

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS PARA O PROCESSAMENTO DE PETRÓLEO

AUTORES:

Antonio Carlos Luz Lisboa
Carla Cristina Moratori

INSTITUIÇÃO:

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Petrobras - Refinaria de Paulínia - REPLAN

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS PARA O PROCESSAMENTO DE PETRÓLEO

Resumo

Este trabalho analisa a formação de recursos humanos para o setor petróleo e gás nas últimas décadas. Embora o processamento de petróleo demande variadas competências, notadamente a química, engenharia mecânica, engenharia civil e engenharia elétrica, é a engenharia química que ocupa a posição de maior presença e relevância. O processamento de petróleo, especialmente as operações em uma refinaria, demanda conhecimentos de fenômenos de transporte, termodinâmica, operações unitárias, cinética de reações e reatores, constituindo esses tópicos a espinha dorsal de um curso de graduação em engenharia química. Pela sua estreita ligação com processos, a engenharia química é muitas vezes, e adequadamente, denominada engenharia de processos. Presume-se, portanto, que um engenheiro químico durante a sua formação aprenda a lidar com processos; com seu projeto, operação, acompanhamento, controle, avaliação de custos, segurança e outros. Infelizmente não é o que ocorre há décadas, mesmo nas escolas julgadas de primeira linha. Nessas, o futuro engenheiro estuda para saber, muito mais que aprende a fazer. A razão para esta deformação reside na mudança do perfil do professor de engenharia química, que ocorreu no mundo a partir de 1940, e no Brasil a partir da década de 60. Saiu da sala de aula o engenheiro prático e entrou o recém-doutor, com pouca ou nenhuma experiência com processos, mas inteligente, dedicado, afeito ao estudo e principalmente disponível para as escolas, o que não ocorria com os engenheiros professores. O resultado encontra-se hoje em escolas típicas de engenharia química: alunos inadequadamente instruídos e insatisfeitos, desmotivados e frustrados sem saber por quê. Mas algumas escolas não se distanciaram do sugerido pela engenharia de processos, tanto no currículo quanto no corpo docente. Dentre elas destaca-se o Curso de Engenharia de Processamento (CENPRO), oferecido pela Petrobras através da sua Universidade Petrobras (UP) há vários anos, notadamente nas décadas de 70, 80 e 90, quando ocorria com regularidade. Um curso que apresentava um currículo e corpo docente que asseguravam um adequado aprendizado para a indústria de processamento de petróleo, tema deste congresso. Este trabalho explora e interpreta os fatos apresentados acima, concluindo com uma proposta que, sem ser inovadora, indica um caminho para uma melhor formação de futuros engenheiros de processo.

Palavras-chave: engenharia química, engenharia de processos, ensino de engenharia, CENPRO.

Abstract

This work deals with the human resources education for the oil and gas sector along the last decades. Although the oil processing demands many competencies, the most relevant is the chemical engineering one. The oil processing in a refinery involves knowledge of transport phenomena, thermodynamics, unit operations, chemical kinetics and reactor design, topics which comprise chemical engineering courses. Therefore chemical engineering is frequently named chemical process engineering. Chemical engineers should be able to deal with process design, operation, safety, costs, etc. Also, their education should involve the teaching of such competencies. Unfortunately this hasn't happened for decades, even in renowned schools, in which the curriculum is not devoted to the solution of problems of process design, operation, etc. The reason is the change in the faculty, from technical teachers to individuals with graduate courses in science, which has happened worldwide since 1940 and in Brazil mostly after 1960. The engineering-teacher, who usually worked in some industry and attended school just during their lectures, was replaced by the Ph.D.-teacher, who had plenty of time to stay at school. The aftermath is observed in most schools: students not happy with their position and not adequately prepared to face common problems after graduation. But some schools did not follow this mainstream change and followed the rules of chemical process engineering. Among them the PETROBRAS Process Engineering Course (CENPRO), which is in operation since

the 60s. A course in which the curriculum and the faculty are the ones adequately indicated to provide excellent education for future chemical process engineers. This work displays and analyzes these facts, suggesting a way to enhance the teaching at existing schools.

Keywords: chemical engineering, chemical process engineering, engineering teaching, CENPRO.

