

ARRUME AS MALAS, VAMOS VIAJAR! – USANDO A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM UM PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO

Aldo Peres Campos e Lopes
aldoelopes@yahoo.com.br
Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI

Resumo

A disciplina Cálculo Diferencial e Integral I tem sido objeto de pesquisa por vários anos e por vários motivos. Por exemplo, é necessário refletir nas causas e efeitos dos altos índices de evasão e reprovação. Uma alternativa possível é o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como uma abordagem metodológica para essa disciplina. Há ainda poucas pesquisas a respeito do uso de ABP nessa no Cálculo. A fim de investigar a própria prática, com alunos de Engenharia, fizemos uma pesquisa tendo em mente a seguinte questão: Quais são as possibilidades do uso da ABP no ensino e aprendizagem de derivadas na disciplina de Cálculo 1? Para o emprego da ABP, propusemos o seguinte problema para os alunos: qual é o tamanho ideal para uma bagagem de mão em uma viagem de avião? Esse problema envolve otimização – aplicação de derivadas. Verificamos que a ABP é positiva para gerar e manter o interesse dos alunos, proporcionando um entrosamento entre os colegas a fim de solucionar o problema. Além disso, eles percebem a necessidade de estudos adicionais, levando-os a serem mais autônomos em relação ao aprendizado. Apesar de trazer algumas situações inesperadas (desistência de alguns, tempo limitado, espaço não apropriado para grupos), constatamos que a ABP é uma boa alternativa metodológica a ser empregada nos cursos de Engenharia na disciplina de Cálculo 1, conectando o mundo real com a sala de aula e proporcionando um melhor engajamento no aprendizado.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas, PBL, ensino de Cálculo, cursos de Engenharia.

Introdução

Em diversos cursos de graduação, incluindo as diversas engenharias existentes, o método tradicional de ensino é ainda comum. Habitualmente, o ensino ocorre por seguir de perto um livro texto, de uma maneira fragmentada, geralmente não ligado a realidade e se concentrando em explicação-exercício (SOUZA; FONSECA, 2017). Por outro lado, no mercado de trabalho, as demandas são diversas. Procura-se, cada vez mais, um profissional que tenha habilidades em vários campos, que não tenha apenas absorvido um conhecimento teórico. Habilidades matemáticas que são diretamente aplicáveis tornaram-se relevantes. Dessa forma, os alunos devem aprender Matemática e desenvolver habilidades quanto ao seu uso a fim de se adequar às suas futuras necessidades de emprego (HMELO-SILVER, 2004; REZENDE, 2003).

Para entender diferentes conceitos matemáticos, é proveitosa a utilização de outros métodos de ensino, além do método tradicional. Uma metodologia (ativa) que pode ser empregue é a Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (em inglês: Problem-Based Learning – PBL). Essa metodologia incentiva os alunos a buscarem soluções para problemas reais por meio de trabalhos em grupos. De acordo com Ribeiro (2008), pode-se usar também problemas

realísticos (i. e., problemas que podem acontecer). Na ABP, os alunos aprendem por meio da interação com o grupo de trabalho e os estudos feitos para resolver o problema em questão. O professor age como um tutor.

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I (ou, Cálculo 1) é relevante para alunos de Engenharia, não somente por constar nas diretrizes curriculares, mas também pelo emprego na futura profissão (FRANCHI, 2002). Apesar dessa importância, para muitos alunos, essa disciplina é abstrata, complicada e maçante, levando a uma grande taxa de reprovação, além de uma considerável evasão (MOKHTAR et al., 2010; REIS, 2001). As dificuldades de aprendizagem de Cálculo são devidas a diversos fatores. Por exemplo, podem estar associadas à dificuldade de manipulação algébrica e a deficiências relacionadas a conteúdos prévios. A ABP mostra-se como uma possibilidade pois pode motivar os alunos e tornar a aprendizagem mais agradável, além de colaborar para o progresso de suas habilidades (AYDIN, 2014).

