

A ABORDAGEM DE NOÇÕES DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Débora Vieira de Souza
IFSP
mat_debora@yahoo.com.br

Rogério Ferreira da Fonseca
IFSP
rrfonseca@ifsp.edu.br

Resumo:

Neste artigo, apresentamos reflexões acerca do ensino e aprendizagem de noções de Cálculo Diferencial e Integral, como derivadas, tomando como princípio norteador, uma metodologia de ensino ativa, no caso, a Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL). Mediante os aportes teóricos pertinentes, pode-se integrar conteúdos e conceitos matemáticos às possíveis realidades profissionais de universitários, promovendo aprendizagens significativas. Por meio da inserção de problemas motivadores, reais ou realísticos, certos entraves observados no ensino e na aprendizagem de Cálculo, podem ser amenizados, visando também contribuir com a construção de conhecimentos transdisciplinares.

Palavras-chave: Cálculo Diferencial e Integral; Aprendizagem Baseada em Problemas; Ensino e aprendizagem.

1. Introdução

Nos diferentes níveis de ensino, o estudo da Matemática é fundamental. No contexto universitário idealiza-se que essa área esteja vinculada às necessidades da sociedade contemporânea, colaborando com a formação dos discentes tanto em relação a aspectos conceituais quanto profissionais. Sob essa perspectiva, o ensino de Cálculo Diferencial e Integral é um campo de estudos imprescindível para as ciências exatas e a compreensão de suas aplicações e utilidade precisam estar atreladas aos tópicos conceituais abordados em sala de aula. Todavia, no meio acadêmico, observa-se que o Cálculo está muitas vezes associado aos altos índices de evasão e reprovação universitária. Dessa forma, ressignificações de saberes nessa área são necessárias.

Essa preocupação com aspectos ligados ao ensino e a aprendizagem de Cálculo tem sido bem frequente. Segundo Cury e Bisognin (2006), nos mais variados eventos acadêmicos, do campo da Matemática ou da Engenharia, pode-se encontrar a publicação de pesquisas relacionadas às dificuldades demonstradas pelos estudantes nessa disciplina. Almeida e Iglioni (2013) também destacam que esse olhar mais voltado à Matemática no Ensino Superior se

intensificou a partir da década de 80, com o movimento da Reforma do Cálculo. Assim, observam-se alguns pontos desfavoráveis em relação à abordagem de conceitos de Cálculo, por exemplo, a existência de falhas em abordagens formais no ensino e a necessidade de atribuir mais significado aos assuntos trabalhados.

Em relação aos processos de ensino e aprendizagem, em consonância com Reis (2001), observa-se que algumas vezes há um excesso de rigor na apresentação de noções de Cálculo, como limites, derivadas e integrais, e perspectivas associadas às suas aplicações efetivas nem sempre são exploradas adequadamente. Por um lado, a natureza das problemáticas no ensino de Cálculo englobam diferentes aspectos, como obstáculos emergentes das próprias dificuldades no ensino da Matemática, obstáculos epistemológicos e questões associadas às práticas educacionais, dentre outros (REIS, 2001), em contrapartida considera-se que as noções de Cálculo precisam ser compreendidas como uma ferramenta útil às possíveis realidades profissionais dos estudantes.

Entende-se que formas diferenciadas de se contemplar essa disciplina possam aproximar conceitos matemáticos às necessidades reais dos discentes. Afinal, dentre os objetivos do ensino da Matemática pode-se destacar o encorajamento dos alunos perante a tomada de decisões; a possibilidade de novas descobertas por meio dos conceitos estudados; o entendimento de que a Matemática é uma ciência conectada aos mais diversos campos de conhecimento; etc. Ou seja, vislumbra-se que essa área seja contemplada de modo ativo e construtivo, possibilitando que os universitários construam uma visão global dos conteúdos matemáticos de modo teoricamente significativo (BRASIL, 2001), estando aptos para a inserção nos mais variados setores profissionais.

Sendo assim, neste artigo apresentam-se reflexões acerca da abordagem de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral por meio de situações que fazem parte de áreas profissionais de determinados cursos. Propõe-se a adoção de uma metodologia de ensino ativa, a qual favorece a articulação entre conhecimentos teóricos às possíveis futuras atuações profissionais dos estudantes. O objetivo é colaborar com a construção de conhecimentos transdisciplinares e com o desenvolvimento de competências conceituais, atitudinais e procedimentais.