Introdução

Antes de 1940, o ensino e a pesquisa em engenharia eram executados por engenheiros práticos e assim foi por longo tempo, até por volta da década de quarenta quando um fato seminal aconteceu. Indivíduos com diploma de engenharia, mas não vocacionados, ao concluírem sua graduação, e não desejosos de **fazer** (*know-how*), foram bater à porta da ciência e lá anos ficaram incrementando o **saber** (*know-what*). No entanto, como diplomados em engenharia, um dia retornaram ao mundo da engenharia para obter um emprego. O lugar que os acolhia era a Universidade. A pesquisa e o ensino em engenharia passaram gradativamente a serem realizados por indivíduos com uma mente desagregada do fazer (engenharia) e com bastante simpatia pelo saber (ciência). (KIRKPATRICK et al., 2012.)

Nascia assim o Academicismo, que não se identifica com a Engenharia, mas também não integralmente com a Ciência, mas contém atribuições de ambos. A Figura 1 ilustra esse processo. A ocupação das universidades por acadêmicos trouxe dramáticas consequências para a pesquisa e o ensino em engenharia.

A pesquisa, atualmente feita nas escolas de engenharia química, identifica-se mais com a geração de conhecimento científico do que com a geração de tecnologia. O principal produto da primeira é um *paper*, naturalmente publicável, enquanto que o produto da segunda é o desenvolvimento de um processo, serviço ou produto. Estes só ocorrem com um grande conhecimento da realidade existente, ou seja, com anos de vivência em processos, e envolve a colaboração de indústrias interessadas, que não permitem a publicação de seus dados. Portanto, quem trabalha com desenvolvimento de tecnologia não participa de publicações.

O ensino ficou imensamente contaminado por um viés científico, causando formação inadequada e insatisfação. (FELDER, 2010.)

A Sociedade prefere que uma escola de engenharia seja regida pelas filosofias de ensino e pesquisa da Engenharia. Há um embate, portanto, entre Sociedade e Escolas de Engenharia. O Governo está no meio deste embate.

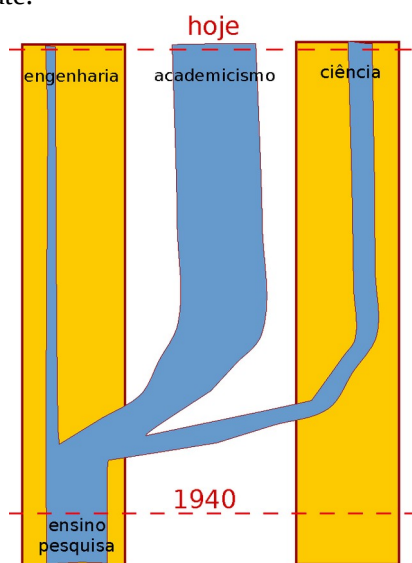


Figura 1 - Caminhos do Ensino e Pesquisa.

Conforme mostra a Figura 1, o Academicismo, com suas filosofias de ensino e pesquisa antagônicas as da Engenharia, criou uma terceira forma de atuação, de contornos indefinidos. (LISBÔA e MORATORI, 2020.)

Desempenho

Ao longo de 2010 a CAPES patrocinou reuniões com “notáveis” da indústria a fim de saber o que achavam da educação acadêmica (PRIMI, 2010). No mesmo ano, a Confederação Nacional das Indústrias promoveu um seminário sobre a formação de engenheiro (TAKAHASHI, 2010). Eis alguns comentários: a) Um grupo de notáveis propôs um plano de intervenção nos cursos de engenharia do país. Alvo de críticas severas das indústrias, os cursos são considerados inadequados para as necessidades da sociedade; b) Mais prática e menos teoria. As indústrias, que com o reaquecimento da economia pedem a formação de mais engenheiros, defendem também uma mudança na formação deles; c) “As empresas precisam dar treinamento de um ano ou mais para que o recém-formado comece a trabalhar.”; d) “É um massacre de cálculos nos primeiros anos, nada de engenharia.”

Vejamos o desempenho de alunos egressos de escolas de engenharia química na prova para acesso ao Curso de Engenharia de Processamento (CENPRO) da Petrobras. A Figura 2 apresenta os dados da prova de 2011, representativa de outras dezenas realizadas nas últimas décadas. A nota média das 80 melhores (6,71), entre 3417 participantes, foi assustadoramente baixa. Assusta também a distribuição dessas 80 melhores notas. Como a nota mínima para aprovação foi 6, apenas 2,3 % foram aprovados. Historicamente, as notas médias das provas da Petrobras para o CENPRO estão entre 2,5 e 3,5 e a nota média dos contratados (depende do número de vagas) está em torno de 5.

