



## O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como metodologia de ensino em aulas de Cálculo Numérico

**Leandro Blass**<sup>1</sup>

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA/Campus Bagé), Bagé, RS, Brasil

**Valesca Brasil Irala**<sup>2</sup>

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA/Campus Bagé), Bagé, RS, Brasil

### Resumo

Este artigo descreve os principais resultados de uma pesquisa realizada na disciplina de Cálculo Numérico com duas turmas de natureza multicurso (Engenharias de Energia, Química, Produção e Alimentos, Licenciaturas em Matemática e Química), ofertadas em uma universidade pública localizada no sul do Brasil, somando um total de sessenta e oito alunos. O objetivo da pesquisa foi investigar as possibilidades e as limitações ao longo do processo de implementação da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). É utilizada uma abordagem qualitativa para apresentação dos resultados, com base na pesquisa do tipo intervenção pedagógica (DAMIANI et al., 2013). Ao decorrer das atividades, foi possível observar que a PBL gerou aulas mais dinâmicas, as situações-problemas proporcionaram interesse aos alunos, bem como a relação professor-aluno se tornou mais cooperativa, havendo evidente construção de significados do conteúdo matemático explorado. É importante também destacar algumas dificuldades no processo, tais como a administração do tempo, o número de discentes e a adaptação dos alunos ao novo formato das aulas.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas; Ensino Superior; Cálculo Numérico.

### The use of Problem-Based Learning (PBL) as a teaching methodology in Numerical Analysis Course

#### Abstract

This article describes the main results of a research carried out in the course of Numerical Analysis with two groups with students from different undergraduate degree courses (Energy, Chemistry, Production and Food Engineering and Programs in the Teaching of Mathematics and Chemistry), offered at a public university located in south of Brazil, totaling sixty-eight students. The objective of the research was to investigate the possibilities and limitations throughout the process of

---

Submetido em: 03/04/2020

Aceito em: 21/06/2020

Publicado em: 07/07/2020

<sup>1</sup> Doutor em Modelagem Computacional pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Professor dos cursos de Licenciaturas e Engenharias da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), no Campus Bagé. Endereço para correspondência: UNIPAMPA/Campus Bagé. Avenida Maria Anunciação Gomes de Godoy, 1650, Bairro Malafaia, Bagé, RS. CEP: 96413-172. E-mail: [leandrobllass@unipampa.edu.br](mailto:leandrobllass@unipampa.edu.br)

<sup>2</sup> Doutora em Linguística Aplicada pela Universidade Católica de Pelotas (UCPEL). Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Federal do Pampa. Endereço para correspondência: UNIPAMPA/Campus Bagé. Avenida Maria Anunciação Gomes de Godoy, 1650, Bairro Malafaia, Bagé, RS. CEP: 96413-172. E-mail: [valescairala@unipampa.edu.br](mailto:valescairala@unipampa.edu.br)

implementing the Problem Based Learning (PBL) methodology. A qualitative approach is used to present the results, based on research of the pedagogical intervention type (DAMIANI, et al., 2013). During the activities, it was possible to observe that the PBL generated more dynamic classes, the problem situations provided student interest, as well as the professor-student relationship became more cooperative, with evident construction of meanings of the mathematical content explored. It is also important to highlight some difficulties in the process, such as time management, the number of students and the adaptation of students to the new format of the classes.