Nesse estudo, o ensino de noções de Cálculo Diferencial e Integral está associado à Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL). Isso porque essa é uma abordagem metodológica que adota o uso de problemas reais ou realísticos (aqueles que

são passíveis de ocorrer em determinada área profissional) durante o processo de ensino e aprendizagem. Por meio desses problemas no formato do PBL, tanto os alunos quanto os professores se deparam com situações desafiadoras e participam ativamente de todo processo de construção de conhecimentos (RIBEIRO, 2008).

Neste trabalho são apresentadas algumas potencialidades teóricas (vantagens, desvantagens e obstáculos) a respeito do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de noções de Cálculo Diferencial e Integral. Como sugestão, contemplou-se um problema no formato do PBL, seguido de algumas orientações didáticas (de acordo com os preceitos do PBL) que podem direcionar o trabalho do professor que deseje utilizar essa metodologia no ensino de noções do Cálculo.

A produção deste artigo está vinculada à pesquisa desenvolvida no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, trata-se de um estudo teórico de cunho bibliográfico. Em geral, espera-se que competências baseadas nos conteúdos ou conceitos de determinadas disciplinas, como no caso de Cálculo, não sejam contempladas de forma isolada (FILHO; RIBEIRO, 2009), mas sim, que propiciem uma aprendizagem dinâmica e construtiva.

2. A Aprendizagem Baseada em Problemas

O ensino de tópicos matemáticos por meio de problemas pode favorecer o processo de aprendizagem no contexto universitário. Considera-se que problemas com potencial são pouco estruturados e têm fim aberto, pois objetivam que os conhecimentos sejam extensivos e flexíveis. Isto é, as situações que forem apresentadas aos alunos possibilitarão que os mesmos tomem o problema para si e busquem diferentes estratégias para resolução. Com isso, entende-se que os estudantes poderão se sentir motivados a aprender determinados conceitos, promovendo perspectivas transdisciplinares, as quais possam ir além dos ambientes da sala de aula, possibilitando mudanças de comportamentos e a adoção de uma visão holística dos conhecimentos (D'AMBRÓSIO, 2007).

Na proposta do PBL, a dinâmica de trabalho ocorrerá por meio de sessões tutoriais, em pequenos grupos, nas quais o professor assume a postura de tutor ou facilitador da aprendizagem (RIBEIRO, 2008). Os problemas selecionados são apresentados às equipes antes dos conceitos serem abordados. Almeja-se que os estudantes, investiguem, pesquisem e que se envolvam com a situação explorada, adotando posturas profissionais condizentes com as necessidades da sociedade contemporânea e de sua futura área de atuação. Para isso, deve-se

respeitar a rotatividade das funções dos membros da equipe, destacando-se os papéis do coordenador e do relator do grupo.

Entende-se que essas dinâmicas de estudo podem colaborar com a efetivação de uma aprendizagem significativa, a qual pode ser compreendida como “uma incorporação de novos conhecimentos à estrutura cognitiva com significado, compreensão, capacidade de explicar, transferir, enfrentar situações novas” (MOREIRA, 2013, p. 12).

O problema sugerido neste trabalho assume o papel de uma situação problema, a qual explora o estudo de noções de Cálculo por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas, podendo ser uma forma de enfrentar alguns obstáculos encontrados nos mais variados cursos superiores que têm o Cálculo como um requisito básico para sua formação e atuação profissional.

Para tanto, utilizamos como embasamento teórico as ideias de Vygotsky (2007), pois as mesmas agregam pressupostos construtivistas e promovem relações de aproximação direta entre o sujeito (estudante) e seu objeto de estudo (noções de Cálculo). Por meio da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), os conhecimentos reais dos estudantes podem ser associados a novas aprendizagens e, esses novos potenciais, podem ser desenvolvidos pelo estímulo do trabalho em equipe. As sessões de tutoria, amparadas nos problemas reais ou realísticos, têm a intenção de promover essa perspectiva: pode-se realizar conjecturas, estabelecer planos de estudo e de ação, propor soluções, reiterando que todo esse processo será conduzido pelo tutor.

Na sequência, são apresentados o problema exemplar e as respectivas orientações acerca de uma dinâmica de trabalho, explorando alguns objetivos, conhecimentos prévios necessários aos alunos e encaminhamentos ao tutor de acordo com o PBL.

