



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

## **INVESTIGAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENSINO APLICADAS AOS CURSOS DE CINÉTICA E REATORES E FENÔMENOS DE TRANSPORTE**

**Katia Tannous – [katia@feq.unicamp.br](mailto:katia@feq.unicamp.br)**

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Departamento de Termofluidodinâmica (DTF)

Cidade Universitária Zeferino Vaz

C.P.6066 – 13083-970 – Campinas – SP

**Marla Azário Lansarin – [marla@enq.ufrgs.br](mailto:marla@enq.ufrgs.br)**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química

Rua Luiz Englert s/n

CEP 90040-040 – Porto Alegre – RS – Brasil

**Resumo:** *Este trabalho investiga as técnicas de ensino aplicadas pelos docentes das disciplinas de Cinética e Reatores e Fenômenos de Transporte dos cursos de Engenharia Química do Brasil. Foram enviados aos professores questionários nos quais as perguntas iniciais visavam retratar as condições sob as quais os docentes exercem suas funções, tais como número de alunos em sala de aula e carga de trabalho semanal, entre outras. As perguntas aplicadas procuraram colher informações sobre a prática docente (uso de recursos áudio-visual, projetos, visitas técnicas, etc.). As respostas à estes questionários são apresentadas e discutidas.*

**Palavras-chave:** Engenharia Química, Ensino, Inovação

### **1. INTRODUÇÃO**

O Encontro Brasileiro sobre o Ensino da Engenharia Química (ENBEQ) vem sendo realizado desde 1981, tendo como objetivo principal contribuir para o aperfeiçoamento do ensino de Engenharia Química no Brasil. Durante o IX ENBEQ foi formado um grupo de trabalho sobre “Metodologias de Ensino”, chamado GT7, o qual foi coordenado pelo Prof. Dr. Argimiro Secchi da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dentre as “Linhas de Ação” estabelecidas pelo Grupo, encontrava-se a “revisão de publicações sobre o ensino na Engenharia Química”, tendo ficado claro, durante as discussões, que o grupo estava interessado particularmente em técnicas de ensino atualmente aplicadas à Engenharia Química.

Durante a execução desta Linha de Ação, a revisão da literatura mostrou-se pouco frutífera onde foram encontrados poucos trabalhos onde descrevem precisamente técnicas de ensino aplicadas à EQ, os quais são citadas na seção Referências Bibliográficas. Em consequência, decidiu-se pesquisar, junto aos docentes da área, quais métodos estão sendo

aplicados em sala- de- aula. Decidiu-se, também, que o instrumento desta pesquisa seria um questionário. Devido a ampla área em que a Engenharia Química está inserida, tomou-se como ponto inicial desta pesquisa duas disciplinas básicas, sendo estas Fenômenos de Transporte I e Cinética e Reatores.

A realização deste trabalho iniciou com a coleta dos endereços eletrônicos dos Coordenadores de Graduação de cinquenta e seis cursos de Graduação em EQ, tendo sido solicitado a estes Coordenadores os endereços eletrônicos dos docentes das disciplinas escolhidas. Deste modo, foram reunidos cinquenta e oito endereços eletrônicos de docentes aos quais foi enviado o questionário e, destes, vinte e nove enviaram suas respostas, sendo dezanove docentes ligados a Cinética e Reatores e dez a Fenômenos de Transporte. As Universidades nas quais estes docentes trabalham estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Instituições de ensino que responderam ao questionário

<b>Universidades Públicas</b>	UEM, UFS, UFRN, UFSM, UNICAMP, UNIOESTE, USP, IME, UFRGN, UFRRJ, UFSC, UFSCAR, UFPR, UFRGS
<b>Universidades Privadas</b>	UCS, UNISUL, FURB, PUC-PR, UNISUL, UNICHAPECO

As perguntas iniciais do questionário elaborado visavam retratar as condições sob as quais os docentes exercem suas funções, tais como número de alunos em sala de aula e carga de trabalho semanal, entre outras. As perguntas seguintes procuraram colher informações sobre a prática docente. São estas respostas que passam a ser apresentadas e discutidas.

## 2. CONDIÇÕES DE ENSINO

As respostas compiladas nas Figuras 1 a 4, revelam que a maioria dos docentes ministra duas diferentes disciplinas na graduação (Figura 1), estando comprometidos com uma carga total, média anual, em sala de aula, entre dez e quatorze horas-aula por semana (Figura 2), em turmas de vinte a quarenta alunos (Figura 3). Além disto, a Figura 4 mostra que, nos cursos destes docentes, pelo menos 70% dos alunos são aprovados, majoritariamente entre 80 e 90%.

