

Avaliação do envolvimento dos estudantes com emprego de novas estratégias educacionais no ensino de engenharia química

Palavras-Chave: ENSINO, ENGENHARIA QUÍMICA, EDUCAÇÃO, METODOLOGIAS DE ENSINO

Autores(as):

CAIO MAGNIEZI PALMEIRA (aluno), FEQ – UNICAMP

Prof. Dr. RAPHAEL SOEIRO SUPPINO (orientador), FEQ - UNICAMP

Prof.^a. Dr.^a. LUCIMARA GAZIOLA DE LA TORRE (coorientadora), FEQ - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A evolução do currículo de engenharia química é um resgate importante para compreender como ocorreu a cientificização e a constituição própria das ciências de engenharia química. Pode-se compreender, em primeiro momento, a similaridade entre as engenharias mecânica e a recém-criada química no Curso X do MIT, sendo esse modelo de currículo implementado entre 1888 e 1915, com ênfase na descrição de processos.

A maior diferenciação ocorreu em 1915, quando Arthur D. Little cunhou o termo “operações unitárias”, conceito fundamental na sistematização no ensino de engenharia química, sendo o primeiro livro que definiu o escopo do curso o *Principles of Chemical Engineering*, de Walker, Lewis e McAdams, lançado em 1923 (Varma e Grossman, 2014). Nas décadas seguintes, foram sendo incorporados outros conteúdos, como termodinâmica, controle e projeto de processos e cinética química no período de 1935 a 1955 (van Antwerpen, 1980) e, após a segunda guerra mundial, ao fim da década de 1950, foi publicado o primeiro livro de fenômenos de transporte de Bird, Stewart e Lightfoot (Bird et al., 1980)

Porém, é perceptível que a quantidade de conteúdos presentes no currículo de engenharia química levou a uma exagerada especialização, o que acarretou uma compartimentalização dos conteúdos ensinados, preterida à visão mais holística. Tal fenômeno levantou discussões acerca da formação desejada para os egressos das faculdades pelo mundo, sendo pautadas nas novas metodologias educacionais e no perfil de profissional esperado pelo mercado.

Países como os EUA e Reino Unido, além da União Europeia, promoveram encontros e debates que geraram documentos para guiar esse processo de reformulação. Fomentadas por essas discussões, publicações começaram a emergir em revistas focadas no ensino de Engenharia Química. Nessa ótica, um dos pilares expostos por Armstrong em seu artigo sobre uma visão futura do currículo (Armstrong, 2006), é a abordagem multiescala: da molécula ao processo, do processo à sociedade. Sendo esse um dos trabalhos norteadores, espera-se que os alunos de engenharia tenham, além de uma formação técnica sólida, pensamento crítico e outras *soft skills* necessárias para o mercado de trabalho e prioridade pela sustentabilidade, além de consciência das necessidades e demandas econômicas e sociais.

Tendo em vista essa necessidade por mudança, em 2019, a Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação realizou uma revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais (resolução CES/CNE, 2019). Essa redação atualizada modifica profundamente o foco do ensino superior em engenharia, fazendo com que o aluno participasse mais ativamente do processo de ensino-aprendizagem. O novo direcionamento do protagonismo nesse processo indica uma ruptura com o antes conteudista currículo da graduação, para que seja possível adequá-lo às novas legislações e à inclusão do de horas de extensão, conforme Plano Nacional de Educação 2014-2024.

A FEQ/Unicamp, assumindo pioneirismo na tarefa, desenvolveu um novo currículo baseado em componentes curriculares e trilhas de conhecimento, utilizando de metodologias ativas de ensino e ensino baseado em problema (PBL, do inglês: *Problem-Based Learning*), consolidados como estratégias educacionais válidas, melhorando o desempenho dos alunos e desenvolvendo habilidades de solução de problemas complexos (Freeman et al., 2014), o que afirma o novo protagonismo do aluno nessa nova proposta discutida por Franco et al., 2023.