**Keywords:** Problem-Based Learning (PBL); Higher Education; Numerical Analysis.

## El uso del Aprendizaje basado en Problemas (PBL) como metodología de enseñanza en las clases de Análisis Numérico

### Resumen

Este artículo describe los principales resultados de una investigación llevada a cabo en la asignatura de Análisis Numérico con dos clases conformadas por distintas carreras (Ingenierías de Energía, Química, de Producción y Alimentos y también dos Profesorados, Matemáticas y Química), ofrecida en una universidad pública ubicada en el sur de Brasil, con un total de sesenta y ocho estudiantes. El objetivo de la investigación fue investigar las posibilidades y limitaciones a lo largo del proceso de implementación de la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (PBL). Se utiliza un enfoque de corte cualitativo para presentar los resultados, basado en la investigación de tipo intervención pedagógica (DAMIANI et al., 2013). Durante las actividades, fue posible observar que la metodología PBL generaba clases más dinámicas, las situaciones problema de carácter realístico les interesaban a los estudiantes, así como la relación profesor-alumno se volvía más cooperativa, con una construcción evidente de los significados del contenido matemático explotado. También es importante destacar algunas dificultades en el proceso, como la gestión del tiempo, el número de alumnos y la adaptación de los alumnos al nuevo formato de las clases.

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en Problemas, Enseñanza Superior, Análisis Numérico.

### 1. Introdução

O contexto geral do ensino na contemporaneidade é considerado um grande desafio pela gama de segmentos envolvidos no processo, desde a perspectiva das orientações propostas pelas políticas nacionais e institucionais até o ponto de vista dos seus agentes mais diretos, professores e alunos, no espaço da sala de aula em si. No caso específico das aulas de Matemática no Ensino Superior descritas neste artigo, surgiram algumas questões emergentes que inquietavam a condição docente desde o início de sua prática como professor universitário: como ensinar Matemática em turmas multicurso, ou seja, com alunos em busca de diferentes formações e interesses, bem como oriundos tanto de cursos de Engenharias quanto de Licenciaturas? O que poderia vir a engajar/motivar a esses discentes? Como acompanhar o processo de ensino e de aprendizagem frente a expectativas tão diversas?

Podemos afirmar que essas e outras questões foram o ponto de partida das mudanças metodológicas da disciplina de Cálculo Numérico em um campus universitário de uma universidade pública localizada no sul do Brasil, resultando no desenvolvimento da pesquisa em curso, como parte de uma abordagem mais ampla, a qual vem sendo aprimorada ao longo de vários semestres letivos em que é ministrada pelo mesmo docente. Este trabalho está vinculado ao projeto de pesquisa “Aprendizagens ativas e colaborativas: análise da percepção docente, do engajamento discente, da autorregulação e do processo avaliativo” e ao Grupo de Pesquisa sobre Aprendizagens, Metodologias e Avaliação (GAMA/registrado no Diretório de Grupos do CNPq) e se situa em uma matriz epistemológica de natureza crítica e inter/transdisciplinar (FARIA, 2015).

Os questionamentos vividos localmente podem ser equiparados a perspectivas mais amplas, pois as transformações sociais refletem também em mudanças no perfil dos alunos, causando impacto significativo no processo de ensino-aprendizagem (BOROCHOVICIUS & TORTELLA, 2014). Tais mudanças exigem adaptações constantes; nesse caso específico, na formação dos profissionais de nível superior, em que a busca de metodologias mais adequadas ao cenário contemporâneo deve proporcionar uma melhor formação e despertar o tão mencionado pensamento crítico.

Como uma alternativa diferente aos métodos “tradicionais” mais conhecidos no ensino da Matemática (em que o professor expõe a teoria e propõe lista de exercícios), a Aprendizagem Baseada em Problemas, mais conhecida pela disseminação da sigla em inglês (doravante, PBL, de *Problem Based Learning*), pretende ser mais do que um elemento motivador para envolver os estudantes na aprendizagem. O foco é proporcionar aos discentes a construção de novos conhecimentos a partir de conhecimentos anteriores, elaborados ativamente. Dessa forma, podemos citar algumas das possibilidades que permeiam a metodologia: desenvolvimento da capacidade de abstrair, conhecimento de problemas aplicados e voltados aos conteúdos trabalhados, proposição de estratégias e estímulo à criatividade.