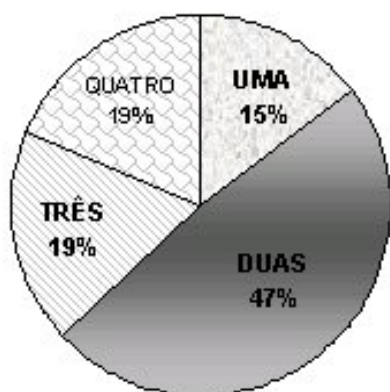


Figura 1: Número de disciplinas ministradas na graduação

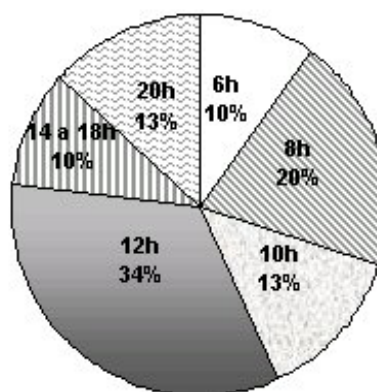


Figura 2: Carga horária total semanal em sala de aula (média ao ano)

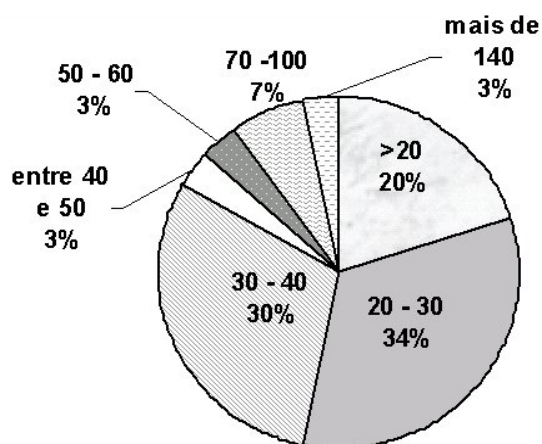


Figura 3: Número de matriculados na disciplina

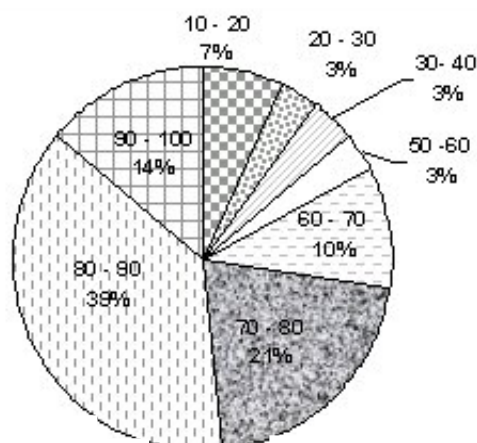


Figura 4: Percentual de alunos aprovados

### 3. PRÁTICA DOCENTE NA SALA-DE-AULA

A Figura 5 revela um docente que usa muito quadro-negro e lista de exercícios, frequentemente projetor multimídia ou transparência, esporadicamente usa computador e não é afeito ao uso de polígrafos como material de apoio didático. Este professor procura complementar sua aula através de projetos ou trabalhos em grupo (Figura 6). A introdução de projetos individuais ou em grupos possibilita a integração dos conteúdos da disciplina e confere independência ao discente.