Devido à grande reforma que o currículo da engenharia química da FEQ/Unicamp passou, é importante, para o contínuo desenvolvimento dessa proposta de ensino, que discentes e docentes sejam escutados e suas opiniões consideradas. Esse projeto de pesquisa serviu para compilar esses dados para que o Núcleo Docente Estruturante (NDE) da FEQ possa se basear em dados para realizar os ajustes necessários ao que tem sido feito nessa nova proposta.

METODOLOGIA:

A metodologia para coleta dos dados envolveu dois grupos, discentes e docentes, com questões similares, porém com enfoque característico a cada grupo. Por envolver pessoas, foi necessário aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp (nº do CAAE: 84598824.2.0000.5404).

Para o grupo de docentes, foram realizadas entrevistas com os professores que se voluntariaram para ela, tendo sido o convite feito por e-mail. As perguntas da entrevista foram baseadas em aspectos julgados importantes pela equipe de pesquisa para o melhor entendimento das mudanças trazidas pela nova proposta curricular em suas atividades de planejamento de aulas, aplicação de metodologias ativas de ensino, receptividade percebida da turma ao maior protagonismo e expectativas no início e no fim do semestre lecionado. Ainda sobre os professores, suas respostas, depois de anonimizadas, foram divididas em 3 grupos: docentes que lecionaram apenas no catálogo vigente até 2022; os que lecionaram somente para turmas dos catálogos 2023 e posterior; e os que já lecionaram para os dois catálogos até o primeiro semestre de 2025.

Em relação aos discentes, foi primeiro enviado um formulário respondido anonimamente contendo perguntas, desde perguntas específicas às trilhas do conhecimento até perguntas buscando entender o perfil de motivação dos estudantes, sendo o instrumento EMAPRE-U (Escala de Motivação e Aprendizagem Universitário) utilizado para este fim (Dos Santos et al., 2016). Essa escala permite dizer os motivadores por trás do que motiva os estudantes a se dedicarem ao curso, que é dividida em 3 partes, sendo elas: motivação baseada na busca pelo conhecimento, estímulo a não ter pior rendimento que os colegas de turma e motivação a performar melhor que os outros alunos.

No formulário, ainda havia um campo para manifestação de interesse em ser entrevistado, sendo que a entrevista seguia o modelo da realizada com os docentes, com perguntas direcionadas a informações julgadas pertinentes de serem coletadas, como, a autorregulação do discente em relação aos estudos fora de sala, métodos de estudo extraclasse, visões sobre o currículo e desafios vistos em trabalhos em grupo. As falas das entrevistas com os dois grupos foram gravadas e transcritas, retirando qualquer identificador delas, sendo assim, o tratamento de dados se deu de forma anônima.

Por último, foi solicitado à DAC (Diretoria Acadêmica), dados de coeficiente de rendimento (CR), CR padrão, CR das turmas, formas de ingresso e desempenho em todas as disciplinas cursadas por todos os alunos da FEQ até o segundo semestre de 2024. Todas as análises baseadas nesses dados foram realizadas apenas das turmas 2021 até as turmas 2024, por serem as turmas com mais alunos e com dados disponíveis.

Em primeiro momento, foram contabilizados alunos em fase com o curso, ou seja, alunos que estão seguindo o currículo proposto pela unidade, avaliado por meio de quantos discentes realizaram determinada disciplina com mais pré-requisitos no segundo semestre de 2024, sendo as disciplinas mostradas na Tabela 1.

Ano/Turno	Integral (curso 9)	Noturno (curso 39)
2021	EQ851	EQ741
2022	EQ641	EQ515
2023	EQ230	EQ220
2024	EQ211	MA211

Tabela 1 - Disciplinas consideradas para avaliação da fase dos alunos com o curso

Ainda usando os dados fornecidos pela DAC, foram comparados o CR pela forma de ingresso, de forma geral e divididas por turmas, assim como o CR pelos anos de turma, para comparar possíveis efeitos que a mudança de catálogo possa ter ocasionado. Outra análise realizada baseada em dados acadêmicos foi o índice de aprovação

em disciplinas consideradas do ciclo básico, como as disciplinas de Cálculo 1, 2 e 3 e Física 1 e 3, quanto em matérias específicas da Engenharia Química.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Em primeiro momento, foram analisados a porcentagem de alunos de cada ano e turno em fase com o curso, sendo possível verificar os resultados na Tabela 2. As porcentagens foram calculadas a partir da razão de alunos cursando as disciplinas expostas na Tabela 1 pelo número de alunos ingressantes em cada turno de cada ano.