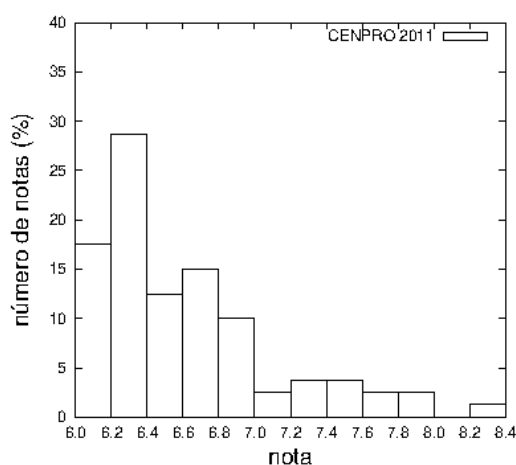


Figura 2 - Resultados de prova para admissão na PETROBRAS.

Os gráficos abaixo exibem alguns dados dos três últimos ENADEs dos formandos de engenharia química. As notas mostradas referem-se à prova de conhecimento específico, ou seja, com questões específicas de engenharia química – há uma outra nota para a prova de formação geral. Observa-se que as notas são assustadoramente baixas, sejam as notas médias – parece que há um batente em 40 –, sejam as distribuições de notas. Deve-se considerar que as questões não são difíceis. A média das médias das dez melhores escolas foram: 55,1 (2014), 48,4 (2017) e 56,5 (2019), significativamente baixas e não distantes dessa média do último Provão (2003): 45,1. (LISBÔA e MORATORI, 2023.)

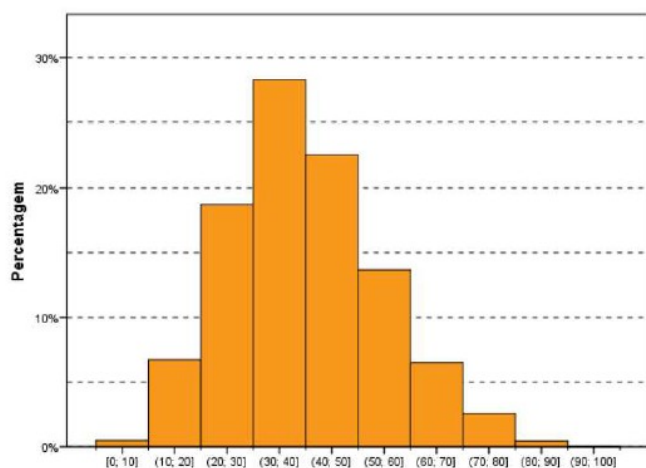


Gráfico 3.3 - Distribuição das notas do Componente de Conhecimento Específico - ENADE/2014 - Engenharia Química

2014

número de escolas: 102
número de alunos: 4234
nota média: 39,9

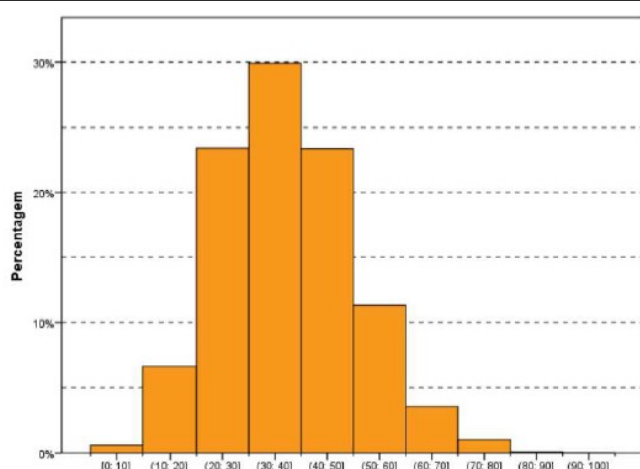


Gráfico 6.3 - Histograma das Notas do Componente de Conhecimento Específico - Enade/2017 - Engenharia Química

