



VAMOS VIAJAR? – UMA ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL COM ALUNOS DE ENGENHARIA

Aldo Peres Campos e Lopes
Universidade Federal de Itajubá
E-mail: <aldolopes@unifei.edu.br>

Frederico da Silva Reis
Universidade Federal de Ouro Preto
E-mail: <fredsilvareis@yahoo.com.br>

Resumo

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I tem sido responsável por altos índices de reprovação e evasão. Assim, é importante refletir acerca do ensino e da aprendizagem de conceitos do Cálculo. Uma abordagem possível para essa disciplina é por meio da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (em inglês, *Problem-Based Learning* – PBL). Entretanto, há poucas pesquisas envolvendo essa metodologia e sua utilização em disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Neste trabalho, por meio de investigação da própria prática, utilizamos a ABP em turmas de Engenharia, objetivando responder à seguinte questão: Quais são as potencialidades do uso da ABP no ensino de derivadas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, possibilitando a resolução de problemas reais? Os problemas escolhidos envolveram otimização e aplicações de derivadas. Constatamos que o uso da ABP possui aspectos positivos como uma potencialização da atenção e do interesse por parte dos estudantes, a viabilização de uma interação significativa com os colegas, além do aumento da percepção da necessidade de estudos e pesquisas para se resolver um problema real. Algumas situações inusitadas ocorreram, tais como a resolução de um problema de maneiras diferentes da tradicionalmente prevista, as dificuldades relacionadas à compreensão dos problemas, bem como confusão e erros no uso de conteúdos prévios. Houve uma maior motivação e um engajamento da maioria dos estudantes em relação a uma aula tradicional e, embora tenham apresentado dificuldades, eles conseguiram associar a teoria com a prática. Por meio da inserção de problemas motivadores, determinados obstáculos ligados à aprendizagem de Cálculo podem ser atenuados / superados.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Ensino de Cálculo; Cursos de Engenharia.

LET'S TRAVEL? - AN EXPERIENCE IN DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS WITH ENGINEERING STUDENTS

Abstract

For many students, the discipline of Differential and Integral Calculus is abstract, difficult, with many mathematical symbols and boring. This discipline has been responsible for high rates of disapproval and school dropout. Thus, it is important to reflect on the teaching and learning of notions of Calculus, something that was done here and specifically involved applications of derivatives. One possible approach to this discipline is through the Problem-Based Learning (PBL) an active learning methodology. However, there is little research involving this methodology and the discipline of Differential and Integral Calculus. We apply the PBL in engineering classes. The problems chosen involved optimization and derivative applications. We found out that the use of PBL has positive aspects such as increased attention and interest on the part of the students, significant interaction with colleagues, and increased awareness of the need for study and research to solve a real problem. Some unusual situations have occurred, such as solving the problem in a different way than expected, difficulties related to understanding the problem, confusion and errors in the use of previous contents. There was a greater motivation and engagement of most students over a traditional class, and although they presented difficulties, they were able to associate theory with practice. Through the insertion of motivating problems, certain obstacles noted in the teaching and learning of Calculus can be attenuated.

Keywords: Problem-Based Learning. ABP. Calculus. Engineering course. Teaching Calculus.

¿VAMOS A VIAJAR? - UNA EXPERIENCIA EN CLASES DE CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL CON ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Resumen

La disciplina del cálculo diferencial e integral ha sido responsable de las altas tasas de fracaso y deserción. Por lo tanto, es importante reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de cálculo. Un posible enfoque para este tema es a través de la metodología activa de Aprendizaje Basado en Problemas (PBL). Sin embargo, hay poca investigación sobre esta metodología y su uso en disciplinas de cálculo diferencial e integral. En este trabajo, al investigar la práctica en sí, aplicamos BPA en las clases de ingeniería, con el objetivo de responder a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las potencialidades del uso de BPA en la enseñanza y el aprendizaje de *contenido* derivado en la disciplina del cálculo diferencial e integral I, haciendo posible resolver problemas reales? Los problemas elegidos involucraron aplicaciones de optimización y derivadas. Descubrimos que el uso de PBL tiene aspectos positivos como mejorar la atención e interés de los estudiantes, permitir una interacción significativa con sus compañeros y aumentar la percepción de la necesidad de estudios e investigaciones para resolver un problema real. Se han producido algunas situaciones inusuales, como resolver un problema de formas diferentes a las esperadas, dificultades relacionadas con la comprensión de los problemas, así como confusión y errores en el uso de contenido anterior. La mayoría de los estudiantes estaban más motivados y comprometidos con una clase tradicional, y aunque tenían dificultades, podían asociar la teoría con la práctica. Mediante la inserción de problemas motivadores, se pueden mitigar / superar ciertos obstáculos relacionados con el cálculo de la enseñanza y el aprendizaje.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas; Curso de Ingeniería; Enseñanza del Cálculo.

Introdução

Em diversos cursos de graduação da área de ciências exatas, o método tradicional de ensino é ainda comum. O ensino ocorre, comumente, de forma fragmentada, dissociado da realidade e o aprendizado se pontua em explicação-exercício (SOUZA; FONSECA, 2017). Os estudantes adotam uma postura passiva, memorizando e reproduzindo informações “transmitidas” pelo docente (BRAGG, 2005). Há uma dualidade nos discursos dos docentes e estudantes, pois, por um lado, estes reclamam de aulas não dinâmicas, fastidiosas e rotineiras, enquanto aqueles primeiros, no entanto, salientam suas frustrações pela pouca participação, distração e desinteresse dos alunos em relação às estratégias de ensino adotadas, conforme já apontaram Schmidt, Dauphae e Patel (1987). Portanto, é mister professores refletirem no tocante a sua prática pedagógica e pensarem numa ação na perspectiva de quem serão os participantes que deverão estimá-la (LOPES, 2018; PEDERSEN, 2003).

No mercado de trabalho, as demandas por habilidades matemáticas diretamente empregáveis tornaram-se importantes. Os alunos devem aprender Matemática para se adequar às suas futuras necessidades de emprego (HMELO-SILVER, 2004; REZENDE, 2003).