Ano/Turno	Curso 9	Curso 39
2021	43,8%	55,3%
2022	71,4%	63,0%
2023	50,0%	66,7%
2024	84,1%	87,5%

Tabela 2 - Porcentagem de alunos em fase

Analisando a Tabela 2 é possível inferir que o número de alunos de 2021 fora de fase se dá pelas necessidades de adequação a horários de estágio, preterindo disciplinas obrigatórias e postergando a conclusão do curso. Já para as turmas de 2022, é perceptível o aumento em relação a 2021, pois essa turma ainda está começando a procurar estágios, logo, não atrasaram o curso para tal.

É necessária uma atenção especial para as turmas de 2023, que são as primeiras do novo catálogo e a turma com a segunda mais baixa porcentagem de alunos em fase. Tal ocorrência pode ser explicada por maior número de reprovações em disciplinas, tanto do ciclo básico quanto da FEQ, além da maior quantidade de pré-requisitos para matérias em geral nesse catálogo, devido ao seu caráter mais integrador. As turmas de 2024 e noturno de 2023 apresentam maiores porcentagens de alunos em fase provavelmente por conta do menor número de disciplinas cursadas até o momento de coleta destes dados.

Os dados obtidos pelo formulário online e pelas entrevistas, por tratarem-se de dados menos objetivos, serão principalmente usados para fornecimento de informações ao NDE/FEQ, sendo a análise do EMAPRE-U ainda restante após isso, sendo utilizada posteriormente para atacar fontes de motivação e desmotivação dos discentes da FEQ.

Para a análise dos índices de aprovação de discentes da FEQ nas disciplinas cursadas, foi calculada a razão entre alunos aprovados na disciplina e alunos que as cursaram, sendo os resultados apresentados na Tabela 3. Não foram considerados alunos que tiveram aproveitamento de estudos na disciplina.

Disciplina	Nº de aprovados	Total de alunos	Razão (aprovados/total)
MA111	400	529	75,6%
MA211	368	454	81,1%
MA311	273	380	71,8%
F 128	248	439	79,3%
F 328	227	309	73,5%
QI242	363	515	70,5%
EQ201	174	283	61,5%
EQ211	133	177	75,1%

Tabela 3 - Índice de aprovações em disciplinas

Percebe-se que as disciplinas do básico mantêm seu índice de aprovação de 70,5% a 81,1%, porém, é notável que retém uma parcela considerável de alunos da FEQ nessas matérias, entre 20 e 30% dos discentes. Já as disciplinas da FEQ avaliadas apresentam diferença significativa entre as disciplinas avaliadas, sendo EQ201 do catálogo até 2022 e EQ211 a partir do catálogo de 2023 adiante. Conforme visto, o índice de reprovação de EQ211

é menor do que o de EQ201, o que pode indicar que o novo formato de ensino, promovido nesta disciplina vem resultando em um maior aproveitamento dos estudantes, embora outros fatores também possam estar associados.

Em última instância, foram analisados os coeficientes de rendimento dos estudantes sob dois contextos: ano de entrada e forma de ingresso, sendo os gráficos apresentados nas Figuras 1 e 2, para a análise por ano, e as Figuras 3, 4 e 5 para métodos de ingresso.

Nota-se que as tendências de distribuição do CR se mantiveram parecidas para todas as turmas do integral e noturno do período especificado. Com isso, é impossível dizer se a mudança radical de catálogo impactou o desempenho como um todo, sendo necessário um maior tempo de observação, assim como maior número de alunos. Já em relação a métodos de ingresso, o pior desempenho se dá pelos estudantes ingressos pelo ENEM, em média, já os melhores, na média, são os do vestibular COMVEST, fato que pode ser explicado, em parte, pelo número muito maior de ingressantes por esta forma em relação às outras (mais de 300 para o vestibular e menos de 50 para as outras). A categoria “Outros métodos” engloba o vestibular indígena, vagas olímpicas, Provão Paulista Seriado e ingresso por conclusão do Profis.