Souza (2016) apresenta algumas inquietações relacionadas às potencialidades teóricas da utilização de uma metodologia ativa, como é o caso da PBL, para, como isso, abrir caminhos em direção a uma abordagem transdisciplinar de ensino, a partir da resolução de problemas, mesmo ainda em cenários em que se predomine uma estrutura curricular com rigidez disciplinar bastante marcada, como é o caso do que ocorre no ensino universitário ainda hoje, especialmente na modalidade presencial, como é o caso do contexto analisado no presente artigo.

Souza & Dourado (2015) qualificam o método como eficaz, com diversos resultados positivos já mencionados por vários professores e pesquisadores de diferentes países, em inúmeras áreas do conhecimento. É notório, ao avaliar os alunos que não conseguem bons resultados no ensino

tradicional, que, com PBL, cheguem a apresentar resultados melhores. Isso se dá, entre outros aspectos, pelo fato de a metodologia proporcionar um ambiente de investigação rico, envolvendo os discentes compulsoriamente, de forma que o professor não limita as ações dos alunos em apenas resolver questões e a conferir as respostas. Para o aluno, passa-se a demandar diferentes condições: habilidades de estratégias para formulação inicial para resolução, cooperação no trabalho em grupo, autonomia e capacidade de autoavaliação.

Objetivamos investigar as possibilidades, possíveis mudanças no percurso de condução da proposta, obstáculos e limitações resultantes ao longo do processo de implementação de primeira aproximação à metodologia PBL no semestre letivo analisado, com vistas a aprimorá-la em experiências futuras. Gostaríamos de destacar que a pesquisa realizada na bibliografia especializada não encontrou trabalhos que trazem dados sobre a aplicação da metodologia PBL em turmas de Cálculo Numérico. Discutiremos as potencialidades da introdução da PBL no ensino de Cálculo Numérico, a partir dos resultados de uma pesquisa conduzida com discentes duas turmas ofertadas no segundo semestre de 2019, entendidas aqui como turmas multicurso (com alunos oriundos de várias formações), em uma universidade pública localizada no sul do Brasil.

## **2. O Ensino com PBL**

Segundo Souza e Fonseca (2017, p. 5), a metodologia PBL no ensino de cálculo diferencial integral pode trazer bons resultados: “[...] antes dos conceitos, vem o problema. Já de início, o aluno percebe a necessidade de aprender determinado assunto, ainda que não o conheça, não o domine. Os estudantes precisam dialogar entre si, sentem que pesquisas devem ser realizadas [...]”, o que acaba mudando a dinâmica das aulas, estabelecendo um maior envolvimento dos alunos e impactando também nos desempenhos atingidos. O docente tem o papel de tutor no processo de ensino a aprendizagem. Por sua vez, o aluno passa a ter uma visão holística do conteúdo que antes era considerado específico, com menor probabilidade de estabelecimento de conexões com outras áreas do conhecimento.

Borochovicus & Tortella (2014) caracterizam a metodologia PBL como um método cooperativo e colaborativo, em que o aluno pode desenvolver algumas habilidades por meios das situações-problema. Habilidades essas de diferentes naturezas, tais como: conceituais, procedimentais e atitudinais. Os trabalhos em grupo têm o efeito de aumentar a autonomia dos alunos e proporcionar uma relação mais próxima com o professor, caracterizada pela própria dinâmica da proposta. Destacam a importância de os professores terem conhecimento da metodologia utilizada, para que

assim possa haver maior clareza na formação dos grupos, escolhas das situações-problemas, desenvolvimento dos relatórios e avaliações.

Freire et al. (2011) defendem que o ensino necessita da inter-relação de teoria e prática e que, quando vinculado à resolução de problemas, poderá contribuir para integrar conhecimentos transdisciplinares. Dentre as vantagens e desvantagens identificadas, citam a exigência da dedicação no planejamento, execução, avaliação das atividades e suporte e orientação que o professor precisa para auxiliar no processo de aprendizagem. A escolha dos problemas deve estar ligada ao interesse motivacional dos alunos, requerendo uma maior dedicação docente do que nos cenários tradicionais de ensino.