Para alcançar a compreensão conceitual de diferentes conceitos matemáticos, é necessária a aplicação de diferentes métodos de ensino, além do método de aula tradicional como, por exemplo, o método da Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (que é a tradução do termo em inglês *Problem-Based Learning* – PBL) que é um método de aprendizagem educacional ativo que incentiva os alunos a encontrarem soluções para problemas do mundo real em grupos de colaboração. Na ABP, os alunos aprendem com a orientação do professor, que atua como um tutor, usando situações problemáticas do mundo real relacionadas à sua carreira. Segundo Ribeiro (2008), pode-se adotar também problemas realísticos (aqueles suscetíveis de advir).

Por um lado, os aspectos colaborativos da ABP atendem ao desafio da compreensão conceitual de diferentes conceitos do Cálculo, na medida em que os alunos vivenciam um ensino mais personalizado de Cálculo por meio de interações pessoais com os membros do grupo, do ensino pelos pares e com o tutor-professor. A ABP pode se tornar, então, um meio eficaz para se ensinar conceitos matemáticos em Cálculo, uma vez que os alunos, geralmente, gostam de trabalhar nos problemas do mundo real e relacionados a seus cursos (SOUZA; FONSECA, 2017; AYDIN, 2014).

Por outro lado, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I é importante para estudantes de Engenharia, seja por estar presente nas diretrizes curriculares, seja pela aplicação na futura profissão (FRANCHI, 2002). Entretanto, para diversos estudantes, ela é abstrata, difícil e altamente entediante, sendo responsável por altos índices de reprovação e 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. As soluções “normais” são o “treinamento”,

por meio de listas de exercícios (REZENDE, 2003, p. 10-15). Como uma outra alternativa de solução, a metodologia ABP apresenta-se como uma alternativa de aprendizagem, desenvolvimento de habilidades, tornando os processos de ensino e de aprendizagem da disciplina mais interessante e efetiva, podendo desenvolver habilidades criativas e críticas ao resolver o problema em questão (MOKHTAR et al. 2010; AYDIN, 2014).

Souza e Fonseca (2017) afirmaram que não encontraram publicações científicas que investigasse o uso da metodologia ABP em disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Numa pesquisa bibliográfica feita em portais indexadores como SciELO e outros, notamos que, de fato, existem diversos artigos científicos que apresentam trabalhos envolvendo a ABP, mas poucos envolvendo pesquisas sobre a aplicação da ABP em cursos superiores na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, não sendo encontrados trabalhos envolvendo problemas com derivadas, que é o foco de conteúdo dos problemas desta investigação. Entretanto, encontramos alguns trabalhos em anais de eventos. Destacamos, ainda, a existência de um artigo do primeiro autor que apresenta a aplicação da ABP em uma turma de Cálculo de Várias Variáveis (LOPES, 2018).

Em muitos lugares, problemas educacionais relacionados ao ensino de Matemática no Ensino Superior são quase como um “território desconhecido”, como afirma Aydin (2014), ao comentar a situação da Turquia. Um estudante que entra no Ensino Superior com deficiências na aprendizagem, tendo de lidar com conceitos novos e manipular símbolos acaba por ficar estressado. Nesse cenário, a introdução da metodologia ABP, usando problemas do mundo real, com exemplos físicos dos conceitos, pode amenizar a difícil transição do Ensino Médio para o Ensino Superior.

Alguns pesquisas apontam a necessidade de se revisar o método de ensino no Cálculo Diferencial e Integral. Salinas (2010) apresenta algumas das tentativas feitas, em diversas instituições no mundo e algumas mudanças feitas na França e nos Estados Unidos. Algumas dessas rupturas com o tradicional envolveram o uso de *softwares* como recurso didático e uso de calculadoras gráficas. Alguns estudos salientaram a necessidade de criar materiais educativos, rompendo com a ideia puramente algébrica, explorando ideias mais profundas. Buscando maneiras de aprimorar a aprendizagem discente, Salinas (2010) apresenta uma proposta de ABP no Cálculo Diferencial e Integral para uma turma de Engenharia de Computação, para ser aplicado não somente no Chile, mas internacionalmente. O resultado (SALINAS, 2011) apresenta a ABP como um método em que o estudante consegue verificar, em um tempo mais rápido, como os conceitos e conteúdos se conectam e também desenvolvem habilidades necessárias para um futuro uso profissional, como o trabalho em equipes.

1. Reflexões sobre Aprendizagem Baseada em Problemas e Ensino de Cálculo em cursos de Engenharia

Para Dewey (2016), a Educação precisa subsidiar a resolução de problemas da vida real e ações educacionais possuem um papel fundamental de desenvolvimento de relações sociais, aprendendo de forma prática e permitindo o desenvolvimento de habilidades dos estudantes. Ele considera importante a aprendizagem de situações reais e problemas do cotidiano para a ABP.

A metodologia ABP é recomendada em cursos de Engenharia, pois promove um profundo aprendizado com significados e desenvolve habilidades como resolver problemas, propiciando atitudes positivas pelos estudantes (YUSOF et al., 2005). Os problemas não são restritos ao mundo real, mas também podem emergir do “mundo da Matemática”.

Barrows (1996) define a ABP como um método que usa um problema como ponto de partida para estimular a aquisição de um novo conhecimento. Essa metodologia desenvolve a habilidade de identificar a informação necessária para uma aplicação específica, onde e como obtê-la, organizando-a numa significativa estrutura conceitual e como comunicá-la a outras pessoas. Por trabalhar em grupos, são desenvolvidas também habilidades de comunicação, aprimorando o aprendizado. Aprendendo conceitos nesses contextos, o aluno os aplicará mais acertadamente.

A metodologia ABP desafia o estudante a como aprender a estudar, trabalhando cooperativamente em grupos na busca das soluções para o problema dado (DUCH, 1996). Tal metodologia não nega a importância do aprendizado de conteúdos. Mas não reconhece a utilidade futura do conteúdo memorizado “adquirido” em contextos abstratos. Por outro lado, enfatiza a capacidade de construir conhecimento conceitual, conforme necessário, utilizando esse conhecimento durante o processo de aprendizagem em torno do problema. Assim, o conhecimento é construído durante a solução de problemas. Dependendo do grau de dificuldade para se resolver o problema, é necessário aprofundar ainda mais o conhecimento para resolvê-lo. Isso ajuda a consolidar o conhecimento (MARGETSON, 1997).