Apresentamos um breve relato da aplicação da ABP em uma turma de Cálculo 1 envolvendo alunos de Engenharia Mecânica, de Computação e de Produção da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

Objetivo da aula e competência desenvolvida

O objetivo da aula em que foi empregada a ABP era que os alunos fossem capazes de entender o conceito de otimização (taxas de variação) por meio da resolução de um problema real.

O problema a ser resolvido pelos alunos foi: qual é o tamanho ideal para uma bagagem de mão em uma viagem de avião?

Nesta pesquisa qualitativa, empregamos a pesquisa da própria prática como nosso viés metodológico. Segundo Cochran-Smith e Lytle (1999, p. 321), a pesquisa da própria prática pode ser encarada como “um estudo sistemático e intencionado dos professores sobre seu próprio trabalho na sala de aula e na escola”. Subsequentemente, compilamos e analisamos os dados coletados, e tratamos em conformidade com Bogdan e Biklen (1994).

Salientamos que o uso de problemas relacionados com as realidades profissionais ou um problema do cotidiano pode levar ao interesse pelo objeto de estudo (DEWEY, 1959). Dessa forma, para esta pesquisa examinamos a seguinte pergunta: Quais são as possibilidades do uso da ABP no ensino e aprendizagem de derivadas na disciplina de Cálculo 1?

Metodologia ativa utilizada e sua justificativa

Conforme mencionamos na Introdução, a metodologia utilizada foi a ABP. Essa metodologia foi usada como uma forma de motivar os alunos, levando-os terem um maior interesse na disciplina Cálculo 1. Além disso, essa metodologia pode favorecer o aprendizado.

Algumas pesquisas já foram feitas com o intuito de mostrar as possibilidades do uso da ABP no Cálculo 1, tanto a nível nacional (ESCRIVÃO FILHO, RIBEIRO, 2009; SALES et al. 2013; ÂNGELO et al., 2014), quanto internacional (YUSOF et al., 2005). Essas pesquisas são unânimes em mostrar a relevância da ABP no interesse dos alunos. Além disso, mostram que é possível desenvolver habilidades de resolução de problemas, desafiando os alunos a serem mais autônomos e criativos no processo de aprendizagem. Porém, um dos pontos negativos é o

tempo gasto seja para criação de um problema relevante/interessante, seja para o uso constante dessa metodologia.

Um dos grandes obstáculos da metodologia ABP é o design de atividades contendo problemas originais e que não sejam rotineiras (DOORMAN et al., 2007). Não raro, é gasto um tempo considerável na busca de tais problemas (RIBEIRO, 2008). Assim, após uma busca inicial, trouxemos aos alunos a possibilidade de trabalhar com uma situação fora “do mundo da matemática” e que de alguma forma estivesse mais próxima deles.

Os 76 indivíduos desse trabalho foram alunos de Engenharia da UNIFEI, que cursavam a disciplina de Cálculo 1, no 1º semestre letivo de 2019, separados em 2 turmas. Na primeira turma havia 56 alunos e na segunda, 20. A primeira turma era de calouros e a segunda, de repetentes.

As atividades de ABP foram realizadas em 2 aulas consecutivas (em ambas as turmas), nas quais foram feitas coletas de dados. As atividades foram conduzidas na forma de uma aula prática. O professor assumiu o papel de tutor, ou facilitador, do processo de aprendizagem (RIBEIRO, 2008; GIL, 2008).

A aula se iniciou com uma conversa descontraída, facilitada por perguntas tais como: vocês gostam de viajar? Já viajaram de avião? Em alguma viagem tiveram problemas com as malas?

Em seguida, perguntamos: qual o peso de uma bagagem de mão para uma viagem avião? Logo após algumas respostas, pesamos as mochilas de alguns, por meio de uma balança digital que levamos.

Depois, perguntamos: quais as dimensões possíveis para uma bagagem de mão em uma viagem de avião? Alguns alunos concluíram que suas mochilas não eram adequadas para uma bagagem de mão, pois estavam bem pesadas ou eram bem grandes.

Finalizada essa etapa inicial com os alunos, eles foram divididos em grupos – de uma forma livre, mas limitados a terem de 4 a 6 componentes. Após uma breve pesquisa em grupo, eles identificaram quais são as regulamentações existentes a respeito das dimensões das bagagens de mão da agência nacional de aviação.