2017

número de escolas: 135
número de alunos: 6453
nota média: 37,2

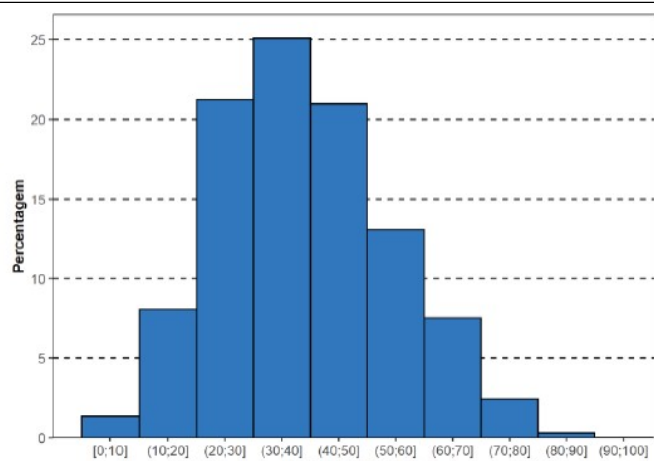


Gráfico 6.3 - Histograma das Notas do Componente Específico - Enade/2019 Engenharia Química

2019

número de escolas: 185
número de alunos: 7438
nota média: 39,0

Figura 3 - ENADE - Notas da Prova de Conhecimento Específico

Insatisfação

Em 2008 o então Coordenador do Curso de Graduação da Faculdade de Engenharia Química da UNICAMP selecionou o tema Insatisfação dos Alunos para ser discutido no *workshop* dos professores no fim do ano. As linhas abaixo (entre as aspas) foram extraídas do *folder*-convite:

- **situação:** “A FEQ possui um corpo docente constituído exclusivamente de professores doutores, com excelente formação e nosso curso é um dos melhores do Brasil.”
- **expectativa:** “Por tudo isso seria possível concluir que nossos alunos têm tudo para se sentirem plenamente satisfeitos com o curso.”
- **realidade:** “Então por que ainda existe um nível considerável de alunos insatisfeitos?”

Os textos do *folder*, acima, enfatizam que a realidade é bem diferente da expectativa.

Em 1998 a COMVEST – órgão encarregado do vestibular na Unicamp – foi contratada pela Faculdade de Engenharia Química para fazer um levantamento da visão que alunos e professores tinham do curso. Apenas os alunos do terceiro, quarto e quinto anos responderam ao questionário. Os números da Tabela 1 exibem um dramático desapontamento.

Tabela 1- Extraído de “Curso de Engenharia Química: A Perspectiva dos Alunos”

	respostas	%
fariam o mesmo curso novamente	92	64,8
não fariam o mesmo curso novamente	40	28,2
em branco	10	7,0

No ENBEQ de 2018, na USP, o assunto Situação Emocional dos Alunos foi o tema escolhido por 23 coordenadores para ser conversado no Fórum dos Coordenadores de Curso. Nas reuniões semestrais para Avaliação de Curso, capitaneadas pelo CAFEQ (Centro Acadêmico da FEQ/UNICAMP), temas referentes à delicada situação emocional de muitos alunos são recorrentes. Estes dois fatos atestam que ambas as categorias, discentes e docentes, têm consciência e preocupação com o tema. Evidentemente que descontentamentos, frustrações, desapontamentos, etc. ocorrem na vida de universitários. O que se apresenta neste texto é que o ensino está colaborando para tal, ao invés de promover o contrário.

Rogério Meneghini, professor titular do Instituto de Química da USP, escreveu na Folha de São Paulo em 12/6/2008: “Alexander Astin, proeminente autoridade em ensino superior, concluiu com dados empíricos que: *Attending a college whose faculty is heavily Research-Oriented increases student dissatisfaction and impacts negatively on most measures of cognitive and affective development. Attending a college that is strongly oriented toward student development shows the opposite pattern of effects.* Professor de universidade dedicado intensamente à pesquisa, fiquei chocado com essa conclusão. Porém, refletindo mais, concluí que, procurando fascinar os alunos com as áreas de trabalho (*de pesquisa*) as quais lecionava, provavelmente atingia um alvo menor, talvez futuros pós-graduandos, já abertos para absorver minha preleção. Os demais poderiam ficar enlevados, mas não necessariamente mais instruídos.” (MENEGHINI, 2008).

Mesmo sendo professor de Química, área abrigada pela ciência, Rogério Meneghini conclui que, por ter ensinado academicamente, seus alunos não aprendiam, pelo menos o tanto que seria potencialmente desejável. Emerge do escrito que apenas uma pequena fração de seus alunos gostava da filosofia de ensino adotada, provavelmente futuros acadêmicos. Conclui-se que, relativamente à engenharia:

1. ensino acadêmico leva ao aprendizado inadequado e a baixo desempenho;
2. ensino acadêmico leva à insatisfação dos alunos.