Na metodologia ABP, acontece o oposto do ensino tradicional. No ensino tradicional, os conceitos são “transmitidos” inicialmente e, depois, são apresentadas as aplicações. O ponto de partida do ABP é o problema, que tem a função de motivar, focalizar, dirigir e iniciar a aprendizagem dos alunos (BOUD; FELETTI, 1991). Os alunos se tornam construtores de seus conhecimentos por meio do trabalho com os outros, pesquisando e buscando novos conhecimentos. Os alunos, organizados em pequenos grupos e assistidos por um tutor, lidam com problemas que podem ser uma descrição de fenômenos ou eventos baseados na vida real. Tais problemas requerem uma explicação em termos de seus mecanismos subjacentes ou processos ou ações a serem resolvidos. O problema é, portanto, o ponto de partida do processo de aprendizagem.

A ABP mostra-se viável em disciplinas de Engenharia, resultando numa aprendizagem que vai além da sala de aula pelo método tradicional (ARAÚJO et al., 2016). Quando se trabalha com algo novo, para o qual não há uma resolução em um livro específico, é necessário integrar conhecimentos para se ter informações necessárias para a solução do problema. São requeridas habilidades e atitudes envolvidas na procura de uma solução para o problema, como autoaprendizagem contínua e relacionamento social ético.

Escrivão Filho e Ribeiro (2009) relatam a experiência de aplicação da ABP em cursos de Engenharia da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Constataram, por uma aprovação de cerca de 90% dos alunos, que essa metodologia é benéfica para a aprendizagem. O projeto da ABP influenciou para desafiar os alunos por meio de problemas antes de se apresentar a teoria, dando autonomia aos alunos para conduzir seu aprendizado, trabalhando em equipes e com um aumento de interações entre os alunos e entre alunos e professor. Porém, a adoção do formato ABP foi parcial, pois a implementação se deu em disciplinas isoladas dentro de currículos convencionais.

Outros estudos podem ser encontrados na literatura, como o de Sales et al. (2013) que relata a experiência da implantação da ABP no curso de Engenharia de Software. Foi verificado que a maioria dos estudantes se mostrou satisfeita com o método, sendo que os atributos mais relevantes da ABP para a aprendizagem foram o desenvolvimento de competências para a resolver o problema e o uso da pesquisa como procedimento para a aprendizagem. O trabalho de Ângelo et al. (2014) também mostra a aplicação da ABP no ensino de Programação de Computadores com efeitos considerados adequados pelos autores.

2. Percurso Metodológico

Nesta pesquisa qualitativa, adotamos a pesquisa da própria prática enquanto perspectiva metodológica. A pesquisa da própria prática vem recebendo relevância, pois estudos mostram que os modelos de formação docente não têm dado conta de alterar as práticas pedagógicas, visto que ocorrem de forma vertical, sem que o professor seja protagonista de seu desenvolvimento profissional (LIMA; NACARATO, 2009).

De acordo com Cochran-Smith e Lytle (1999, p. 321), a pesquisa da própria prática pode ser considerada “um estudo sistemático e intencionado dos professores sobre seu próprio trabalho na sala de aula e na escola”. A sistematização se refere às formas de registro e de documentação das experiências no interior e no exterior da sala de aula e considerando que uma atividade planejada pelo professor tem intencionalidade (LIMA; NACARATO, 2009). Dessa maneira, o professor desenvolve um conhecimento da própria prática, um conhecimento em ação, “explorando” prática e teoria.

Algumas razões podem justificar a pesquisa da própria prática. Segundo Ponte (2002), argumenta-se favoravelmente a essa modalidade de pesquisa pelos seguintes motivos: o professor atua como protagonista do desenvolvimento curricular e profissional; o professor fomenta o progresso profissional sendo agente transformador da cultura acadêmica; o professor dispõe de elementos que direcionam a maior compreensão dos problemas educacionais e da cultura profissional.

Optamos por uma investigação da própria prática nessa pesquisa de abordagem qualitativa, por acreditarmos que uma teoria sobre um objeto de estudo começa a se desenvolver após passarmos algum tempo com os participantes de nossa pesquisa e, posteriormente, compilarmos e averiguarmos as informações obtidas e tratadas, em conformidade com Bogdan & Biklen (1994, p. 50-51).

Destacamos também que o uso de problemas adequados com as realidades profissionais ou um problema da vida real certamente motiva o interesse pelo objeto de estudo (DEWEY, 1959b, p. 170). A partir dessas reflexões, buscamos investigar a seguinte questão: Quais são as potencialidades do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de derivadas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, possibilitando a resolução de problemas reais?

Os participantes da pesquisa foram alunos de Engenharia de uma Universidade Federal do interior de Minas Gerais. Participaram 76 estudantes que cursaram a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, no 1º semestre letivo de 2019, sob a responsabilidade do primeiro autor deste trabalho, distribuídos em 2 turmas, sendo uma turma com 56 ingressantes (cursando pela primeira vez a disciplina) e outra turma com 20 repetentes (cursando pela segunda vez a disciplina). As atividades de ABP ocorreram ao longo de 2 aulas (em cada uma das 2 turmas), nas quais houve coleta de dados e, em cada uma delas, os alunos foram divididos em grupos de 4 a 6 integrantes cada (divisão feita conforme livre escolha dos estudantes), sendo que na 2ª aula, os alunos preferiram permanecer com os mesmos grupos da 1ª aula. A dinâmica das atividades realizadas se deu por meio de sessões tutoriais, envolvendo problemas da vida real (com o objetivo de aprender como aplicar derivadas), com o professor assumindo a postura de tutor ou facilitador da aprendizagem (RIBEIRO, 2008; GIL, 2008).

