

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Cinara Aparecida de MORAES*

José Gonçalves TEIXEIRA JUNIOR**

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo verificar a relação das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral com as de Química, identificar possibilidades de aplicação dos conteúdos destas disciplinas e verificar as concepções de alguns professores sobre essas relações. Para isso, utilizou-se de entrevistas semiestruturadas cujo propósito era obter as informações a partir das palavras dos entrevistados, de suas descrições das situações, elucidando detalhes. Os sujeitos da pesquisa foram professores do curso de Química e Matemática, ambos de uma universidade pública. Foi observada a importância do Cálculo no curso de Química, bem como as dificuldades

* Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia. cinarademoraes@hotmail.com

** Professor Doutor em Química. Docente no curso de Licenciatura em Química, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. [goncalves@pontal.ufu.br](mailto:gonalves@pontal.ufu.br)

dos alunos e professores para os processos de ensino e aprendizagem desta ciência. Pode-se concluir que o Cálculo é uma ferramenta para o curso de Química. O fato dos alunos não gostarem e terem dificuldades tem relações com conhecimentos adquiridos do ensino fundamental e médio e, como estão sendo ensinados esses conteúdos no ensino superior. Também ficam evidentes as dificuldades dos professores de Matemática ao ensinar Cálculo sem o conhecimento da aplicação em Química.

Palavras chave: dificuldades de aprendizagem; contextualização; ensino de Cálculo; ensino de Química.

REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EN CURSOS DE GRADO EN QUÍMICA

Resumen: Este estudio tuvo como objetivo investigar la relación entre las disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral con Química, identificar las posibilidades de aplicación de los contenidos de estas disciplinas y verificar los conceptos de algunos profesores sobre estas relaciones. Para ello, se utilizó entrevistas semiestructuradas cuyo propósito era obtener información de las palabras de los entrevistados, sus descripciones de situaciones, detalles

aclaratorias. Los sujetos de la investigación fueron profesores de la Química y las matemáticas, tanto en una universidad pública. Hemos observado la importancia del cálculo en curso de Química, así como las dificultades de los estudiantes y profesores para la enseñanza y el aprendizaje de los procesos de esta ciencia. Se puede concluir que el cálculo es una herramienta para el curso de Química. El hecho de que los estudiantes no les gustan y tienen dificultades con las relaciones ha tenido conocimiento de la educación primaria y secundaria y, como tal, el contenido que se enseña en la educación superior. También evidentes dificultades de los profesores de matemáticas para enseñar Cálculo sin el conocimiento de la aplicación de la Química.

Palabras clave: problemas de aprendizaje, de contextualización; Cálculo enseñanza, enseñanza de la Química.

Introdução

Nestes últimos anos os currículos dos cursos de Química sofreram modificações diversas vezes, com o objetivo de formar profissionais que atendam às demandas atuais da sociedade. Entretanto, segundo Zucco, Pessine e Andrade (1999, p.459-460) essas modificações foram superficiais, com a inclusão e/ou extinção de algumas

disciplinas ou com o remanejamento das grades curriculares. Sobre essas modificações, as Diretrizes Curriculares Nacionais, destacam as condições dos atuais currículos de graduação e como devem ser melhorados.

Os currículos vigentes estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo dos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com "conhecimentos" já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão. Diante dessa constatação, advoga-se a necessidade de criar um novo modelo de curso superior, que privilegie o papel e a importância do estudante no processo da aprendizagem, em que o papel do professor, de "ensinar coisas e soluções", passe a ser "ensinar o estudante a aprender coisas e soluções". (BRASIL, 2001, p.1)

As disciplinas relacionadas à Matemática estão presentes no início da maioria dos cursos de graduação em Química, compartilhando o mesmo espaço que disciplinas

específicas de Química Geral e Experimental. Entretanto, os estudantes não conseguem perceber a aplicação destas com o curso. Segundo Nery, Liegel e Fernandez (2007, p. 588), existem na Química, um elevado número de conceitos inter-relacionados a outras disciplinas, mas que não são facilmente percebidos pelos estudantes. Estes autores destacam ainda que a relação com a Matemática que é normalmente reduzida ao uso de algoritmos, exigindo apenas que os alunos saibam procedimentos mecânicos. Assim, fica a impressão para os alunos de que não há articulação entre os conteúdos químicos ou que esta articulação esteja restrita ao mundo científico, teórico e experimental, ficando a área educacional sujeita aos tradicionais sistemas de ensino compartimentados.