Solução

Os dados e análises fornecidos acima indicam uma rota para resolver os problemas de insatisfação dos alunos e mal desempenho de recém-formados. O Academicismo, filosofia de ensino e pesquisa que norteia a atuação de escolas de engenharia química, não conseguiu, ao longo das últimas décadas, garantir tanto a satisfação dos alunos quanto a sua boa formação. A base que sustenta e promove o Academicismo é a formação dos atuais professores, notadamente consistente de cursos de pós-graduação, preferencialmente doutorado. De forma crescente, criou-se uma reserva dos postos de professores nas escolas para indivíduos com título de doutorado, pensando-se, de boa fé, que esse era o correto caminho para a formação de futuros engenheiros.

Notou-se, também, uma crescente redução do ensino de disciplinas práticas. A parte inicial dos cursos, denominada básica, passou a ocupar uma fração significativa dos cursos, tornando-se um nicho de insatisfação dos alunos e consequente evasão. Essa tendência migrou para a parte dita profissional dos cursos, tornando as disciplinas vetores do *know-what* em vez do *know-how*.

Urge, conseqüentemente, uma mudança no *modus-operandi* dos professores. Certamente a sua formação para a docência via cursos de pós-graduação, como atualmente existente, deve ser revista. No início da estruturação dos cursos de engenharia química, os professores proviam das indústrias e atuavam em tempo parcial nas escolas, estando disponíveis apenas para as aulas. Com a estruturação das escolas, essa colaboração foi substituída pela dos colegas acadêmicos --- provenientes de cursos de pós-graduação --- que poderiam ter, como único emprego, o da universidade. Com essa mudança de professores, saindo o técnico, e assumindo o acadêmico, aconteceu naturalmente a introdução do Academicismo no ensino e na pesquisa.

Um exemplo de contestação dessa tendência ocorreu na PETROBRAS, que desde a década de 60, por meio da sua Divisão de Ensino (DIVEN), manteve cursos de admissão de novos engenheiros, tais como o Curso de Engenharia de Processamento (CENPRO). Seus professores eram seus próprios engenheiros, garantindo a aplicabilidade do ensino. A Tabela 2 apresenta a estrutura curricular do curso, feito por um dos autores deste trabalho em 1977; suas notas indicam a relação entre adequação de estrutura curricular e desempenho. (LISBÔA, 2013.)

Tabela 2 - Estrutura curricular do CENPRO.

disciplina	nota
Balanco Material	9,1
Fundamentos de Fenômenos de Transporte	8,1
Termodinâmica Aplicada	8,8
Mecânica dos Fluidos Aplicada	8,4
Administração e Relações Industriais	10
Transmissão de Calor	8,7
Análise de Dados Experimentais	9,0
Operações Unitárias da Indústria Química	9,0
Absorção e Extração	9,0
Corrosão em Equipamentos Industriais	9,1
Destilação Industrial	8,8
Utilidades	8,8
Noções de Operações de Unidades	10
Equipamentos Industriais I	9,0
Equipamentos Industriais II	9,5
Instrumentação e Controle	8,9

Nota-se, pelos títulos das disciplinas, que trata-se de um curso de engenharia de processamento e não apenas de um curso de refino de petróleo, cuja especificidade era trabalhada nos exemplos e exercícios. O curso era oferecido em 1200 horas, utilizando 13 meses. Apenas quatro professores, todos engenheiros da empresa, assumiam o ensino para 50 alunos. Havia plena satisfação por parte do corpo discente, que sentia estar tendo uma adequada formação para as tarefas na empresa, o que era demonstrado pelos seus anos iniciais de atividade. Certamente muitas características do CENPRO poderiam e deveriam migrar para as escolas de engenharia química.

É alvissareiro observar a ocorrência de mudanças estruturais em escolas de engenharia química, mudanças que gerarão formação mais adequada e consequentemente satisfação nos alunos. Por exemplo, o desenvolvimento e adoção de uma nova e revolucionária estrutura curricular na Faculdade de Engenharia Química da UNICAMP, apresentada na Figura 4, em que as disciplinas aparecem agrupadas por competências que desenvolvem. (FRANCO, LISBÔA e SUPPINO, 2023; FRANCO, SUPPINO et al, 2023.)