Um dos principais desafios da metodologia ABP são as tarefas de resolução de problemas de *design* que são originais, não rotineiras e novas para os alunos. Optamos por um problema do mundo real na 1ª aula e, na 2ª aula, iniciamos por um problema “do mundo da Matemática” para depois expormos o problema prático a ser resolvido (DOORMAN et al., 2007). Na Tabela 1, sintetizamos o que foi feito em cada aula.

Tabela 1 – Síntese das etapas de cada aula

	Aula 1	Aula 2
Início da aula	Conversa descontraída sobre viagens, malas e tamanho / peso permitido.	Explicação dialogada sobre importância das funções trigonométricas e seus gráficos.
Problema	Qual é o tamanho ideal da mala de mão numa viagem de avião?	Qual é a rapidez de ganho de altura de um avião?
Roteiro	Detalhado	Não detalhado
Final da atividade	Foi feita uma autoavaliação (nota de 0 a 10) pela participação de cada componente do grupo.	Foi feita uma autoavaliação (nota de 0 a 10) pela participação de cada componente do grupo.
Final da aula	O grupo que terminou primeiro apresentou a resolução para a turma. Houve um breve diálogo sobre o que cada grupo achou da atividade.	O grupo que terminou primeiro apresentou a resolução para a turma. Houve breve diálogo sobre o que cada grupo achou da atividade.

Fonte: Autores.

Nessas aulas em que a metodologia de ABP foi aplicada, os problemas foram utilizados para estimular a curiosidade dos alunos e para aplicar conceitos aprendidos. Dessa forma, percebemos os alunos estimulados a pensarem em possibilidades de resolução e a encontrarem e usarem recursos de aprendizagem. O objetivo específico em termos de conteúdo matemático foi promover a aprendizagem da otimização, tendo os alunos, portanto, uma oportunidade para aprender uma utilidade prática do conteúdo de derivadas. Os problemas foram escolhidos com o intuito de motivar os alunos e estarem, de alguma forma, conectados com a realidade e também levando-se em consideração que eles eram estudantes dos diversos cursos de Engenharia oferecidos pela universidade, a saber: Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Computação, Engenharia de Produção, Engenharia da Mobilidade, Engenharia de Saúde e Segurança, Engenharia Ambiental e Engenharia Mecânica.

Na 1ª aula, começamos com uma conversa sobre viagens. Iniciamos perguntando: “*Vocês gostam de viajar? Qual é o meio de transporte que vocês preferem?*” Após um breve bate-papo, indagamos: “*O que pode ser levado como bagagem de mão em uma viagem de avião? Será que existe alguma restrição?*” Alguns alunos, em ambas as turmas, citaram que existiam sim restrições, pois lembraram de situações que viveram. Após o entendimento que existem restrições de peso e de tamanho da bagagem de mão, afirmamos que os limites são: a soma das dimensões da bagagem é 115 cm e o peso máximo é 10 kg.

Continuando esse momento inicial descontraído, como levamos uma balança comum e uma trena, fizemos alguns testes. Pesamos algumas das maiores mochilas dos alunos e fizemos algumas medições dos seus tamanhos. Os alunos participaram voluntariamente e verificaram que, em alguns casos, poderiam levar sua mochila e, em outros, não, principalmente pelo excesso de peso.

Figura 1 – Pesando as mochilas dos alunos



Fonte: Autores.

Após essa parte inicial, passamos ao seguinte problema apresentado por meio de um roteiro: Qual é a bagagem de mão ideal para uma viagem de avião? O problema foi desenvolvido em 2 etapas, para que os alunos pudessem descortinar, aos poucos, a solução envolvida. A opção pelo uso de um roteiro foi feita para que o problema pudesse ser resolvido sem demasiada imprecisão ou dubiedade, e também para facilitar e aprimorar a experiência reflexiva dos estudantes, dentro do tempo disponível para a atividade (DEWEY 1959b, p. 164). As etapas do problema a ser resolvido estão nas Figuras 2 e 3 a seguir.

Figura 2 – 1ª etapa do problema da 1ª aula

QUAL A BAGAGEM DE MÃO IDEAL?



PROBLEMA: Qual bagagem de mão ideal para uma viagem de avião?

SITUAÇÃO: *Dois alunos irão viajar. Um deles irá apresentar um pôster num congresso científico e o outro levará seu violino para tocar num concerto. Evitando despachar os itens para não ter de pagar nenhuma taxa adicional (algumas regras foram alteradas pela ANAC¹ em 2017), a intenção é levar como bagagem de mão.*

De acordo com os regulamentos² da ANAC a soma das dimensões de uma mala de mão não pode exceder 115cm. Essa restrição nos leva a alguns questionamentos. Siga o roteiro a seguir para encontrar um volume ideal para uma bagagem de mão.

- 1 Discuta brevemente com o grupo quais formatos possíveis de mala. Quais são as dimensões de um pôster científico e de um violino? Seria possível enviar esses itens como bagagem de mão?
- 2 Quais algumas considerações e simplificações seria bom fazer em relação à mala para efetuar cálculos? Escreva as que considerarem mais relevantes.
- 3 Considere que a mala seja um paralelepípedo de base quadrada. Seja x a largura da mala, isto é, um dos lados do quadrado, z o comprimento da mala, isto é, o outro lado do quadrado e y a altura da mala. Faça um desenho representando essas quantidades.
- 4 Qual a quantidade a ser otimizada nesse problema? Encontre uma fórmula para essa quantidade em termos de x e y .
- 5 A ANAC nos diz que a soma das dimensões não pode exceder 115cm. Que equação essa informação produz envolvendo x e y ?
- 6 Resolva a equação do item anterior ou para x ou para y (a que achar mais fácil).
- 7 Agora use o que fez no item anterior e no item 4 para determinar uma fórmula para o volume da mala, de modo que a fórmula é função de uma variável apenas.

¹Agência Nacional de Aviação Civil.

²Veja por exemplo as “10 Dicas para uma viagem tranquila”, folheto da ANAC.

Fonte: Autores.

Figura 3 – 2ª etapa do problema da 1ª aula

QUAL A BAGAGEM DE MÃO IDEAL?