No entanto, no curso de Química as disciplinas de Matemática não estão no currículo ao acaso, de acordo com Zucco, Pessine e Andrade (1999, p. 456), para se compreender Química é necessário ter habilidade em Matemática:

Possuir habilidade suficiente em
Matemática para compreender

conceitos de Química e de Física, para desenvolver formalismos que unifiquem fatos isolados e modelos quantitativos de previsão, com o objetivo de compreender modelos probabilísticos teóricos, no sentido de organizar, descrever, arranjar e interpretar resultados experimentais, inclusive com auxílio de métodos computacionais.

Além disso, verifica-se que as disciplinas relacionadas à Matemática estão presentes também em muitos cursos de nível superior, como em Física, Engenharias, Biologia, Administração, dentre outros. E, em todos eles há relatos de um alto índice de reprovação, em diferentes universidades, nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Para Santos e Borges (1993, p. 4-5), isso ocorre, pois o ensino de Matemática na educação básica é insuficiente, havendo contraste entre o que é ensinado na Matemática escolar e a do ensino superior, pois “deve haver uma defasagem bastante acentuada entre os conteúdos matemáticos ministrados no 1º e 2º graus e o que é exigido em Cálculo Diferencial e Integral I”. Assim, as reprovações e as dificuldades enfrentadas pelos alunos

acabam gerando falta de interesse e procura pelo curso de Química e, segundo Nery, Liegel e Fernandez (2007, p. 588), estas questões podem estar associadas aos modos como os currículos estão organizados, principalmente a forma como os conteúdos de Matemática estão sendo trabalhados.

Diante destas questões, a presente pesquisa objetiva verificar a relação das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral com a Química; identificar se as dúvidas dos alunos quanto à aplicação dos conteúdos destas disciplinas na Química, estão relacionadas à forma com que estão sendo estudados; verificar as concepções de alguns professores sobre a temática; e, analisar levantamentos bibliográficos que evidenciem a importância dos Cálculos no curso de Química, bem como em outros cursos de nível superior.

Metodologia

O presente trabalho apresenta uma pesquisa de cunho qualitativa, que utiliza entrevistas e análise documental como métodos de coleta de dados. A análise

documental é uma técnica que busca identificar informações factuais em documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse. Foram analisadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química e os Projetos Pedagógicos de Cursos de Graduação de Química, em uma universidade pública. Dentre as etapas do processo de utilização da análise documental destaca-se a análise propriamente dita dos dados, na qual o pesquisador recorre mais frequentemente à metodologia de análise de conteúdos. Sobre a análise de conteúdos, pode-se dizer que é uma técnica de pesquisa destinada a fazer inferências válidas e replicáveis dos dados para o seu contexto, ou ainda, um método de investigação do conteúdo simbólico das mensagens, as quais podem ser abordadas sob diferentes formas: palavras, sentenças, parágrafos, ou até o texto como um todo, podem ser analisados de acordo com uma estrutura lógica de expressões e elocuições ou até com uma análise temática (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Os sujeitos desta pesquisa foram escolhidos em função dos vínculos com uma universidade pública, em Minas Gerais. Foram entrevistados três professores do

curso de Química, sendo dois especificamente da área de Físico-Química. A justificativa para a escolha destes prende-se ao fato de ser a área da Química que normalmente são creditadas ligações com o estudo de Cálculo. Também foram entrevistados dois professores do curso de Matemática, que já ministraram as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral em cursos de Química, com a finalidade de compreender o que se estuda nestas disciplinas e como estes professores veem a função do Cálculo na Química. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas. Uma entrevista semiestruturada é aquela que ocorre com base em um roteiro de perguntas bastante flexíveis, sem uma ordem rígida das questões – assim, o entrevistado responde, discorrendo livremente sobre o tema proposto, baseado nas informações por ele detidas e que são, na verdade a principal razão da entrevista; ao mesmo tempo, o entrevistador vai reformulando suas hipóteses e questões a partir do surgimento das novas respostas (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Esta é um método útil por revelar impressões individuais dos participantes sobre a relação das disciplinas de Cálculo e Química.

