

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

A matemática no curso de Licenciatura em Química: um "mal" necessário?

Ana Carolina Carius¹

Instituto Federal do Rio de Janeiro, IFRJ, Duque de Caxias, RJ,

Laboratório Nacional de Computação Científica, LNCC, Petrópolis, RJ

Ricardo Lopes de Souza Júnior²

Instituto Federal do Rio de Janeiro, IFRJ, Duque de Caxias, RJ

Willian da Silva Leal³

Instituto Federal do Rio de Janeiro, IFRJ, Duque de Caxias, RJ

Resumo. O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados obtidos em um projeto de pesquisa desenvolvido no curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus Duque de Caxias. Uma das maiores problemáticas que o curso de Licenciatura em Química enfrenta, desde sua abertura, em 2009, é a enorme evasão e reprovação dos estudantes que ingressam no curso. Em pesquisa informal, muitos estudantes se queixavam das dificuldades encontradas nas disciplinas que envolviam matemática como fator desmotivador ao prosseguimento dos seus estudos. Diante deste quadro, propusemos um projeto de pesquisa, o qual buscou identificar com mais clareza as causas do fenômeno de evasão e retenção e estudar o perfil dos ingressantes no curso de Licenciatura em Química, mantendo a dificuldade em matemática como foco principal da pesquisa. Num segundo momento, desenvolvemos uma nova metodologia de ensino para as disciplinas matemáticas, utilizando como ferramenta principal a aplicação da modelagem matemática em problemas ligados à área de química. Sendo assim, os estudantes teriam a oportunidade de relacionar os conhecimentos das duas áreas desde o início de sua vida acadêmica na Licenciatura em Química. Por fim, apresentamos as conclusões da nova metodologia empregada.

Palavras-chave. Reprovação, Evasão, Cálculo Diferencial e Integral, Interdisciplinaridade, Modelagem Matemática Aplicada ao Ensino da Química.

1 Introdução

Fundado em 2009, o curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Rio de Janeiro, instalado no Campus Duque de Caxias, foi aberto graças às expansões da rede federal de ensino, iniciada em 2003 [1]. Desde então, um dos maiores problemas

¹ana.carius@ifrj.edu.br, carol@lncc.br

²ricardo.junior12@hotmail.com

³willian.leal@ifrj.edu.br

que a graduação enfrenta é a altíssima taxa de evasão e retenção dos estudantes matriculados na instituição. A evasão e a retenção dos estudantes de licenciaturas não é fato isolado ao IFRJ. Como apontam pesquisas de Moura e Silva [2], Silva et. al [3] e Paz et. al [4], sendo esta última direcionada exclusivamente para a Licenciatura em Química, não é de hoje a preocupação de diversos pesquisadores com a manutenção dos estudantes que iniciam a vida acadêmica em um curso de licenciatura. O traço marcante que une as pesquisas de Moura e Silva [2], Silva et. al [3] e Paz et. al [4], embora direcionadas para cursos de licenciaturas distintos e localizados em diferentes regiões do país é a conclusão de que **as dificuldades geradas pelas disciplinas das áreas exatas não é o fator determinante da desistência dos estudantes**. Nos três trabalhos, destacam-se motivos pessoais e condições socioeconômicas precárias como fatores determinantes para a desistência dos estudantes, em 90 % dos casos.

Sendo assim nossa estratégia, no IFRJ Duque de Caxias, foi iniciar nossa pesquisa por questionários aplicados junto aos estudantes. Em reuniões com os mesmos eram colocadas, informalmente, algumas questões que poderiam ser consideradas causas do problema de evasão e retenção dos mesmos. Nesse debate insere-se a presença da matemática em 4 disciplinas na grade do nosso curso: Tratamento de Dados (1º período), Pré-Cálculo para professores de Química I (1º período), Cálculo para professores de Química I (2º período) e Cálculo para professores de Química II (3º período). Para muitos estudantes ingressantes no curso de Licenciatura em Química, a presença da matemática não era um fator considerado *a priori*. Para eles, estudava-se pouca matemática em uma Licenciatura em Química e, mesmo que tivessem alguma dificuldade com essa disciplina ainda no ensino médio, a mesma não seria impedimento para prosseguimento nos estudos na licenciatura. Baseados nessa constatação e no cenário de evasão em licenciaturas em outras regiões do país, dividimos nosso estudo em três etapas:

1. **Etapa 1:** Aplicação de questionários junto aos alunos ingressantes no primeiro período e também junto aos alunos no segundo período. Esses questionários continham informações da vida pessoal, socioeconômica e acadêmica do estudante, com o objetivo de traçar o perfil do ingressante na Licenciatura em Química no Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus Duque de Caxias.
2. **Etapa 2:** De posse das dificuldades apresentadas pelos estudantes nos questionários relacionadas às disciplinas que envolvem matemática, elaboração de um currículo diferenciado para as disciplinas de Pré-Cálculo para professores de Química e Cálculo para professores de Química I. A estratégia que utilizamos foi a inserção da química nas ementas dos cursos, através de modelagem matemática aplicada a problemas na área de química.
3. **Etapa 3:** Análise dos resultados gerados a partir da experiência de uma turma piloto com a metodologia de modelagem matemática aplicada à química como fator motivador ao estudo das disciplinas que envolviam matemática. Propostas futuras a partir dos resultados.