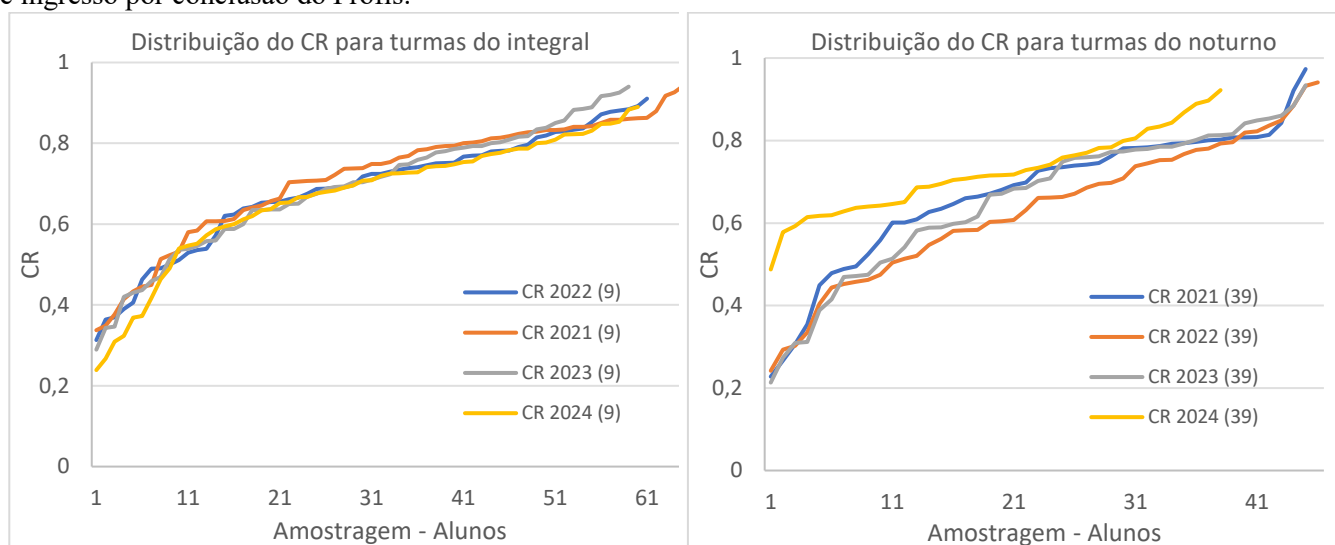


Figura 1 - CR por aluno das turmas do integral (9) de 2021 a 2024

Figura 2 - CR por aluno das turmas do noturno (39) de 2021 a 2024

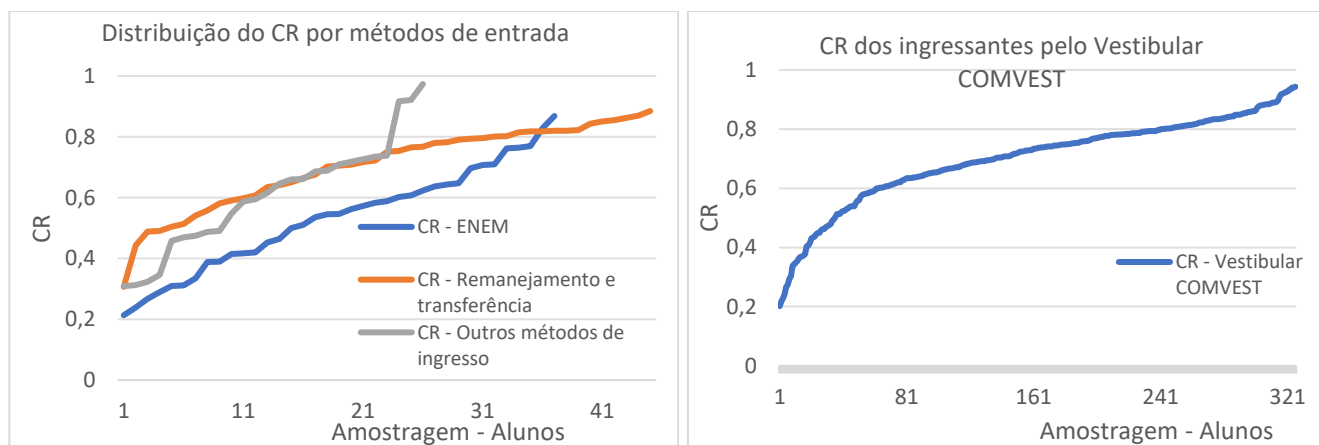


Figura 3 - Distribuição do CR para diferentes métodos de ingresso

Figura 4 - Distribuição de CR para os alunos ingressantes pelo vestibular COMVEST

CONCLUSÕES:

Por tratar-se de uma pesquisa que demanda análise de dados durante longos períodos, é possível apenas prever tendências de como variáveis se comportarão em primeiro momento, vide a análise de CR próxima para

todas as turmas. A proposta do grupo de pesquisa ao CEP/Unicamp envolve um período de estudo de, pelo menos, 5 anos, para que conclusões mais assertivas sejam feitas.

Os dados analisados até o momento indicam que o ponto que mais exige cautela para a FEQ é a discrepância de alunos em fase no catálogo vigente, sendo importante conhecer melhor, discutir e buscar solucionar as causas desse atraso significativo de parte do corpo discente.

Os resultados das entrevistas e do formulário para os discentes ainda estão em fase de compilação pela equipe de pesquisa e, após análise, serão reportados ao NDE/FEQ para subsidiar discussões acerca da implantação do novo projeto pedagógico.

BIBLIOGRAFIA

Armstrong, R. C. A vision of the curriculum of the future. *Chem. Eng. Educ.*, v. 40, p. 104-109, 2006.

Bird, R. B.; Stewart, W. E.; Lightfoot, E. D. The role of transport phenomena in chemical engineering teaching and research: past, present, and future. In: Furter, W. F. (Ed.). *History of Chemical Engineering*. Washington, D. C.: **American Chemical Society**, 1980. p. 153-165.