As questões das entrevistas foram elaboradas cuidadosamente, de forma que pudessem ficar o mais claro possível para o sujeito a ser entrevistado. Sobre o uso de entrevistas Moroz e Gianfaldoni (2006, p. 79) afirmam que esta “tem a vantagem de envolver uma relação pessoal entre pesquisador/sujeito, o que facilita um maior esclarecimento de pontos nebulosos”. Antes das entrevistas apresentou-se aos entrevistados um termo de consentimento, onde ambos os sujeitos puderam verificar, os objetivos da pesquisa, tempo de duração e a garantia da sua identidade. As entrevistas foram gravadas, posteriormente transcritas, analisadas e, as gravações em áudio digital foram apagadas, garantindo a identidade de todos os envolvidos. Todos os entrevistados estavam cientes de que suas respostas seriam tratadas de forma anônima e confidencial e que em nenhum momento seriam divulgados seus nomes em qualquer fase do estudo. Nesse sentido, optou-se por substituir os nomes dos sujeitos por códigos. Os professores do curso de Química, incluindo o próprio coordenador do curso serão identificados como Q1, Q2 e Q3. Os professores de Matemática, que ministram aulas no curso de Química, serão identificados

como M1 e M2. Para melhor organização e compreensão os dados obtidos na coleta das entrevistas foram analisados e discutidos em separados, que são apresentados nos próximos tópicos deste trabalho.

Resultados e Discussão

Os resultados estão apresentados e divididos em quatro tópicos onde primeiro são destacados a importância do Cálculo nos cursos de Química, seguido das contextualizações do seu ensino em Química. Logo após são analisadas as dificuldades enfrentadas pelos alunos, sob a ótica dos professores. E por fim, destacam-se, algumas possibilidades para se melhorar o ensino de Cálculo/Físico-Química.

Sobre a Importância do Cálculo na Química

O estudo dos conteúdos matemáticos é uma exigência para os cursos de Química. Isso fica evidente na fala do professor Q3, *“alguns tópicos básicos de Matemática são conteúdos curriculares essenciais para o curso de Química, por exemplo, equações diferenciais*

(Cálculo III); séries e sequências (Cálculo II), integrais, derivadas (Cálculo I)”. Zucco, Pessine e Andrade (1999, p.460) completam ainda que, os conteúdos de Matemática que devem ser estudados pelos graduandos do curso de Química são: “Álgebra, funções algébricas de uma variável, funções transcendentais, Cálculo diferencial e integral, sequências e séries, funções de várias variáveis, equações diferenciais e vetores”.

Embora o Cálculo seja uma ferramenta para o curso de Química, de acordo com as falas dos professores, nem todos os alunos conseguem perceber essa relação entre os conteúdos de Cálculo e Química, havendo necessidade de aproximação entre os conteúdos, como nos trechos das falas de Q2: “*o importante é saber que aquele Cálculo tem aplicação, não está ali só para reprovar aluno*”, “*o aluno chega em termodinâmica e não entende para que usa o Cálculo*” e “*os alunos acham que uma coisa é Cálculo e outra coisa é Química, e não, Cálculo é ferramenta para a Química*”. Assim, fica evidente a necessidade de repensar tanto a postura do professor, como as ementas das disciplinas e os livros didáticos adotados, além da função desempenhada pelos conteúdos

matemáticos, sendo esta ciência uma ferramenta para muitas áreas do conhecimento.

Contextualizações

Percebe-se que a Matemática é considerada uma ferramenta para o ensino de Química, entretanto verifica-se que é pouco demonstrada a aplicação dos seus conceitos para a Química, como pode ser visto na fala do professor Q2: *“Pelo que eu sei dos alunos e até dos próprios professores, o Cálculo é dado como se fosse para o curso de Matemática”*. O mesmo professor afirma ainda que *“a aplicação na Química é um ponto pouco explorado. Conversando com alguns professores que são da Matemática, vi que eles ensinam a Matemática como ferramenta, mas eles não mostram a aplicação daquilo na Química”*. Já o professor Q3 afirma que o principal problema de não se ter uma aplicação clara do Cálculo no curso de Química, se deve ao fato do professor de Matemática não saber a aplicação desses conceitos no outro curso. *“Esse eu acho que é o principal problema, porque a gente não tem uma aplicação clara e objetiva do*

Cálculo no cotidiano do aluno de Química”. O professor Q3 acredita que o professor de Matemática tem dificuldade para entender o que um químico faz e, conseqüentemente, tem dúvidas quanto à possibilidade de aplicação do conteúdo por ele ministrado na vida do futuro profissional. Esse professor complementa ainda que *“acho que a principal dificuldade de nossos alunos de não entender a importância do Cálculo em sua formação é porque nem os professores que ministram essas disciplinas sabem como nós químicos iremos aproveitar essas informações no curso e na vida profissional”*.