- 8 Sobre qual domínio podemos considerar essa função? Observe que ambos os parâmetros x e y devem ser positivos. Como a restrição da soma das dimensões ser 115cm produz intervalos de possíveis valores para x e y ?
- 9 Encontre o máximo absoluto do volume da mala no domínio que você estabeleceu no item anterior e daí determine também as dimensões da mala de maior volume. Justifique que você encontrou o máximo usando **cálculo**. Utilize algum *software*, como Geogebra por exemplo, para plotar o gráfico da função volume e confira seus resultados.
- 10 Compare as dimensões que obteve no item anterior com o que é recomendado por uma companhia aérea (escolha uma companhia que realiza voo doméstico no Brasil como **Gol**, Azul, **Latam**, entre outras). Discuta brevemente os resultados encontrados e sobre padronizações. As dimensões encontradas dessa companhia produzirão um volume máximo? Então quais dimensões de mala seria melhor para quem tem muitos itens a levar numa mala de mão?
- 11 Segundo o item (1), pode haver outros tipos de mala. Qual seria a fórmula para um dos formatos que escreveu em (1)? Esse formato é melhor ou não que um paralelepípedo? Quais são as (in)conveniências desse tipo de formato de mala?
Podemos então *concluir* sobre o formato tradicional de uma mala, um paralelepípedo, com as seguintes perguntas
 - Qual é o maior volume possível de uma mala com base quadrada que pode ser utilizada?
 - Quais são as dimensões de uma mala de maior volume?

Fonte: Autores.

Após a obtenção da função ao final da 1ª etapa, a 2ª etapa requeria a realização da otimização e, ao fim, a discussão e comparação dos resultados. Já a estrutura da 2ª aula foi diferente por não haver materiais manipulativos tais como a balança e a trena para medições, como foi feito na 1ª aula. Iniciamos relembrando alguns conceitos de funções trigonométricas. Essa parte foi feita por meio de uma exposição dialogada, envolvendo a participação dos alunos. Dessa forma, o problema teórico abordado na 2ª aula foi resolvido, ao mesmo tempo, pelo professor e pelos grupos de alunos, num diálogo em que diversas dúvidas foram esclarecidas. Em seguida, apresentamos o problema da vida real, que envolvia o conceito matemático de taxas de variação, como mostra a Figura 4, a seguir.

Figura 4 – Problemas da 2ª aula

DESCREVENDO FAMÍLIAS DE FUNÇÕES	GANHO DE ALTURA ✈
---------------------------------	-------------------

PROBLEMA 1: Descrevendo famílias de funções em termos de parâmetros.

Pessoas que usam matemática aplicada, como engenheiros e economistas, geralmente encontram funções nas quais ocorrem apenas pequenas variações de constantes. Essas constantes são chamadas *parâmetros*. O objetivo é descrever as principais características do comportamento geral de uma dada função em termos dos parâmetros. Faça tal descrição para a função:

$$f(t) = a \sin(b(t - c)) + d$$

PROBLEMA 2: A rapidez de ganho de altura de um avião.

Um Boeing 747-8 está decolando e fazendo um ângulo de 30 graus com a horizontal. Com que rapidez o avião estará ganhando altura se a velocidade do avião for de 900 km/h?

Fonte: Autores.

A seguir, apresentamos e analisamos a utilização da metodologia ABP na condução e resolução dos problemas em cada aula.

3. Apresentando e analisando a utilização da ABP no ensino de Cálculo

Inicialmente, podemos destacar o tempo dispendioso na busca de um problema real motivador, conforme já alertado por Ribeiro (2008). Após a elaboração do problema e a criação do roteiro para a 1ª aula, o próximo passo foi sua aplicação em sala de aula. Nas 2 turmas participantes, ao fazer o agrupamento dos alunos, reparamos que as salas de aula não estão adequadas para a aplicação da ABP em grupos, pois aproximar as carteiras para que os componentes de um mesmo grupo trabalhassem junto, resultou em certa desordem.

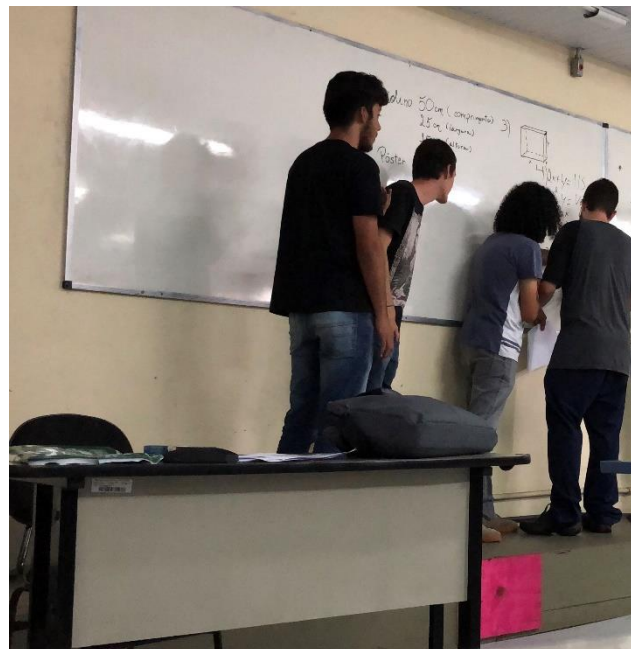
Durante a realização das atividades propostas, observamos algumas atitudes que nos surpreenderam. Em suma, o problema trabalhado na 1ª aula demorou mais do que o previsto para a conclusão nas 2 turmas e ocorreram dúvidas de conceitos matemáticos mais básicos. Para os problemas trabalhados na 2ª aula, a maioria dos grupos da turma de ingressantes ofereceu soluções, de uma maneira bem rápida, que não demandaram o uso de derivada; já os grupos da turma de repetentes tiveram grandes dificuldades para compreender e resolver os problemas apresentados.