2 Entendendo a evasão e a retenção

A partir de constatações informais sobre as causas da evasão e retenção, construímos um questionário, que foi aplicado na turma de primeiro período da Licenciatura em Química, no período de 2014/2. Neste questionário incluímos questões que relacionavam a distância do campus à casa do estudante, se era um chefe de família, se tinha tempo para se dedicar aos estudos, se trabalhava ou não, se o curso de Licenciatura em Química era a sua primeira opção de carreira, se o IFRJ era a instituição que almejava para cursar o ensino superior, se tinha dificuldades em matemática no ensino médio, se era egresso de instituição pública (municipal, estadual ou federal) ou privada, assim como se o curso atendia as suas expectativas e, como futuro professor de química, em qual(is) contexto(s) visualizava a matemática como ferramenta importante no cotidiano de sua atividade profissional. O questionário foi aplicado na turma de primeiro período de Pré-Cálculo para professores de Química. Existiam 71 estudantes matriculados no curso de Pré-Cálculo para professores de Química. Apenas 40 estudantes iniciaram efetivamente a frequência às aulas e o questionário foi respondido efetivamente por esses 40 estudantes. Destacamos nesse trabalho alguns resultados que nos chamaram a atenção:

1. **Licenciatura em Química não era a primeira opção para 62,5% dos ingressantes assim como o IFRJ também não era a instituição de preferência para 62,5%**, ou seja, para 25 dos 40 estudantes ouvidos, o IFRJ e a licenciatura não eram o que almejavam do ponto de vista pessoal. Dentre as carreiras escolhidas, a maioria que não optou pela licenciatura preferia o curso de Bacharel em Química. A instituição de ensino desejada pelos que não escolheram o IFRJ como a instituição de preferência foi a UFRJ, com 14 dos 25 estudantes. A desvalorização dos educadores em nosso país, há décadas, gera um déficit de 150 mil professores nas áreas de química, física, matemática e biologia em todo o país (dados do Instituto Ayrton Senna). Para Scheibe [5], o ponto crucial da valorização docente passa por uma convergência de ações políticas centralizadas para a valorização docente. Destacase, também, a necessidade de avaliação da formação e da ação docente como forma de evitar a exclusão, tanto do professor como do aluno, num processo que visa a qualidade social da educação.
2. **O tempo dedicado aos estudos, semanalmente, foi o menor valor indicado no questionário** Os estudantes precisavam marcar, em seus questionários, a quantidade de horas semanais às quais dedicavam-se aos estudos, incluindo o período no qual estavam em sala. As faixas de tempo foram colocadas de 4 em 4 horas, começando-se com o intervalo 8 a 12 horas semanais até 24 a 28 horas semanais. 31 dos 40 estudantes marcou a opção de 8 a 12 horas semanais e apenas um estudante indicou o maior intervalo. Correlacionamos o tempo dedicado aos estudos com os resultados obtidos pelos estudantes da disciplina Pré-Cálculo para professores de Química e observamos que as duas variáveis se relacionam com coeficiente de correlação 0,334446. Portanto, o baixo rendimento dos estudantes se deve, em parte, à falta de dedicação aos estudos dos mesmos e também às imensas defasagens provenientes do ensino médio. Como o coeficiente de correlação foi positivo, indica que

um aumento no tempo de dedicação aos estudos melhorará o desempenho dos estudantes. Vale destacar que as notas relacionadas pelos estudantes em matemática, no ensino médio, não são altas (em média abaixo de 6) e que a maior parte dos estudantes são egressos de escolas públicas estaduais.

3. **Quanto ao emprego e obrigações familiares** 28 dos 40 estudantes não possui qualquer atividade formal ou informal para obter renda e apenas 2 estudantes dos 40 são chefes de família. Concluimos que a falta de tempo **não é** um dos impedimentos para que o estudante consiga realizar as atividades propostas nas disciplinas, assim como dedicar-se aos estudos de forma efetiva.
4. **A matemática dissociada da química** Quando perguntados sobre a relação da matemática com a química e onde a matemática estaria inserida em suas atividades como professor de química, uma das respostas nos chamou a atenção: um dos estudantes só conseguiu visualizar a utilidade da matemática no dia-a-dia do professor de química no cálculo das médias aritméticas das notas de seus alunos. A partir dessa resposta, constatamos que a visão da interdisciplinaridade entre as duas disciplinas é muito limitada. Este foi o ponto de partida para a segunda etapa do projeto.