Confirmando a fala do professor Q3, a professora M1 diz: *“serei sincera em dizer que não sei a aplicação na formação de um químico de todos os conceitos matemáticos visto no curso de graduação”*. Por isso, o Cálculo é ensinado com maior rigor matemático e pouca ou nenhuma aplicação em Química. Já o professor M2, quando questionado sobre a importância dos conteúdos de Cálculo ensinados para os graduandos em Química afirma também não saber, mas, no entanto acredita ser importante já que a ementa foi feita por professores da Química: *“Não tenho conhecimento das outras disciplinas do curso de*

Química. Acredito que seja necessário, por ter sido feito por um corpo docente da Química e tudo, mas não tenho conhecimentos das disciplinas para frente”.

É fato que Cálculo é uma ferramenta que não será utilizada só na Química, mas em muitos outros cursos, por isso está presente em muitas ementas de cursos de graduação, e isso é evidente na fala do professor Q1, onde ele aponta que o Cálculo é uma ferramenta não apenas para uma determinada disciplina: *“Não é só para uma disciplina, não se estuda Cálculo só para Termodinâmica. Provavelmente o matemático, nunca vai concordar, mas acho que o Cálculo poderia ser um pouco mais direcionado”*. Sobre esse direcionamento do Cálculo na Química o professor Q3, afirma que seria difícil uma vez que vários cursos utilizam a mesma ementa de Cálculo, os conceitos aplicados na Química são similares para outros cursos. *“Apesar da especificidade de cada curso, os conceitos de derivada e integral vão ser aplicados para se resolver alguns problemas na Química que são algumas das vezes similares aos da Física ou da própria Matemática”*. Demonstrando assim que dificilmente poderia haver um Cálculo específico para o curso de

Química, bem como para qualquer outro curso de nível superior.

As Dificuldades dos Alunos

Segundo o professor Q3, a dificuldade dos alunos em não entenderem Cálculo está principalmente no fato de “*nem os professores que ministram essas disciplinas sabem como que nós químicos iremos aproveitar essas informações no curso e na vida profissional*”. Um fator descrito por Santarosa e Moreira (2011, p. 347), sobre as dificuldades em aprender conteúdos interligados aos Cálculos, é o fato dos professores ensinarem os conteúdos supondo que os estudantes, já possuem conhecimentos prévios suficientes, “num nível elevado de abstração”. E, como a maioria dos estudantes já chega ao curso superior com inúmeras dificuldades relacionadas à Matemática, acaba dificultando o aprendizado dos alunos em Cálculo.

Possibilidades de melhorar o ensino de Cálculo/Físico-Química

Na discussão sobre algo que poderia ser feito para melhorar o entendimento dos alunos, e dos professores que ministram essas disciplinas, uma opção seria ensinar o Cálculo voltando para a Química, ou seja, com as aplicações na Química, no entanto, como afirma o professor Q2: *“Estas inter-relações são difíceis de fazer para todo mundo, porque a gente não aprendeu assim, mas a gente sabe que assim é a melhor forma de aprender”*.

A fala do professor Q2 acima concorda com a citação de Tardif, segundo o qual o professor acaba por reproduzir aquilo que vivencia em determinada fase de sua escolarização, embora saiba que esta talvez não seja o melhor jeito de ensinar, mas como aprendeu desta forma é assim que acaba por ensinar.

Os alunos passam pelos cursos de formação de professores sem modificar suas crenças anteriores

sobre o ensino. E, quando começam a trabalhar como professores, são principalmente essas crenças que eles reativam para solucionar seus problemas profissionais. (TARDIF, 2000, p.13)

Outra opção seria melhorar a relação dos professores dos cursos de Química e Matemática, como proposto pelo professor Q1. Ele acredita que a parceria entre professores das duas áreas facilitaria os trabalhos de ambos. Esse professor afirma que esse diálogo poderia evitar distorções entre o que é ensinado e o que é realmente essencial para o sucesso dos alunos em disciplinas de Química, evitando que o ensino seja tão abstrato e pouco aplicado: *“Eu acho que nem precisaria mudar as ementas das disciplinas, talvez a questão não seja essa, mas é analisar o que realmente deve ser abordados”*. Na verdade os problemas existem não se sabe bem como solucionar, mas certo é que algo deve ser feito, o ensino de Cálculo não pode continuar da forma que está, é necessário “quebrar” as barreiras e os preconceitos que existem por parte dos alunos que já chegam às universidades com pensamentos que já vão reprovar na disciplina.