Em relação ao comportamento dos alunos, percebemos que, na turma de repetentes, nenhum aluno desistiu de participar das atividades propostas. Notamos que os alunos estavam mais empenhados na atividade, discutindo mais as dúvidas que surgiram, por mais trivial que fossem. Como exemplo, uma discussão surgida em um grupo, durante a 1ª aula, foi a seguinte: “Porque uma

“pessoa quer uma mala ideal?” Ao que podemos responder: *“Suponha que uma pessoa compre roupas para revender; certamente, ela iria querer uma mala na qual coubesse o máximo de itens, respeitando o peso máximo, não é mesmo?”* Como os grupos dessa turma tiveram diversas discussões, com a participação de todos, talvez isso seja o motivo de cada componente de cada grupo da turma ter dado nota 10 em sua autoavaliação.

Passemos ao problema apresentado na 1ª aula. Como relatamos anteriormente, a aula foi iniciada com uma conversa sobre viagens e foram feitas algumas medições das dimensões e peso das mochilas de alguns alunos. No final da aula, o grupo que primeiramente terminou a resolução do problema, explicou para todos como eles resolveram o problema, como mostra a Figura 5, a seguir, que mostra tal grupo fazendo sua apresentação, no quadro, para os demais alunos da turma de ingressantes.

Figura 5 – Grupo apresentando o problema da 1ª aula



Fonte: Autores

Vale ressaltar que, na turma de ingressantes, um grupo formado por 6 alunos desistiram de tentar resolver o problema já no início da 1ª aula. Entretanto, os demais grupos estavam bem animados com a atividade, tendo discussões significativas sobre os conteúdos matemáticos, como por exemplo a obtenção da função volume, mesmo com o surgimento de diversas dúvidas.

No desenvolvimento das aulas, buscamos agir como um tutor, não respondendo de imediato a uma questão, mas direcionando os alunos ao entendimento dos conceitos envolvidos, por meio de perguntas e exemplos. Por exemplo, um grupo se convenceu, intuitivamente e antes de começar qualquer cálculo preciso, que o formato da mala ideal deveria ser o de um cubo, ou seja, cada dimensão da mala deveria ser a mesma. O grupo foi incentivado a pensar em como poderia

demonstrar essa suposição. Outro grupo afirmou, convicto, que a mala ideal deveria ter as seguintes dimensões: 38 cm, 38 cm e 39 cm. Elogiamos a intuição e cálculos empíricos do grupo, porém dissemos que as dimensões poderiam assumir qualquer valor real (e não apenas números inteiros), e que eles deveriam provar a afirmação de algum modo, o que os levou a seguirem o roteiro. Alguns grupos demoraram mais tempo para realizar toda a atividade, mas percebemos que isso se deu por dois fatores: maior discussão envolvendo cada componente do grupo e a presença de dúvidas de conteúdos mais básicos (não relativos ao conteúdo da disciplina).

De modo geral, entretanto, podemos dizer que os grupos resolveram satisfatoriamente o problema da mala ideal. Em relação aos conteúdos matemáticos, as dúvidas que surgiram foram esclarecidas. Sobre o conteúdo específico de derivadas, não foi notado nenhuma dificuldade, em nenhuma das turmas. Por outro lado, uma dúvida recorrente foi encontrar o domínio da função volume obtida: $V(x) = x^2 \cdot (115 - 2x)$. Abaixo, na Figura 6, exemplificamos as soluções apresentadas por alguns grupos.

Figura 6 – Algumas soluções para o domínio da função volume

$$8) \text{ Domínio} = \left\{ \begin{array}{l} x > 0 \\ x < 57,5 \end{array} \right\}$$

$$8. D = \mathbb{R} - \{0, > 115\} \quad (0, 115)$$

$$-6x^2 + 230x = 0$$

$$8) \quad x^2 \cdot (115 - 2x) \leq 115 \quad \in X \leq 38,3333 \dots$$

8. Números reais, positivos, menores que zero (\mathbb{R}^+).

$$8. \mathbb{N} - \{x \leq 0\} \quad \text{Derivando}$$

Fonte: Autores

Inferimos que diversos alunos, mesmo no início do Ensino Superior, trazem um conhecimento restrito do conceito de função e de suas propriedades, muitas vezes tentando se basear na memorização de regras, porém com pouca significação sobre essas regras, como já afirmaram diversos pesquisadores do Ensino Superior (YUSOF et al., 2005; SOUZA; FATORI; BURIASCO, 2005). Portanto, a metodologia ABP apresentou não somente as dúvidas em relação aos conceitos a serem aprendidos com o problema, mas também revelou algumas falhas na aprendizagem matemática

dos alunos, coadunando com Aydin (2014) ao argumentar que alunos, mesmo os considerados fracos, podem chegar a aprender melhor o conceito de função pelo uso da metodologia ABP.

No final da aula, os alunos foram incentivados a fazerem uma autoavaliação, com pontuação variando de 0 a 10. Como informamos, todos os alunos da turma de repetentes se pontuaram com nota 10. Já na turma de ingressantes, as notas também foram homogêneas, variando entre 8, 9,5 e 10 pontos. Algumas justificativas interessantes apresentadas foram que alguns “puxaram os membros dos grupos ao máximo”, outros contribuíram com “fórmulas e raciocínio aplicado” e ainda outros contribuíram com “a organização das questões”.

Notamos que os alunos demonstraram reações diversas quanto à introdução de uma nova metodologia. Alguns se espantaram, por não ser uma aula expositiva como de costume, julgaram a atividade sem valor e desanimaram de resolver os problemas. Entretanto, para a grande maioria dos grupos, os alunos experimentaram essa metodologia ativa manifestando, imediatamente, interesse pelos novos desafios apresentados, como mostram algumas avaliações feitas pelos diversos grupos:

A aula foi mais dinâmica, vimos a aplicação na prática de derivada (máximo absoluto); foi uma boa oportunidade para desenvolver o trabalho em equipe. (Grupo 1 – Turma de repetentes).