3. O problema

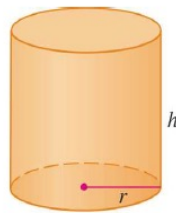
Diversas indústrias de produtos alimentícios utilizam embalagens de lata em formato cilíndrico para comercializar seus produtos.

A produção de latas (que são utilizadas para armazenar ervilhas, extrato de tomate, óleo de soja, leite condensado, leite em pó, etc.) busca adotar técnicas para obter algumas otimizações, por exemplo, minimizar as perdas de materiais, de custos e atrasos ou maximizar os lucros. Diante de tais necessidades, surgem certas indagações:

Como cortar a matéria-prima, no caso metal, de forma a obter a maior quantidade possível de unidades e a menor quantidade de rejeitos?

Suponha que você seja contratado por uma Empresa de Produtos Alimentícios, com o intuito de colaborar com o processo de fabricação de embalagens referentes às latas de extrato de tomate, em formato cilíndrico, procurando reduzir seus gastos e minimizar perdas de material. Então, sua primeira tarefa será maximizar o volume da lata de extrato de tomate.

Sabendo-se que a Empresa compra da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) chapas de folha-de-flandres retangulares, você deverá determinar dimensões ótimas da chapa que resultam no maior volume da lata, supondo que o volume seja conhecido. Procure determinar a forma mais econômica dessa lata (adotando-se o volume V), estabelecendo relações entre a altura h e o raio r que minimize o custo do material usado?



Formato da lata

Fonte: <http://mate.ingenieria.usac.edu.gt>

Será que na prática, as latas produzidas e comercializadas realmente seguem com rigor às proporções encontradas, como isso pode ser verificado? Como explicar os resultados encontrados na questão anterior?

4. Orientações

A apresentação do problema dado deverá ser feita inicialmente e os grupos poderão ser mobilizados contemplando ideias sobre otimização de lucros e a relevância desse assunto na área de atuação profissional. Pode-se considerar cursos de graduação que envolvam Gestão de Produção, Economia ou questões relacionadas às áreas de Química, Biologia, entre outros.

As seguintes questões poderão complementar a dinâmica inicial da tutoria: Quais devem ser os materiais mais adequados para se produzir as embalagens? Como um profissional da área poderá fazer previsões em relação ao custo-benefício? Que estratégias podem ser adotadas para

se obter as dimensões ótimas da chapa? É possível identificar os conceitos matemáticos envolvidos no problema apenas com a leitura do mesmo?

Ainda no momento inicial deverão ser realizados diálogos entre os membros da equipe a respeito das primeiras reflexões; delegação das tarefas e dos planos de ação; registro das informações imprescindíveis e destaque para a atuação do coordenador e do relator.

No segundo momento (em outros encontros) pode-se questionar sugestivamente: As informações que os estudantes conseguiram na delegação das primeiras tarefas foram viáveis? Houve material de estudo referente às abordagens matemáticas em questão, como taxa de variação e otimização? O tutor pode também sugerir materiais de estudo e recursos de apoio (textos, trabalhos acadêmicos a respeito do assunto, livros didáticos, exemplos de aplicação), a fim de contribuir com a construção dos conhecimentos.

De posse dos materiais de estudos analisados ou organizados, surge o compartilhamento de informações entre os integrantes do grupo. O tutor poderá sugerir como encaminhamento o estudo de derivadas e suas aplicações em problemas que envolvem otimização. O estudo das definições de conceitos, das noções a respeito das principais regras de derivação e relações pertinentes aos valores de máximos e mínimos, também podem ser sugeridas.

Nessa perspectiva de trabalho com situações reais ou realísticas, contempladas pelo PBL, é possível verificar se as dimensões de embalagens cilíndricas encontradas nas prateleiras dos supermercados condizem com as aplicações matemáticas exploradas conceitualmente. O tutor pode propor que os alunos realmente façam os testes na prática; que analisem diferentes embalagens, justificando e validando relações associadas ao volume de embalagens cilíndricas. O mesmo pode propor também que outras questões sejam trabalhadas, como o custo da manufatura, aspectos ligados à degradação (oxidação) de determinados tipos de materiais, além de questões relacionadas à sustentabilidade, dentre outras possibilidades.

Considerações finais

Neste artigo destacou-se uma sugestão para a abordagem de noções do Cálculo Diferencial e Integral por meio de uma metodologia de ensino ativa, no caso o PBL. Como pressuposto, considerou-se que o interesse dos universitários por essa disciplina pode ser estimulado por meio de situações que estejam relacionadas às suas possíveis realidades profissionais.