Foi preparado um roteiro para os alunos e entregue aos grupos após a etapa inicial. Esse roteiro foi elaborado com a finalidade de auxiliá-los na resolução do problema. Nele foi colocado alguns passos (num total de 10) para que os alunos pudessem desenvolver gradualmente, com a ajuda dos colegas, e chegarem a um tamanho de mala “ideal”.

No final da aula um grupo foi escolhido para apresentar a resolução perante a turma. Todos os grupos entregaram suas resoluções.

Avaliação da aprendizagem

As resoluções entregues pelos grupos foram analisadas posteriormente. A maioria dos grupos apresentaram resoluções satisfatórias. Apenas dois grupos não chegaram a finalizar, ou seja, não conseguiram chegar ao tamanho de uma mala ideal.

A atividade teve duas avaliações. Uma foi feita pelo professor e a outra, pelos próprios grupos. A nota do professor envolveu a participação dos grupos, a coerência dos argumentos e

a adequação da parte matemática. Numa nota de 0 a 10, a média de pontuação da turma com mais alunos foi de 8,5, enquanto na outra turma, foi de 7. Nossa experiência docente nos indica que esse nível de aproveitamento (além do interesse dos alunos) foi maior que o costumeiro. Para finalizar a atividade, propusemos uma autoavaliação, com notas de 0 a 10 também. Na turma com menos alunos, todos se pontuaram com 10, enquanto na outra turma a média foi 9.

Além dessa pontuação, vários alunos relataram que apreciaram a nova metodologia e ficaram dispostos a realizarem outra atividade por meio da ABP. Notamos que os conceitos matemáticos trabalhados nessa atividade foram assimilados e desenvolvidos pela maior parte dos grupos.

Resultados

Inicialmente, alguns alunos se mostraram receosos com a nova metodologia. Um grupo de 4 alunos desistiram de dar prosseguimento com a atividade e foram embora. Porém, a maioria deles apresentaram imediato interesse pela nova metodologia. Notamos que a maioria dos alunos gostaram de fazer a atividade em grupo, tendo assim uma oportunidade de discutir conceitos e ideias, o que é diferente do ensino tradicional.

No decorrer da aula, atuamos como um tutor. Ou seja, por meio de artifícios tais como perguntas bem direcionadas e exemplos, conduzimos os alunos a pensarem em alternativas para sanarem suas dúvidas e a entenderem os conceitos envolvidos. Respostas diretas como no ensino tradicional eram evitadas.

Alguns grupos chegaram ao tamanho de mala ideal de uma forma intuitiva e/ou empírica. Por exemplo, um grupo se convenceu que o formato da mala deveria ser um cubo. Outro grupo, de forma correta, afirmou que as dimensões deveriam ser 38cm, 38cm, 39cm, após alguns cálculos. Mas percebemos que eles estavam testando alguns números, considerando apenas números inteiros. Assim, incentivamos a testarem números não inteiros, além de provar a afirmação que fizeram.

Alguns grupos permaneceram por mais tempo realizando a atividade. Isso já era previsto, segundo Ribeiro (2008). Notamos que essa “demora” foi ocasionada por duas razões: os componentes debateram por muito tempo as possibilidades envolvidas na resolução da atividade e às dúvidas matemáticas (todas referentes a conteúdos prévios). Em relação ao conteúdo matemático em questão, derivadas, não observamos dificuldades.

A dificuldade matemática mais recorrente foi obter o domínio da função encontrada. Assim como apontado por algumas pesquisas, vários alunos ingressam no Ensino Superior com falhas de aprendizado no conceito de funções e suas propriedades (YUSOF et al., 2005; SOUZA; FATORI; BURIASCO, 2005). Ou seja, o uso da ABP transpareceu falhas de conteúdos anteriores dos alunos, o que poderia ter sido melhorado com o uso da ABP (AYDIN, 2014).

