que os estudantes, ao desenvolverem esses trabalhos, estão em contato com o que há mais recente em sua área de atuação. Mesmo que o estudante tenha utilizado um artigo mais antigo, a apresentação faz com que ele tenha acesso a temas mais recentes.

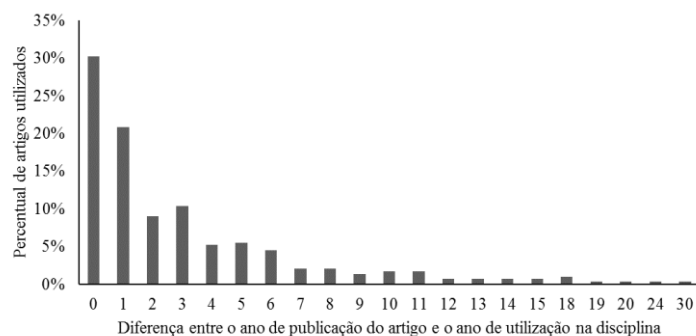


Figura 1- Percentual de artigos utilizados com relação à diferença de tempo entre o ano de publicação e o ano de utilização na disciplina.



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

Ressalta-se que grande parte dos trabalhos exigia simplificações ou determinação de parâmetros de forma alternativa. Isso fazia com que o estudante desenvolvesse a criatividade para solução de problemas, aproximando-o da realidade da rotina de trabalho. Esse tipo de situação obrigava os estudantes a discutirem os resultados com mais profundidade, uma vez que a arbitrariedade envolvida na solução do problema conduzia a resultados distintos dos apresentados nos artigos.

Por fim, destaca-se a variedade dos temas estudados, o que permitia mostrar aos estudantes o quão ampla é a formação do Engenheiro Químico. Além dos problemas envolvendo processos convencionais da Engenharia Química (secagem, cozimento, resfriamento, extração, adsorção, reações químicas), havia também àqueles que abordavam o crescimento de tumores, modelos para o pulmão, dispersão de formigas, crescimento populacional, dentre outros.

4. CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido na disciplina Análise e Simulação de Processos dos cursos de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos possibilita que o estudante desfrute da aprendizagem ativa, colaborativa e baseada em problemas. Além disso, possibilita que o estudante esteja em contato direto com o avanço científico e tecnológico de sua área, preparando-o para o mercado de trabalho que o aguarda. A utilização dos artigos também amplia a visão da atuação do Engenheiro Químico, uma vez que temas diferenciados são trazidos para a discussão da turma.

6. REFERÊNCIAS

- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 11, de 11 de março de 2002. *Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia*. Brasília.
- FELDER RM, BRENT R, Active learning: An introduction. *ASQ Higher Education Brief*, v. 2, n. 4, p. 1-5, 2009.
- FROYD JE, WANKAT PC, SMITH KA, Five major shifts in 100 years of engineering education. *Proceedings of the IEEE*, v. 100, p. 1344-1360, 2012.
- HESTENES D, Toward a modeling theory of physics instruction. *Am. J of Phys.*, v. 55, n. 5, p. 440-454, 1987.
- PRINCE M, Does active learning work? A review of the research. *J. of Eng. Educ.*, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.
- STAPPENBELT B, The influence of action learning on student perception and performance. *Australasian Journal of Engineering Education*, v. 16, n. 1, p. 1-12, 2010.
- WANKAT PC, Integrating the use of commercial simulators into lecture courses. *J. of Eng. Educ.*, v. 91, n. 1, p. 19-23, 2002.
- WOODS DR, Problem-based learning for large classes in chemical engineering. *New Directions for Teaching and Learning*, v. 1996, n. 68, p. 91-99, 1996.