Dos Santos, A. A. A.; Mognon, J. F. Motivation Assessment Scale for Learning in Higher Education (EMAPRE-U): Validity Evidence. **Psico-USF**, v. 21, n. 1, p. 101-110, abr. 2016

Franco, L. F. M.; da Costa, A. C.; Almeida Neto, A. F.; Moraes, A. M.; Tambourgi, E. B.; Miranda, E. A.; de Castilho, G. J.; Doubek, G.; Dangelo, J. V. H.; Fregolente, L. V.; Lona, L. M. F.; de la Torre, L. G.; Alvarez, L. A.; da Costa, M. C.; Martinez, P. F. M.; Ceriani, R.; Zemp, R. J.; Vieira, R. P.; Maciel Filho, R.; Vianna, S. V. V.; Bueno, S. M. A.; Vieira, M. G. A.; Suppino, R. S. A competency-based chemical engineering curriculum at the University of Campinas in Brazil. **Educ. Chem. Eng.**, v. 44, p. 21-34, 2023.

Freeman, S.; Eddy, S. L.; McDonough, M.; Smith, M. K.; Okoroafor, N.; Jordt, H.; Wenderoth, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **PNAS**, v. 111, p. 8410-8415, 2014.

Hougen, K. M.; Watson, O. A. *Chemical Process Principles. Part I: Material and Energy Balances*. New York: John Wiley & Sons, 1947a.

Hougen, K. M.; Watson, O. A. *Chemical Process Principles. Part II: Thermodynamics*. New York: John Wiley & Sons, 1947b.

Hougen, K. M.; Watson, O. A. *Chemical Process Principles. Part III: Kinetics and Catalysis*. New York: John Wiley & Sons, 1947c.

Resolução CES/CNE (Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação). Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991>>.

van Antwerpen, F. J. The origins of chemical engineering. In: Furter, W. F. (Ed.). *History of Chemical Engineering*. Washington, D. C.: American Chemical Society, 1980. p. 1-14.

Varma, A.; Grossman, I. E. Evolving trends in chemical engineering education. *AIChE J.*, v. 60, n. 11, p. 3692-3700, 2014.