Onuchic & Allevato (2011) fazem uma observação sobre as crescentes pesquisas que vêm sendo desenvolvidas no ensino usando metodologias ativas. Também constata que ainda existem problemas na própria formação de professores e como tal fator atinge a formação dos alunos. Porém, quanto ao uso de uma metodologia ativa, neste caso através da Resolução de Problemas, os conceitos e conteúdos são tratados de forma mais contextualizada, de maneira a ancorar a formação de profissionais mais preparados para os desafios do mundo do trabalho.

Sosa & Olimpio Júnior (2011) citam que a mudança na dinâmica das aulas, a participação dos alunos, o envolvimento, o interesse em propor determinadas soluções prévias e a possibilidade de perceber a evolução do aluno no processo de aprendizagem são os fatores mais evidentes durante a utilização da metodologia. O professor tem o papel de auxiliar os alunos nas tomadas de decisões; porém, o tempo para a implementação das atividades é visto como uma das dificuldades, além da heterogeneidade da turma em relação a conhecimentos básicos, no caso do contexto de pesquisa por eles avaliado.

Klein et al. (2019), ao abordarem o ensino de Cálculo, destacam que o uso de metodologias ativas traz por si a possibilidade de abordagens de temas transdisciplinares, ao propor aplicações que fazem o aluno pensar integrando os conteúdos e as diferentes áreas envolvidas para resolução dos problemas, muitas das vezes relacionados às suas profissões futuras. O ensino de Cálculo baseado em metodologias ativas e Resolução de Problemas promoveram, no contexto da pesquisa conduzida pelos autores, uma aprendizagem integrada, servindo também para desmistificar o ensino dessa disciplina e promovendo certa conexão com o futuro profissional dos estudantes. Também, levou a resultados significativos, ao envolver o aluno de maneira a criar um ambiente de maior concentração nas aulas. O aproveitamento por parte do aluno é mais efetivo, pois ele se torna o agente principal do processo de aprendizagem.

Conrado, Nunes-Neto & El-Hani (2014, p. 3) desenvolveram sua pesquisa usando da metodologia de PBL, como proposta de conscientização e formação de cidadãos socioambientalmente responsáveis, como segue o trecho: “[...] poder-se-á contribuir para a formação de cidadãos capazes de ler criticamente seu contexto socioambiental, interpretar as relações, os conflitos e os problemas nele situados, e tomar decisões voltadas para uma ação socialmente responsável[...]”. Afirmam que pode ser aplicada em qualquer contexto do ensino, desde a Educação Básica ao Ensino Superior. A PBL promove uma formação crítica ao profissional, auxiliando nas suas tomadas de decisões. Isso se dá ao desenvolvimento de um pensamento crítico e reflexivo e das habilidades promovidas nos trabalhos em grupo previstos na metodologia.

Souza & Dourado (2015) realizaram uma pesquisa voltada ao estado da arte, buscando identificar, avaliar e interpretar de forma crítica o conhecimento até então desenvolvido. A PBL vem sendo utilizada em diversas instituições, auxiliando no desenvolvimento de habilidades profissionais, podendo ser adaptada para muitas realidades. O fato de trabalhar com problemas reais deixa de lado a simples memorização, dando aos conceitos significados contextualizados. Os alunos apresentam mais segurança em falar dos resultados atingidos, são mais comprometidos, participam do processo da investigação e reflexão, conduzidos por eles mesmos, ampliando também a capacidade de cooperação, avaliação e autoavaliação.