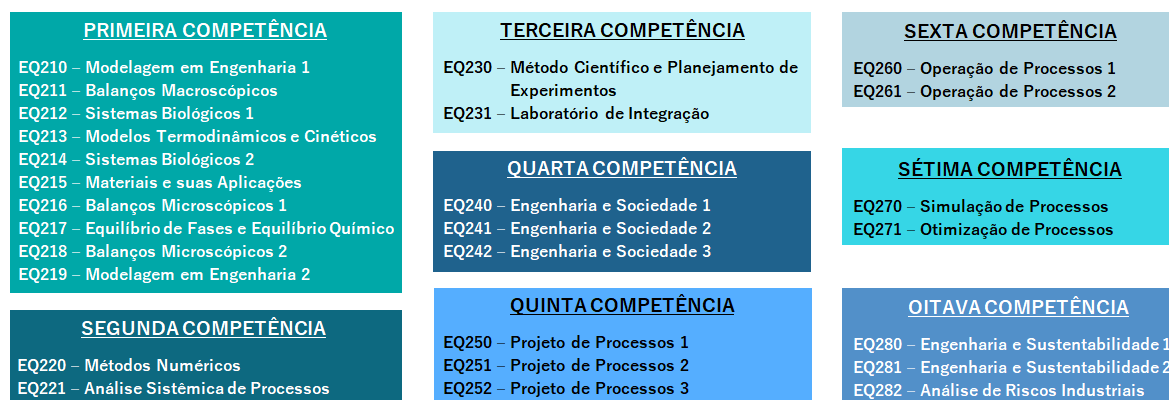


Figura 4 - Estrutura Curricular da Faculdade de Engenharia Química da UNICAMP.

O processo de criação dessa estrutura delongou anos de discussão e *workshops* entre os professores. Nota-se que dentre as 27 novas disciplinas, apresentadas na Figura 4, 17 contêm ou o termo engenharia ou o termo processos. A estrutura anterior apresentava apenas uma instância. A nova estrutura demandará maior conhecimento de engenharia de processo por parte da classe docente.

Conclusões

O ensino (e a pesquisa) na área de engenharia de processos, incluindo o setor de operações com petróleo e gás, precisa passar por uma reforma, devido às evidências de mal desempenho de alunos e sua insatisfação durante o curso.

Considerando que a causa seja o ensino baseado exageradamente em fundamentos científicos, ocasionado por um corpo docente com formação em cursos científicos de pós-graduação, sugere-se um movimento em direção aos aspectos – inerentemente práticos – associados à engenharia de processos. (MARLIN, 2005.)

Sugere-se consequentemente a presença no corpo docente de professores provenientes da indústria, com experiência em projeto, operação, acompanhamento, segurança, avaliação econômica, controle, entre outros.

Referências Bibliográficas

FELDER, R.M., The Link Between Research and Teaching: does it exist?, Chemical Engineering Education, 44(2), p. 109-110, 2010.

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

- FRANCO, L.F.M, LISBÔA, A.C.L., SUPPINO, R.S. Designing a Competency-based Chemical Engineering Curriculum with a Top-down Approach. Proceedings do 11th World Congress of Chemical Engineering (WCCE), Buenos Aires, 2023.
- FRANCO, L.F.M., SUPPINO, R.S. A competency-based chemical engineering curriculum at the University of Campinas in Brazil. Education for Chemical Engineers, 44, p. 21-34, 2023.
- KIRKPATRICK, A., DANIELSON, S., WARRINGTON, R.O., Reduction to Practice, Mechanical Engineering, p. 38-39, november 2012.
- LISBÔA, A.C.L. Filosofias de Ensino, Relatório Interno, Faculdade de Engenharia Química da UNICAMP, 32 p. 2013.
- LISBÔA, A.C.L.; MORATORI, C.C. Publique e Pereça. Anais do 23 COBEQ - 18 ENBEQ, Gramado, 2020.
- LISBÔA, A.C.L.; MORATORI, C.C. Satisfação e Desempenho em Cursos de Engenharia, Anais do 24 COBEQ - 19 ENBEQ, Salvador, 2023.
- MARLIN, T.E., Emphasizing Operability in Undergraduate Process Systems Engineering Education, 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering (ENPROMER), Mangaratiba, 2005.
- MENEZHINI, R. Pesquisa e Ensino: indissociáveis?, Folha de São Paulo, 12/6/2008.
- PRIMI, L., Notáveis criam plano para intervir na engenharia, Estado de São Paulo, 6/9/2010.
- TAKAHASHI, F., Engenharia em Reforma, Folha de São Paulo, 13/9/2010.