A aula foi boa, o método foi mais dinâmico e prático, o que facilitou visualizarmos de forma mais assertiva nossas dificuldades dentro da matéria. (Grupo 2 – Turma de repetentes)

Aprendemos melhor, de forma dinâmica, prendeu a atenção. (Grupo 4 – Turma de ingressantes)

O objetivo da atividade, envolvendo a aprendizagem de otimização como uma aplicação de derivadas, foi alcançado e os estudantes ficaram satisfeitos. Alguns dias após a realização da atividade, alunos nos disseram que aulas com atividades em grupo e usando a metodologia ABP são “bem melhores para se aprender”.

Em relação aos problemas trabalhados na 2ª aula, em ambas as turmas, apresentaremos uma análise mais sucinta, buscando apenas fazer alguns destaques. Os registros escritos dos grupos da turma de ingressantes mostraram que eles entenderam o que estava envolvido nos problemas, fazendo desenhos e esquemas. Entretanto, até mesmo para nosso espanto, a maioria das resoluções apresentadas pelos grupos envolveu proporcionalidade e não derivadas. Por outro lado, os grupos da turma de repetentes não conseguiram resolver satisfatoriamente os problemas, tentando resolver por tabelas, comparações e usando algum tipo de intuição, sem chegar a alguma conclusão.

Observamos, portanto, que a metodologia de ABP pode trazer surpresas, como a resolução do problema por métodos não previstos pelo professor, assim como a dificuldade de resolução de

problemas considerados fáceis por certos alunos, entretanto, considerados de um nível bem mais difícil para outros.

Nesse caso, em que um problema seja considerado de difícil resolução por certos grupos de alunos, que apresentam ideias, mas sem chegar a uma solução satisfatória, uma alternativa seria conceder mais tempo para os grupos poderem fazer algumas pesquisas e estudos complementares até chegar a uma solução (RIBEIRO, 2008). Entretanto, o tempo disponibilizado para nossas aulas nos impossibilitou de conceder um tempo extraclasse.

Considerações Finais

Existem preocupações em relação aos processos de ensino e aprendizagem do Cálculo, como por exemplo, os altos índices de evasão e reprovação. Essa situação sinaliza que novas metodologias necessitam ser estudadas e testadas. Essa problemática atual relacionada ao ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral pode ser amenizada pelo uso de metodologias ativas em ambientes propícios a aprendizagens de fato significativas, podendo haver uma ligação entre conhecimentos teóricos, construídos no seio da academia e conhecimentos práticos, cuja construção também deve ser incentivada nessa mesma academia.

Quanto a aplicação da metodologia ativa da ABP em nossa pesquisa, percebemos algumas particularidades. Notamos que o uso da ABP no Ensino Superior pode despontar dificuldades prévias dos alunos, relacionadas a conteúdos dos Ensinos Fundamental e/ou Médio. Constatamos também que a resolução de um problema pode ser bem diferente do previsto pelo professor. Adicionamos que um problema pode apresentar dificuldades maiores para determinados grupos, o que implica na necessidade de utilização de mais tempo para resolvê-lo.

Em relação à particular dificuldade observada quanto ao conceito de função, sabemos que conceitos prévios são fundamentais para um bom desenvolvimento na aprendizagem de novos conteúdos do Cálculo Diferencial e Integral. Comumente, alunos não constroem significativamente tais conceitos, conforme constatamos na resolução do problema da 1ª aula, o que mostra que não houve uma aprendizagem significativa de tais conceitos. Por outro lado, a ABP pode ser muito útil para que um aluno aprenda o conceito de função para além de fórmulas e regras, mesmo se for um aluno considerado fraco (AYDIN, 2014). Particularmente, para alunos de Engenharia, é importante que eles tenham um conhecimento conceitual bem desenvolvido sobre funções e sejam bem-sucedidos em lidar com o conceito e suas propriedades, no exercício de suas carreiras, assim como também em relação ao conhecimento e entendimento do conceito de derivadas. Tal compreensão não é somente para o uso em disciplinas posteriores ao Cálculo Diferencial e Integral, mas também para aplicação na vida profissional. As noções dessa disciplina “são essenciais às demandas da sociedade contemporânea” (SOUZA; FONSECA, 2017). Concordamos com Souza e Fonseca (2017), que o

nosso intuito, como professores, deve ser “enriquecer a dinâmica da sala de aula, ressignificando saberes na área de Cálculo” por meio de uma perspectiva que gere atitudes e procedimentos favoráveis a um bom aprendizado e ao desenvolvimento de habilidades.

Ao refletir a respeito da nossa própria prática, algumas considerações se mostraram relevantes. Acostumados ao método tradicional de ensino, introduzir uma nova metodologia gera uma apreensão, um receio referente tanto à receptividade dos alunos quanto à eficácia da metodologia. Porém, pelos relatos dos alunos, foi constatada uma receptividade por parte de quase todos os alunos. Apenas um grupo desistiu de realizar a atividade proposta; os demais que permaneceram em sala interagiram, executando a atividade e tecendo comentários positivos sobre o que foi feito, mesmo em aulas posteriores. Quanto à eficácia da ABP, podemos comentar que, para a verificação de uma efetiva aprendizagem (ou de uma aprendizagem de fato significativa), seriam necessários mais encontros / atividades e um maior acompanhamento dos participantes, até mesmo em semestres letivos posteriores ao de realização de nossa pesquisa. Em contrapartida, constatamos que o emprego da ABP tornou mais amistosa a relação entre professor e alunos, que se sentiam mais à vontade em tirar dúvidas; os alunos reuniram esforços para solucionar o problema, o que ocasionou uma diminuição do uso de dispositivos eletrônicos e conversas sobre assuntos não relacionados às aulas. Como aspecto negativo, citamos a limitação do tempo, seja para resolver um problema, seja para melhor explorar os conteúdos da disciplina.