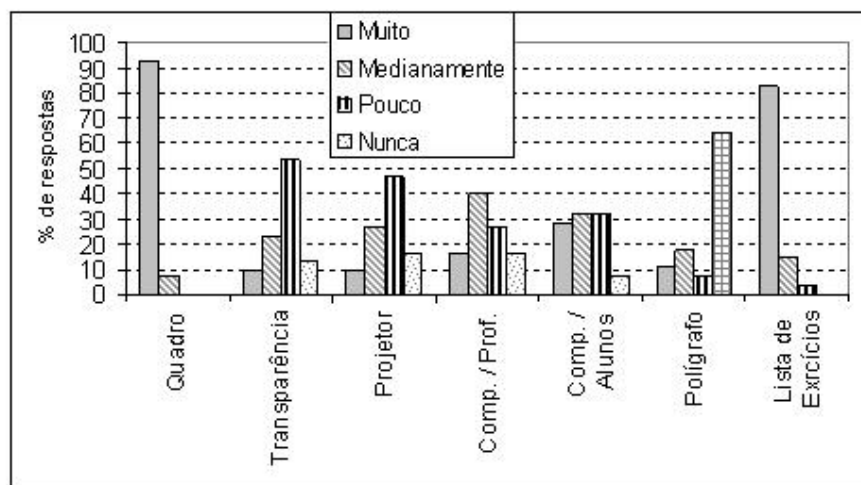


Figura 5: Materiais de apoio didáticos utilizados em sala de aula

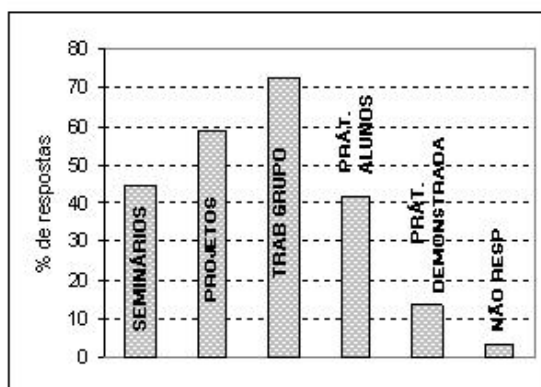


Figura 6: Dinâmicas aplicadas em sala de aula

Os trabalhos em grupo ainda predominam na dinâmica do curso. Seminários e práticas de laboratório podem proporcionar uma formação complementar auxiliando o discente no desenvolvimento de uma postura profissional.

Observa-se nesta pesquisa que os docentes estão buscando novas formas de exercer suas atividades em sala de aula, a começar com a mudança na linha pedagógica, transferida do comportamental para o construtivismo (Figura 7).

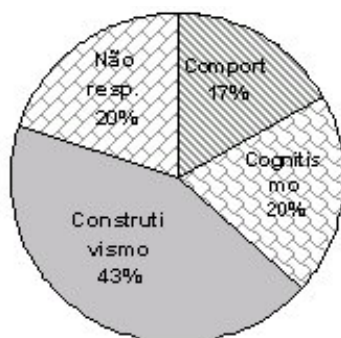


Figura 7: Linha pedagógica adotada em sala-de-aula.

Dentre os docentes que usam o computador como suporte observa-se, na Figura 8, o uso maioritário de pacotes computacionais, havendo como referência os pacotes Polymath, Maple, Mathlab, Mathcad, Matemática, incluindo ainda planilhas como Excel e Origin. Ressalta-se que a aplicação destes pacotes proporciona ao corpo discente e docente agilidade e rapidez na obtenção de resultados, permitindo ao aluno um maior aprofundamento dos conceitos.

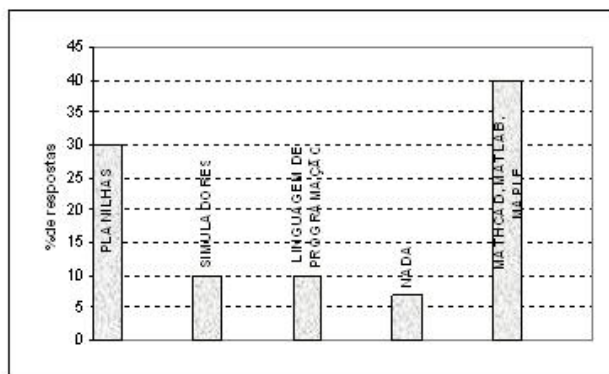


Figura 8: Ferramentas computacionais mais usadas em sala-de-aula

A bibliografia recomendada (Figura 9) pelos docentes para a disciplina de Cinética e Reatores foram os livros escritos por Fogler (1999), seguido daqueles escritos por Levenspiel (1999) Hill (1977) e Smith (1956).

Já os professores responsáveis pelas disciplinas de Fenômenos de Transporte I, costumam indicar, em ordem decrescente, Welty et all. (1984), Fox e Mc Donalds (1988), Bennet e Myers (1978), Sisson e Pitts (1979), Bird et all. (1960) e Wilkes (1999), como mostra a Figura 10. Observa-se que a da literatura básica recomendada nestes cursos é a clássica.