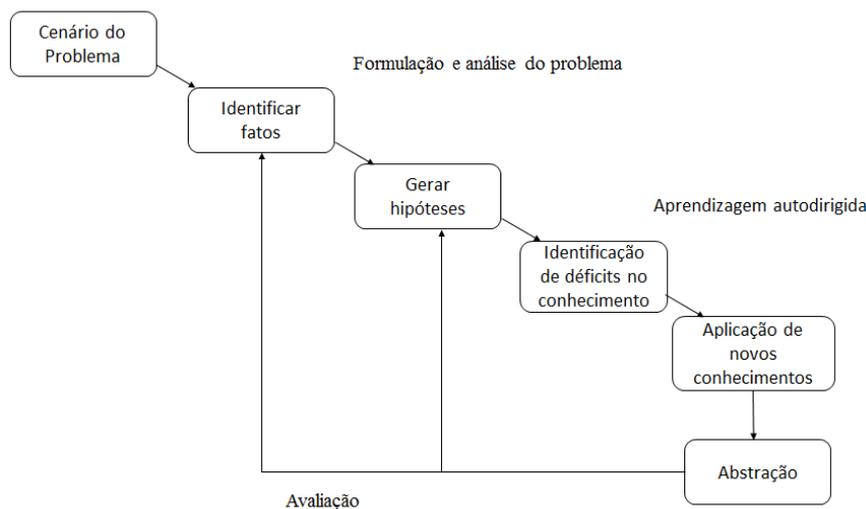
Ribeiro (2008, p. 2) ressalta que “[...] o PBL não é um processo de resolução de problemas teóricos ou experimentais por meio da aplicação de teoria; não se resume a uma atividade de pesquisa bibliográfica[...]”. Não pode ser comparado ao uso de técnicas para solucionar problemas apenas, porém utiliza dos problemas que possam ser úteis na vida profissional dos alunos, motivando-os para a aprendizagem conceitual e suas relações com a vida profissional (RIBEIRO, 2008; SOUZA & DOURADO, 2015).

Segundo Angelo & Bertoni (2011), o método PBL se mostrou eficiente para capacitar os alunos em trabalhar em equipe, possibilitou a integração de componentes curriculares com o compartilhamento de trabalhos, desafios e oportunidades de aprendizado. Geralmente, nas aulas “tradicionais”, os alunos não se posicionam como agentes principais e as habilidades de explicar e argumentar não acontecem. A procura pela solução dos problemas exige pensar, modelar e expressar o conhecimento já adquirido, fazendo com que ocorra nos grupos discussões de ideias e um acompanhamento mais efetivo por parte do professor.

Hmelo-Silver (2004) aponta que se não houver interesse dos alunos é comprometida qualquer metodologia aplicada. Também, adverte que é necessária uma adaptação a cada contexto para aplicar a PBL. A cooperação em sala de aula é um dos requisitos básicos evidenciados pelo autor. As

atividades são divididas primeiramente em individuais e seguidas de trabalho em grupos, havendo a explanação do professor para finalizar as conexões criadas. Destaca o que chama de ciclos de aprendizagem, conforme disposto na Figura 1.

**Figura 1:** Ciclos de aprendizagem para PBL



**Fonte:** Traduzida de Hmelo-Silver (2004, p. 237).

A Figura 1 representa um “passo a passo” da PBL a partir dos ciclos de aprendizagem propostos Hmelo-Silver (2004). Destacamos que, na implementação da PBL em nossa proposta, julgamos que a alternância entre a aprendizagem autodirigida e o direcionamento docente, de caráter mais expositivo, em alguns momentos específicos era o mais indicado para o contexto, pelas limitações do tempo de um semestre e um plano curricular pré-determinado para a disciplina restringirem o que entendemos ser um “ciclo de aprendizagem” natural, ou seja, a execução de todos os passos necessários com toda a riqueza de desdobramentos que surgirem durante o processo, sem aceleração desses procedimentos porque é necessário “avançar” nos conteúdos pré-determinados.