Na expectativa de solucionar alguns destes problemas, o professor Q2 afirma que pretende trabalhar em um projeto, juntamente com outros professores do curso de Química e da Matemática, com a finalidade de traduzir um livro em inglês para ser utilizado em uma disciplina optativa ou, mesmo em um curso de extensão. A ideia deste professor seria *“a formulação Matemática dos conceitos e logo depois do formalismo matemático a aplicação em problemas da Físico-Química”*. E continua: *“estamos tentando trabalhar nisto, porque é uma das coisas que nos preocupa como docentes da Físico-Química”*.

O professor Q3 sugere para melhorar o ensino de Cálculo, que o curso de Matemática pudesse incluir em sua grade curricular a disciplina de Química Geral, visto que os matemáticos ministram muitas disciplinas no curso de Química e com isso os professores poderiam saber onde aplicar os conceitos matemáticos em outras situações: *“Eles poderiam ter um conhecimento um pouco melhor do que é a Química e das possibilidades de aplicações deste conhecimento, para aí sim saber aplicar em Química o que estão ensinando em Matemática”*.

Acreditamos que essa seria uma solução inviável, uma vez que os alunos do curso de Matemática não estão sendo preparados exclusivamente para serem professores de Cálculo em cursos de Química. Outra possibilidade seria a implantação de monitorias e oficinas de cálculos a alunos ingressantes, estas seriam ministradas por alunos dos últimos anos do curso de Matemática.

Entendemos que esses estudantes, futuros professores de Matemática, precisam conhecer as dificuldades em conteúdos matemáticos que são apresentadas pelos recém-egressos do Ensino Médio, para poder, futuramente, atender seus alunos em relação às mesmas dificuldades básicas que vêm sendo detectadas nos atendimentos realizados.
(AZAMBUJA; MÜLLER;
GONÇALVES, 2008, p. 349)

Assim é evidente que há possibilidades para melhorar o ensino de Cálculo em Química, que não são fáceis de serem executadas, mas, no entanto existem.

Conclusões

Diante do exposto, pode-se concluir que o Cálculo é uma ferramenta importante para o curso de Química, mas que não está sendo aproveitada de forma correta pelos alunos e professores. Percebe-se que os professores de Matemática não conseguem relacionar os conteúdos trabalhados em Cálculo com os conteúdos químicos; da mesma forma, são poucas as vezes que os docentes de Química utilizam do formalismo matemático em suas explicações. O fato dos alunos não gostarem ou terem dificuldades, tem muitas relações com conhecimentos adquiridos do ensino fundamental e médio e com a forma em que estão sendo ensinados os conteúdos no ensino superior. Também fica claro que as dificuldades em Matemática não é um problema exclusivo do curso de Química e sim está presente em muitos cursos do ensino superior.

Vale ressaltar a importância de atitudes que visem à melhoria do ensino de Matemática nos cursos de graduação, cada um com suas especificidades. Sendo necessário repensar as estruturas curriculares e as posturas

didáticas e metodológicas. Além disso, destaca-se também a dificuldade encontrada nesta pesquisa quanto a referenciais que poderiam dar subsídios para a discussão do tema. Sendo necessário que outras pessoas possam fazer pesquisas e se preocupem com a situação atual de muitos cursos de graduação.

Referências

AZAMBUJA, C. R. J.; MÜLLER, M. J.; GONCALVES, N. S. Cálculo diferencial e integral I: superando barreiras para promover a aprendizagem In: AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. *Inovação e qualidade na universidade: boas práticas na PUCRS*. Porto Alegre: EdiPUCRS, p. 346-373, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química*. Parecer n. CNE/CES 1.303/2001. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>>. Acesso em março de 2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. 6ª Edição. São Paulo: EPU, 1986.

MOROZ, M.; GIANFALDONI, M. H. T. A. *O Processo de Pesquisa: Iniciação*. 2ª Edição. Brasília: Liber Livro, p.78-79, 2006.

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), p. 587-600, 2007.

SANTAROSA, M. C. P.; MOREIRA, M. A. O Cálculo nas Aulas de Física da UFRGS: Um Estudo e Exploratório. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v.16, n. 2, p.317-351, 2011.

SANTOS, R. M.; BORGES, H. B. Avaliação do Desempenho no Processo de Ensino-Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I (O Caso da UFC). 1993. Disponível em:
<<http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/artigos/artigo-avaliacao-do-desempenho-no-processo-de-ensino-aprendizagem.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2013.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências em relação à formação para o

magistério. *Revista Brasileira de Educação*, n. 13, p. 5-24, 2000.

ZUCCO, C.; PESSINE, F. B. T.; ANDRADE, J. B.
Diretrizes Curriculares Para os Cursos de Química.
Revista Química Nova, v. 3, n. 22, p.454-461, 1999.