3 Modelagem matemática aplicada a química: relacionando mundos aparentemente isolados

Após o estudo sobre o perfil do estudante ingressante no curso de Licenciatura em Química, direcionamos o trabalho à inserção da matemática no contexto da química. A modelagem matemática aplicada ao ensino, como técnica de ensino-aprendizagem, começou a ser discutida e introduzida nas escolas na década de 60. De acordo com Kaiser e Sriraman [6], os primeiros trabalhos na área de modelagem matemática aplicada ao ensino apareceram com Henry Pollak, em uma perspectiva mais pragmática acerca deste método alternativo de ensino-aprendizagem na área de matemática. Sob este ponto de vista, os objetivos da modelagem matemática aplicada ao ensino eram utilitários e se focavam no desenvolvimento de habilidades, por parte dos estudantes, em resolver problemas práticos. Recentemente, a modelagem matemática aplicada ao ensino é pesquisada e estudada sob outras perspectivas. Porém, a abordagem pragmática de Henry Pollak ainda é, para os objetivos do nosso trabalho, a mais adequada e justifica a interdisciplinaridade do mesmo. O trabalho realizado na disciplina de Pré-Cálculo para professores de Química se constituiu de exemplos, em cada tópico tratado na disciplina, de problemas que usassem a ferramenta matemática em estudo em um problema da área de química, focando na perspectiva pragmática de Pollak, relacionando a matemática, química e o mundo real. A seguir colocamos um exemplo de contextualização relacionado com o estudo de funções de primeiro grau.

Exemplo de problema aplicado ao Pré-Cálculo para professores de Química I

Um grande poluente produzido pela queima de combustíveis fósseis é o dióxido sulfídrico (SO_2). Uma pesquisa feita em Oslo, Noruega, demonstrou que o número (N) aproximado

Tabela 1: Relação entre a concentração de (SO_2) e número de mortes

Concentração (em $\mu g/m^3$)	Mortes
401	106
500	109

de peixes mortos em um certo rio, por semana, é dado por uma função afim da concentração C de (SO_2). Foram feitas as seguintes medidas: Qual é a concentração máxima de (SO_2) que pode ser despejada no rio para que o número de mortes não ultrapasse 115, fato que poderia prejudicar a reprodução da espécie?

Já o trabalho desenvolvido na disciplina de Cálculo para professores de Química I foi um pouco mais elaborado, porém sob a mesma ótica pragmática de contextualização com o mundo real. A disciplina, por si só, já se constitui com dificuldades maiores que a disciplina de Pré-Cálculo para professores de Química I, na medida que introduz os conceitos de derivadas e integrais para funções de uma variável. A proposta de trabalho foi contextualizar cada tópico da ementa, assim como foi feito no Pré-Cálculo para professores de Química, porém com um diferencial: foi proposto um trabalho de pesquisa, realizado em trio, constituído por um problema da área de química. Os estudantes deveriam pesquisar o contexto histórico do fenômeno indicado, estudar o modelo matemático desenvolvido para tratar o problema em questão e realizar a análise matemática dos termos que compunham o modelo matemático.

Exemplo de problema aplicado no trabalho em Cálculo para professores de Química I

A velocidade na qual os elétrons movem-se através de um semicondutor refere-se a sua mobilidade μ . A dependência de μ em relação à temperatura T é complicada, mas para muitos semicondutores μ mostra-se a seguinte relação:

$$\mu = kT^{3/2}$$

onde k representa uma coleção de constantes.

1. Pesquisar, do ponto de vista histórico, como foi descoberta a existência de movimento por parte dos elétrons. Como se conclui que a velocidade dos mesmos pode ser descrita pela equação acima?
2. Uma das possíveis extensões desse problema é a descrição do movimento através da equação de Schrödinger. Escreva a equação e obtenha a importância de cada um dos coeficientes que estão presentes nela.
3. Obtenha $\frac{d\mu}{dT}$. O que esta derivada representa no contexto do problema que descrevemos?
4. O problema afirma que k descreve uma coleção de constantes. Indique possíveis valores que a constante k pode assumir e os motivos de tais valores aparecerem.

6

5. Esboçar o gráfico da função .
6. Encontrar a equação da reta tangente à curva para $T = 313$ K.
7. O gráfico da função ajuda a avaliar o comportamento da velocidade de movimentos dos elétrons? Qual a relação que vocês verificam entre a velocidade de movimento e a temperatura?