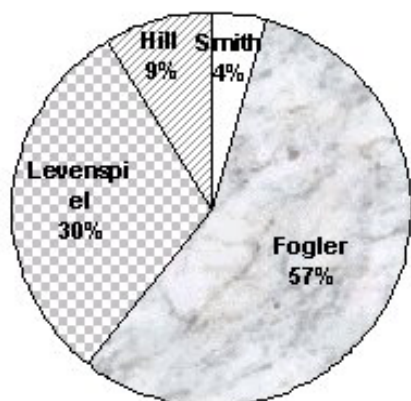


Figura 9: Livros enfaticamente indicados na disciplina de Cinética e Reatores

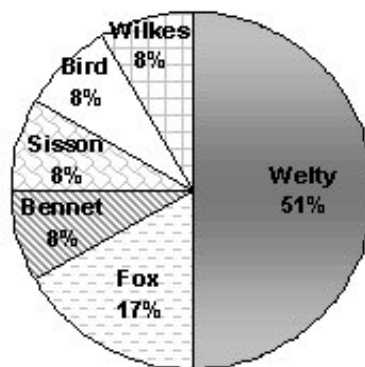


Figura 10: Livros enfaticamente indicados nas disciplinas de Fenômenos de Transporte

Os professores foram incentivados a listar outras técnicas de ensino (que não a de aulas expositivas) usadas em sala de aula. Foram mencionadas:

- visitas;
- análise de artigos técnicos;
- apoio on-line através de software gerenciador de cursos a distância (WebCT);
- aplicação de pequenos testes e avaliação individual usando WebCT;
- aulas computacionais com a utilização de software específico elaborado por alunos PED e professor dirigido ao ensino de mecânica de fluidos (Fluid Mechanics Simulator);
- uso de CDs com conteúdo específico (Enciclopédia de Equipamentos e acessórios);
- uso do Transcode acoplado a TV e computador para acesso em sala de aula a sites de disciplinas similares em outras universidades nacionais e internacionais.

Embora os professores que mencionaram o uso de “análise de artigos técnicos” tenham sido inquiridos sobre “como” costumam conduzir esta análise, nenhum deles respondeu à correspondência recebida. Desejava-se saber se a análise é feita principalmente pelo professor, ou pelos alunos (individualmente ou em grupos); em sala de aula ou como tarefa extraclasse se quando trabalham sozinhos, os alunos recebem alguns materiais de apoio (questionário, exigência de cálculo, guias, etc.); se a atividade “vale nota” e qual o peso desta nota na média final; e qual é o “tipo” de artigo escolhido para ser analisado?

## 5. COMENTÁRIOS GERAIS

Este trabalho teve por objetivo investigar, em uma primeira etapa, as técnicas de ensino aplicadas nos cursos de Engenharia Química do País às disciplinas de Fenômenos de Transporte I e Cinética e Reatores, mediante questionário enviado aos docentes. Este instrumento enfocou as condições de ensino e a prática docente em sala de aula. Podem-se ressaltar os seguintes pontos:

- elevada carga de trabalho do docente, pois das 10-14 horas semanais em sala-de-aula, somam-se as atividades de orientação (graduação e pós-graduação), pesquisa e administração. Esta carga de trabalho dificulta a busca por novas alternativas didáticas para serem aplicadas em sala de aula;
- a introdução de projetos individuais ou em grupos está sendo usada para possibilitar a integração dos conteúdos das disciplinas, sendo um facilitador para o conhecimento do aluno (construtivismo), deixando de estar o conhecimento atrelado ao docente (comportamental);
- a literatura adotada continua sendo aquelas recomendadas nos antigos ENBEQ's. Os livros textos são valorizados e fortemente recomendados aos alunos para consulta;
- a introdução de pacotes computacionais no curso está presente tanto em nível docente como discente.

### *Agradecimentos*

Os autores gostariam de agradecer as Universidades/EQ's que colaboraram e possibilitaram a realização deste trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, A. e AL-BASTAKI, N. The Use of Software Tools for ChE Education. **Chem. Eng. Education**, v. 36, n. 03, p.236-241, 2002.

BASU, P., De, D.S., BASU, A. e MARSH, D. Development of a Multimedia-Based Instructional Program, **Chem. Eng. Education**, v. 30, n. 4, p.272-279, 1996.

BENNET, C. O. e MYERS, J. E. **Fenômenos de Transporte**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1978.

BIRD, R.B., STEWART, W.E. e LIGHTFOOT, E.N. **Transport Phenomena**, Nova Iorque: Ed. John Wiley & Son, 1960.

FOGLER, H. S. **Elements of Chemical Reaction Engineering**. Nova Jersey: Prentice Hall, 3ª ed, 1999.