O propósito da aula, que envolveu a aplicação do conceito de derivada em um problema de otimização, foi atingido e os alunos ficaram animados com a APB. Por exemplo, um aluno disse, em nome de seu grupo: “Aprendemos melhor, de forma dinâmica, prendeu a atenção”. Mesmo após alguns dias da atividade um aluno disse que o uso de metodologias como a ABP “são bem melhores para se aprender”.

Dificuldades encontradas

Numa sala de aula tradicional, geralmente, não nos deparamos com “surpresas”, pois tanto o professor quanto os alunos sabem o que esperar e o que fazer. Por outro lado, na ABP, é diferente. No nosso caso notamos “surpresas” no emprego da ABP. Por exemplo, alguns grupos resolveram o problema por métodos não previstos pelo professor. Também, alguns grupos resolveram de forma rápida e sem dificuldades os passos do roteiro, enquanto outros encontraram dificuldades – além da esperada.

Para a realização da aula, uma dificuldade inicial foi o receio de como seria a receptividade dos alunos quanto a adoção de uma metodologia diferente. Um grupo desistiu logo de início de realizar a atividade proposta, o que aumentou nosso receio. Entretanto, com o decorrer da atividade, percebemos que o que esse grupo fez foi um caso isolado. Todos os alunos que resolveram experimentar essa metodologia gostaram dessa nova experiência.

Uma outra dificuldade que reparamos foi a seguinte. Alguns grupos não conseguiram equilibrar o tempo entre as discussões com os colegas, os testes empíricos e a resolução dos passos sugeridos no roteiro.

Por fim, mas não menos importante, uma outra dificuldade que notamos foi relativa à infraestrutura. As salas de aulas não foram projetadas para que os alunos fiquem agrupados. Assim, gastamos algum tempo para auxiliar os alunos a se organizarem em grupos, juntando as carteiras.

Considerações Finais

A disciplina Cálculo 1 tem sido alvo de investigações por fatores tais como os altos índices de reprovação e evasão. Assim, é natural que diferentes metodologias sejam testadas, a fim de amenizar esses problemas e auxiliar em uma aprendizagem significativa.

Em nossa pesquisa, que aqui apresentamos sucintamente, optamos pelo uso da ABP com o fim de melhorar e facilitar a aprendizagem dos conteúdos de Cálculo 1. Os conceitos abrangidos “são essenciais às demandas da sociedade contemporânea” (SOUZA; FONSECA, 2017). Assim como, Souza e Fonseca (2017), o nosso objetivo foi “enriquecer a dinâmica da sala de aula, ressignificando saberes na área de Cálculo” através de métodos que possibilitem um aprendizado satisfatório e o desenvolvimento de habilidades.

Assim como já foi apontado pela literatura, percebemos que a ABP pode tornar evidente algumas falhas preexistentes no aprendizado de conceitos anteriores ao Cálculo (RIBEIRO, 2018). Observamos que os alunos tiveram dificuldades relacionadas ao conceito de função, um conceito importante para prosseguir no Ensino Superior.

Apesar de trazer benefícios, essa metodologia necessita de um tempo maior para o seu uso. Alguns grupos gastam mais tempo na resolução de uma atividade. Além disso, os grupos podem resolver o problema proposto por meios não previstos pelo tutor (professor). Essas características são diferentes de um ensino tradicional. Por parte do professor que atua como um tutor, notamos a importância de produzir um problema que seja de interesse dos alunos e que esteja relacionado com a futura atuação profissional ou com a realidade que os cerca. Constatamos que conseguir um problema adequado não é uma tarefa trivial.