O grupo que tratou esse problema realizou a pesquisa histórica e a contextualização do modelo indicado no problema com a equação de Schrödinger. Ao construir o gráfico que relacionava a velocidade com a temperatura, com auxílio de um software para construção de gráficos, concluíram, do ponto de vista matemático, que com o aumento da temperatura, há aumento do grau de agitação e colisões entre as moléculas (fenômeno químico já estudado por eles anteriormente), com isso aumenta a velocidade. O gráfico velocidade μ por temperatura T , sendo a temperatura dada em Kelvin (K) está representado na Figura 1.

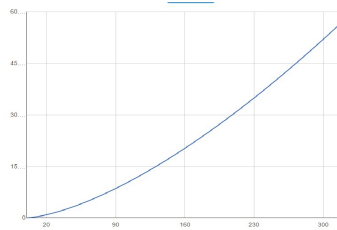


Figura 1: Gráfico velocidade dos elétrons (μ) x temperatura (T)

4 Conclusões e trabalhos futuros

Para os estudantes que vivenciaram as experiências de cursarem as disciplinas de Pré-Cálculo para professores de Química e Cálculo para professores de Química I, com a fusão entre matemática e química durante todo curso, a experiência foi enriquecedora, apesar de exigir uma compreensão maior dos conteúdos por parte dos estudantes. Muitos relataram que a interpretação das variáveis nos modelos matemáticos aplicados aos problemas químicos era uma dificuldade extra. Contudo, a garantia de que estudar funções, derivadas e integrais para aplicações na química foi um fator motivacional para prosseguimento nos estudos. A impressão de que a matemática está "perdida" na licenciatura foi substituída pela constatação de que a matemática está inserida, com propriedade, na química. Com relação à evasão, os resultados foram animadores: dos 40 que efetivamente iniciaram a disciplina de Pré-Cálculo para professores de Química, 38 encerraram o curso e dos 24 inscritos na disciplina de Cálculo para professores de Química I, 17 encerraram o curso. Já para a retenção, novas estratégias precisam ser pensadas: apenas 11 estudantes de Pré-Cálculo para professores de Química I foram aprovados e 8 estudantes de Cálculo para professores de Química I. Eis algumas propostas: a inserção da modelagem matemática não apenas como ferramenta de apoio ao ensino, mas como metodologia de ensino, fato

que exigiria uma reorganização total do currículo das disciplinas de matemática do curso de Licenciatura em Química, de forma a atender às demandas de matemática das disciplinas da área de química da licenciatura e introdução de apoio tecnológico para um melhor aproveitamento dos conteúdos desenvolvidos através da modelagem matemática, uma vez que para situações reais os modelos não traduzem cálculos simples, em sua maioria. Por fim, acreditamos que a nossa pequena experiência com o uso da modelagem matemática aplicada a química, em um curso de licenciatura, pode contribuir para o entendimento de que a matemática não é um mal necessário, mas que não obstante ao fato de ser uma ciência por si só, ela possibilita um entendimento mais amplo de outras ciências, quando usada como ferramenta de forma adequada.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo suporte financeiro ao aluno Ricardo Lopes de Souza Júnior durante toda a pesquisa. Ao IFRJ, pelo apoio ao desenvolvimento deste projeto de pesquisa. Ao professor José Karam Filho, por contribuições na elaboração do questionário de pesquisa e ao professor Valter de Souza Felix, por considerações sobre condições de trabalho e valorização da carreira docente.

Referências

- [1] M.G. Tavares, Evolução da rede federal de educação profissional e tecnológica: as etapas históricas da educação no Brasil, Anais do IX ANPED SUL, Seminário de pesquisa em educação da Região Sul, GT-05 - Estado e Política Educacional, (2012).
- [2] D. H. Moura e M. S. Silva, A evasão no curso de licenciatura em geografia oferecido pelo CEFET-RN, Holos, (2007), DOI: 10.15628/holos.2007.126.
- [3] M. P. da Silva, F. L. T. de Souza, T. A. M. Portela e G. S. S. Ferreira, Evasão escolar no curso de Licenciatura em Física: um estudo de caso no IFCE - campus avançado de Tianguá, Anais do VII Connepi, Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, (2012).
- [4] R. A. da Paz, E. A. Barbosa e L. G. de Azevedo, Evasão e repetência: o caso do curso de Licenciatura em Química da UEPB, Anais do XXXIII COBENGE, Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, (2005).
- [5] L. Scheibe, Valorização e formação dos professores para a educação básica: questões desafiadoras para um novo plano nacional de educação, Educação e Sociedade, vol. 31, 981-1000, (2010).
- [6] G. Kaiser and B. Sriraman, A global survey of international perspectives on modeling in mathematics education. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, (2006), DOI:10.1007/BF02652813.