Acredita-se que noções do Cálculo Diferencial e Integral podem ser exploradas com perspectivas almejadas pelo PBL. Como toda proposta de ensino há vantagens e desvantagens. Pode-se mencionar como vantagens, a possibilidade dos estudantes se tornarem mais comprometidos e participativos; poderá existir maior significação em relação aos conceitos abordados; há um reconhecimento maior de que os conceitos estudados são úteis às suas carreiras, pois desenvolvem habilidades e competências elementares ao seu campo de atuação profissional; a capacidade de resolução de problemas é constantemente trabalhada; posturas e atitudes podem ser modificadas perante à situação apresentada; dentre outras (RIBEIRO, 2008). Sob a perspectiva do professor, o trabalho com um problema no formato do PBL propõe a ampliação de sua rede de conhecimentos e pesquisas; sugere que o mesmo interaja com outras áreas de conhecimento (e com outros profissionais); torna-o mais flexível e motivador; seus potenciais pessoais e profissionais são ainda mais mobilizados; assume postura de facilitador da aprendizagem e, mesmo que não seja especialista em determinados assuntos, pode promover direcionamentos gerais; dentre outras habilidades.

A intenção é que esse problema, assim como outros no formato do PBL, promova uma visão holística e contribua com o desenvolvimento de conhecimentos transdisciplinares, em prol do processo de ensino e aprendizagem. Para resolver um problema com essa característica, não são necessários apenas conceitos específicos de uma ou outra disciplina, mas é preciso articular os conhecimentos, relacionando uns aos outros e complementando-os.

Problemas que apresentam flexibilidade em sua estrutura, abertos, com enfoques profissionais e interdisciplinares não são facilmente encontrados em materiais didáticos. E isso pode ser um dos entraves para o uso do PBL no contexto universitário. Além disso, outros recursos são essenciais para o desenvolvimento dessa proposta, como a flexibilização do tempo para estudos e preparação das sessões de tutoria; a disponibilidade de outros espaços para estudos; a imprevisibilidade das aulas, pois tudo irá depender das atuações dos estudantes e de seus respectivos planos de ação; estudantes podem sentir-se inseguros e desconfortáveis ao trabalhar com o PBL e com outros colegas de classe; etc.

A proposta de uma abordagem nos padrões do PBL, assim como outras estratégias de ensino, é construtiva e colaborativa. Seu diferencial está no fato de articular situações reais ou realísticas, advindas de atuações profissionais, à realidade acadêmica de cursos que têm o Cálculo como requisito elementar. Espera-se que novas reflexões acerca do uso de uma metodologia de ensino ativa, em especial, o PBL, possam ser direcionadas à área de Cálculo.

Pode-se sugerir que outros problemas nos moldes do PBL sejam direcionados a cursos de graduação específicos. Uma outra possibilidade é a aplicação (empírica) do problema sugerido neste estudo. Este estudo explora sugestões de trabalho na sala de aula, a qual tem a intenção de orientar uma dinâmica inovadora e criativa, e não são propostas fechadas ou definitivas.

Referências

ALMEIDA, M. V. de; IGLIORI, S. B. C. Educação matemática no ensino superior e abordagens de Tall sobre o ensino/aprendizagem do Cálculo 1. **Educação matemática e pesquisa**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 718-734, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.302/2001. Diretrizes curriculares nacionais dos cursos de graduação para os cursos de matemática, bacharelado e licenciatura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 mar. 2001, p. 15. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES13022.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

CURY, H. N.; BISOGNIN, E. Calculando o volume de um sólido: como a análise de erros pode auxiliar professores a elaborar atividades de ensino para calouros na engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34., 2006, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006.

D'AMBRÓSIO, U. Educação para compartilhar desenvolvimento e sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 15, p. 11-20, jan./jun. 2007.

FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. de C. Aprendendo com PBL - aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva**, v. 6, p. 23-30, 2009.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Porto Alegre: UFRGS. Textos de apoio ao professor de Física, v. 24, n. 6, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf>. Acesso: 04 jan. 2016.

REIS, F. da S. **A tensão entre o rigor e intuição no ensino de cálculo e análise**: a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos. 2001. 302 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

RIBEIRO, L. R. de C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCAR, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.