Sintetizamos aqui algumas reflexões a respeito de nossa prática. Por estarmos acostumados, por anos, ao método tradicional de ensino, em que o professor é o centro do ensino, iniciar uma nova prática pedagógica causa um temor, seja por causa da postura dos alunos, seja por causa da eficácia da nova metodologia. Entretanto, por meio dos relatos dos alunos, percebemos que eles gostaram da atividade realizada. Inicialmente, eles também apresentaram uma certa apreensão diante do novo, mas em pouco tempo já estavam interagindo com o professor e com os colegas e resolvendo o problema. Em relação à eficácia da ABP, temos de ser realistas. Apesar do resultado geral ter sido bem positivo e favorável, seriam necessários mais encontros com os alunos e a realização de outras atividades nos mesmos moldes para averiguar a eficácia da ABP e a ocorrência de uma aprendizagem significativa. Em compensação, percebemos que o uso da ABP tornou a relação aluno-professor mais próxima e amigável. Os alunos ficaram mais confortáveis para sanar suas dúvidas. Eles se engajaram para obter a solução do problema, houve um menor uso de celulares durante a atividade, além de uma menor dispersão para outros assuntos não relacionados à aula. Porém, citamos alguns aspectos negativos, tais como infraestrutural (as salas de aula não foram projetadas para trabalhos em grupos) e o gasto de um tempo maior para a resolução do problema.

Um aspecto notório no uso da ABP é o interesse dos alunos e a motivação em aprender. Verificamos que há um maior empenho individual e coletivo para com a aprendizagem. Os grupos se esforçaram para resolver o problema. Eles começaram fazendo alguns testes, desenhos e consultando livros. Assim como destacado por alguns autores, como Ribeiro (2008), há uma nova postura em relação ao aprendizado.

Finalizamos com o que concluímos de nossas análises. A ABP pode ser empregue no ensino de conceitos do Cálculo. Os alunos da Engenharia podem se sentir mais motivados para aprender e desenvolver habilidades que um profissional desse ramo necessita, tais como trabalhar em equipes para a resolução de um problema real.

Referências

- ANGELO, M. F. et al. Aplicação e avaliação do método PBL em um componente curricular integrado de programação de computadores. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 33, n. 2, p. 31-43, 2014.
- AYDIN, Y. The effects of Problem-Based approach on student's conceptual understanding in a university mathematics classroom. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*. v. 152, p. 704-707, 2014.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora, 1994.
- COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S. L. Relationships of knowledge and practice: teacher learning in communities. *Review of Research in Education*. USA, 24, p. 249-305, 1999.
- DEWEY, J. *Democracia e Educação: Introdução à filosofia da educação*. São Paulo: Nacional, 1959.
- DOORMAN, M. et al. Problem solving as a challenge for mathematics education in The Netherlands. *ZDM*, v. 39, n. 5-6, p. 405-418, 2007.
- ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem baseada em problema: relato de uma experiência em cursos de Engenharia da EESC-USP. *Revista Minerva*, v. 6, p. 23-30, 2009.

FRANCHI, R. H. O. L. Uma Proposta Curricular de Matemática para Cursos de Engenharia Utilizando Modelagem Matemática e Informática. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP. Rio Claro, 2002.

GIL, A. C. Didática do Ensino Superior. São Paulo: Atlas, 2008.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-Based learning: what and how do students learn? Educational Psychology Review, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

MOKHTAR, M. Z. et al. Problem-Based learning in calculus course: Perception, engagement and performance. Proceedings of the 7th WSEAS international conference on engineering education. Stevens Point, Wisconsin, USA, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), p. 21-25, 2010.

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

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

REZENDE, W. M. O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SALES, A. B.; DEL MOURA, A.; SALES, M. B. Avaliação da aplicação da aprendizagem baseada em problemas na disciplina de “Interação Humano e Computador” do curso de Engenharia de Software. UFRGS. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 11, n. 3, 2013.

SOUZA, D. V.; FONSECA, R. F. Reflexões acerca da aprendizagem baseada em problemas na abordagem de noções de Cálculo Diferencial e Integral. Educação Matemática Pesquisa, v. 19, p. 197-221, 2017.

SOUZA, L. G. S.; FATORI, L. H.; BURIASCO, R. L. C. Como alunos do curso de Licenciatura em Matemática lidam com alguns conceitos básicos para Cálculo I. Bolema (Rio Claro), v. 24, n. 24, p. 57-78, 2005.

YUSOF, K. M. et al. Promoting Problem-Based learning (PBL) in engineering courses at the University Technologic Malaysia. Global Journal of Engineering Education, v. 9, n. 2, p. 175-184, 2005.