FOX, R. W. e MCDONALD, A.T. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara S.A., 3º edição, 1988.

HILL, C. G. **An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design**. Nova Iorque, John Wiley & Son, 1977.

HORTON, W. K. **Designing Web-based Training**. John Wiley Computer Inc., [www.designigwbt.com](http://www.designigwbt.com), 2001.

JONASSEN, D. H. e REEVES, T. C. Learning with Technology: Using Computers as Cognitive Tools. In D. H. Jonassen, (Ed.), **Handbook of Research on Educational Communications and Technology** (P. 693-719), Nova Iorque: Eds. Macmillan, 1996.

LANSARIN, M. A., Ensino de Cálculo de Reatores: Relato de uma Atividade Didática Motivadora. In: XXX COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2002, Piracicaba. **Anais do Congresso**: 2002, v. 01, p. 332-340.

LEVENSPIEL, O. **Chemical Reaction Engineering**. Nova Iorque, John Wiley & Son, 3ª ed., 1999.

MACKENZIE, J.G. e ALLEN, M. Mathematical Power Tools-Maple, Mathematica, MATLAB, and Excel, **Chem. Eng. Education**, v. 32, n. 3, p.156-160, 1998.

TANNOUS, K. Mejoria em Calidad de la Enseñanza de Ingeniería: Transformación de Comportamiento entre Docente y Discente, 3<sup>rd</sup> International Conference on Engineering and Computer Education – ICECE, **Anais do Congresso**, Santos, 2003, ISBN 85-89120-08-2.

TANNOUS, K, e RODRIGUES S. Aplicación de Hierramienta de Educación a Distancia como Soporte Didáctico a la Enseñanza en Ingeniería Química, **Revista de Educação a distância da ABED**, v. 01, n. 2, 2003. Publicação em forma digital [www.abed.org.br](http://www.abed.org.br)

TANNOUS, K, RODRIGUES, S. e FERNANDES, F. A. Introdução de Aulas Computacionais com a Utilização de Software Computacional Dirigido ao Ensino de Mecânica de Fluidos, XXX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE2002, **Anais do Congresso**, Piracicaba, 2002. Publicação em forma de CD-Rom.

TANNOUS, K e DONIDA M.W. Evaluation of E-learning Engineering Graduate Courses, **International Journal of Technologies for the Advancement of Knowledge and Learning- TechKnowLogia**. v. 05, issue 1, January-March, 2003, Publicação em forma digital [www.techknowlogia.org](http://www.techknowlogia.org).

SISSOM, L.E. e PITTS, D.R. **Fenômenos de Transporte**. Ed. Guanabara Dois S.A., 1979.

SMITH, J. M., **Chemical Engineering Kinetics**. Nova Iorque, Mc Graw Hill, 1956.

WELTY, R.J., WICKS, C.E., WILSON, R.E. **Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer**. Nova Iorque, 3º edição, Ed. John Wiley & Sons, 1984.

WILKES, J. O. **Fluid Mechanics for Chemical Engineers**. Nova Jersey: Prentice Hall PTR, 1999.

## INVESTIGATION OF TECHNIQUES OF LEARNING APPLIED IN KINETICS AND REACTORS, AND TRANSPORT PHENOMENA COURSES

**Katia Tannous – [katia@feq.unicamp.br](mailto:katia@feq.unicamp.br)**

State University of Campinas, Chemical Engineering Faculty, Thermal Fluid Dynamics Department

Cidade Universitária Zeferino Vaz

C.P.6066 – 13083-970 – Campinas – SP

**Marla Azário Lansarin – [marla@enq.ufrgs.br](mailto:marla@enq.ufrgs.br)**

Federal University of Rio Grande do Sul, Engineering School, Chemical Engineering Department

Rua Luiz Englert s/n – CEP 90040-040 – Porto Alegre – RS – Brasil

**Abstract:** *This work seeks information about teaching techniques applied by teachers of the Kinetics and Reactors and Transport Phenomena of the Chemical Engineering courses in Brazil. In order to do so, it was send questionnaires to the teachers where the initials questions sought to portray the conditions under which the teachers exercise their functions, such as number of students in class, teacher's weekly demanding work, among others. Following questions have been scrutinized the educational practice (audio resources, projects, technical meetings, etc.). The answers of these questionnaires were tabling and discussed.*

**Key-words:** Chemical Engineering, Learning, Innovation