No estudo feito do referencial teórico e de alguns outros trabalhos relacionados, não foram encontradas pesquisas que apresentassem a aplicação de derivadas usando a metodologia de ABP. Entretanto, nessa breve pesquisa aqui descrita, pudemos apontar alguns fatores positivos e favoráveis à aplicação dessa metodologia. Observamos que pode haver vantagens e desvantagens e existem diversos empecilhos para realizar e concretizar a solução dos problemas apresentados. Um fator facilmente perceptível, a princípio, é o interesse da maioria dos alunos. Notamos também que a atenção é ampliada e há um maior comprometimento com a aprendizagem. Os alunos ficam menos propensos ao uso de celulares ou à mercê de conversas sobre assuntos não relacionados às aulas. Reparamos um empenho de cada grupo para resolver os problemas, o que gera habilidades de se trabalhar em equipe e de comunicação oral efetiva. Diversos alunos fizeram esquemas, desenhos, tentativas diversas, e alguns pediram para ir à biblioteca para pegar algum livro de Cálculo. Assim, os alunos se esforçaram na resolução do problema, tendo mudança de postura e atitude, sendo mais críticos e autônomos, o que mostra o aumento da capacidade de resolução de problemas. Há também uma maior significação quanto aos conceitos trabalhados e sua utilidade, coadunando com Ribeiro (2008).

Pensando em um aluno que não está habituado com a abordagem da metodologia ABP e observa o uso dela em uma aula, geralmente, tal cena estimulará nele grande curiosidade,

especialmente, se ele tiver pouca afeição a uma sala de aula tradicional, na qual tudo já está estabelecido e não há o que descobrir. Numa sala de aula com a ABP, não há dogmatismo na instrução, implicando na não perda de interesse pelo estudante (DEWEY, 1959a, p. 47-48).

Para o professor, também há grandes vantagens no uso da ABP. Esse profissional pode ampliar seus conhecimentos e suas pesquisas, buscando e tendo interação com outras áreas do conhecimento, bem como com outros profissionais. Ele se torna um facilitador da aprendizagem, promovendo direcionamentos. Entretanto, há alguns entraves. Como ele tem de lidar com uma carga horária finita e inúmeros conteúdos, o uso da metodologia de ABP em várias aulas pode ser um desafio, pois tal metodologia demanda mais tempo. Também a criação de um problema motivador, aplicado à realidade ou associado às futuras profissões de seus alunos, não é uma tarefa fácil e pode resultar em dificuldades para o professor-tutor ao abordar um problema que envolve diversas áreas do conhecimento. Destacamos outros obstáculos como a organização de espaços para o trabalho dos grupos, o eventual desinteresse no trabalho em grupo por parte de alguns alunos e ainda possíveis imprecisões no conhecimento de conteúdos mais profundos.

Por fim, concluimos afirmando que a ABP se adequa bem ao ensino de Cálculo para alunos de Engenharia, pois propicia o desenvolvimento de habilidades que o profissional engenheiro precisa, como a autoaprendizagem contínua, o trabalho em equipe e o relacionamento social para a solução de problemas.

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.
- ARAÚJO, W. J. et al. Aprendizagem por problemas no ensino de Engenharia. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 57-90, 2016.
- BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. In: WILKERSON L.; GILSELAERS H. (Eds.) **Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice**. San Francisco: Jossey-Bass Inc., p. 3-11, 1996.
- BRAGG, J. The effects of problem-based learning on student engagement and motivation. **Studies in Teaching 2005 Research Digest**, 1, p. 6-10, 2005.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOUD, D.; FELETTI, G. **The Challenge of Problem-Based Learning**. New York: St. Martin's Press, 1991.

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. **Como Pensamos**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959a.

DEWEY, J. **Democracia e Educação: introdução à filosofia da educação**. São Paulo: Nacional, 1959b.

DEWEY, **How we think**. Toronto, Canadá. Kobo Editions, 2016.

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.

DUCH, B. J. Problems: A key factor in PBL. **About Teach**, 50 (Spring), p. 7–8, 1996.

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.

LIMA, C. N. M. F.; NACARATO, A. M. A investigação da própria prática: mobilização e apropriação de saberes profissionais em Matemática. **Educação em Revista**, v. 25, n. 2, p. 241-265, 2009.

LOPES, A. P. C. Usando ABP em turmas de Cálculo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, p. 17-34, 2018.

MARGETSON, D. Why problem-based learning is a challenge? In: Boud, D. e G. Feletti (Eds.). **The challenge of problem-based-learning**. London: Kogan Page, 1997.

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.

PEDERSEN, S. Motivational orientation in a problem-based learning environment. **Journal of Interactive Learning Research**, 14, p. 51–77, 2003.

PONTE, J. P. **Investigar a nossa prática**. GTI – Grupo de Trabalho e Investigação. Refletir e investigar sobre a prática profissional. Portugal, Associação de Professores de Matemática, p. 5-55, 2002.

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.

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

SCHIMIDT, H. G.; DAUPHNEE, W. D.; PATEL, V. L. Comparing the effects of problem-based and conventional curricula in an international sample. **Journal of Medical Education**, v. 62, n. 4, p. 305-315, 1987.

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.

SALINAS, P. E. R. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Propuestas Innovadoras para la Enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral. In: **PBL 2010 International Conference**. São Paulo, Brasil, 2010.

SALINAS, P. E. R. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Propuestas Innovadoras para la Enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral. In: **XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática**. Recife, Brasil, 2011.

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 Universiti Teknologi Malaysia. **Global Journal of Engineering Education**, v. 9, n. 2, p. 175-184, 2005.

Recebido em 01/05/2019

Aceito em 30/08/2019

Sobre os autores

Aldo Peres Campos e Lopes

Professor Adjunto da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), campus Itabira. Possui formação em Análise Geométrica. Atualmente cursando o Mestrado Profissional em Educação Matemática na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Frederico da Silva Reis

Professor Titular do Departamento de Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atua na Formação Inicial e Continuada de Professores de Matemática da Educação Básica e do Ensino Superior. É membro do Grupo de Trabalho 04 - Educação Matemática no Ensino Superior da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, tendo sido Diretor da Regional Minas Gerais da SBEM. Já orientou 22 Dissertações, principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática no Ensino Superior, Ensino de Cálculo Diferencial e Integral, Ensino de Análise Matemática, Modelagem Matemática na Educação Básica e no Ensino Superior, Tecnologias Digitais no Ensino Superior e na Formação Continuada de Professores de Matemática.