Seja como for e, cientes de que a proposta original implicaria uma mudança mais profunda da orientação curricular que hoje dispomos no contexto universitário em que estamos inseridos, entendemos que as adaptações conduzidas são o início de um percurso de mudança de atitudes, tanto para os discentes como para os próprios docentes. No caso dos discentes, a busca de ruptura com uma postura passiva em sala de aula, bem como um maior gerenciamento de sua autorregulação e automonitoramento dentro da dinâmica da disciplina, bem como o desenvolvimento da habilidade do trabalho em equipe são os principais ganhos almejados (EMÍLIO & POLYDORO, 2017). Para os docentes, especialmente a abertura em permitir que os discentes apresentem hipóteses e soluções que, em uma aula expositiva tradicional, nem teriam espaço para serem formuladas. Esses momentos

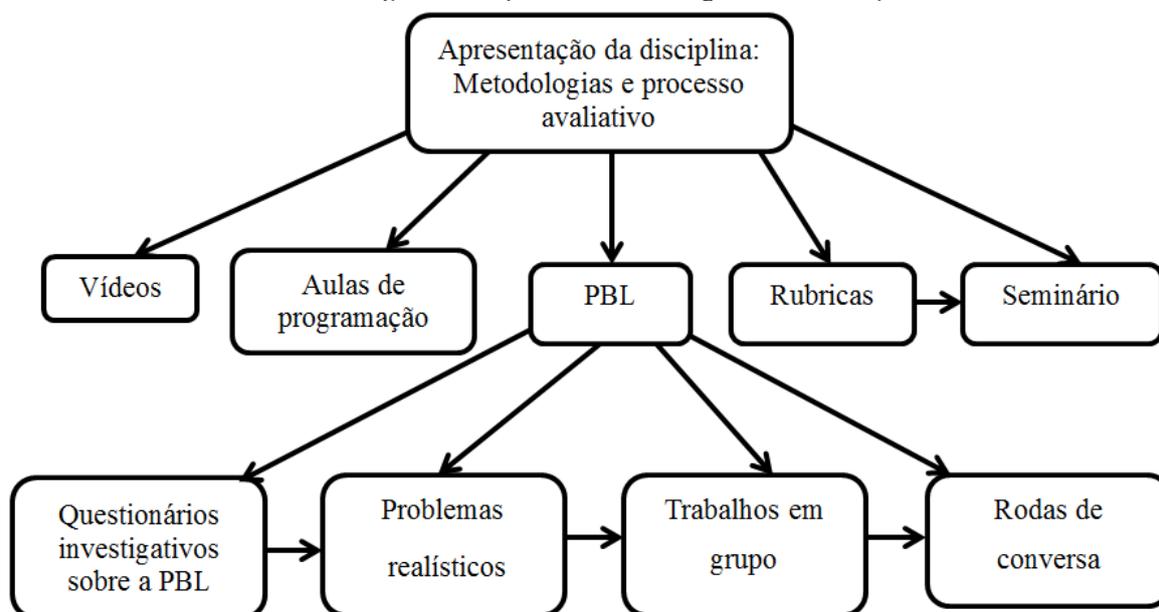
também afetam a zona de conforto dos professores, já que emergem, de forma imprevisível, elementos novos não previstos de antemão.

Também, queremos destacar como um diferencial da proposta conduzida neste trabalho, já que ela se desenvolveu em um contexto integrado de tarefas (conforme explicitaremos na Figura 2, na seção seguinte), a qual denominamos de arquitetura da intervenção, que se propõem como complementárias, tais como a introdução de práticas avaliativas consideradas inovadoras para o contexto, como, por exemplo, com a utilização de rubricas (BROOKHART, 2013; HOWELL, 2014), bem como a introdução de princípios presentes no modelo já bastante difundido da sala de aula invertida (TALBERT, 2019). Esse conjunto integrado permitiu, como maior facilidade, resgatar conhecimentos prévios elencados no início do semestre, o que não acontecia quando as aulas eram ministradas exclusivamente de maneira expositiva. Na seção seguinte, evidenciamos o contexto da pesquisa no que diz respeito ao desenho metodológico levado a cabo na disciplina de Cálculo Numérico no contexto investigado.

### 3. Metodologia da Intervenção

Para um melhor entendimento, apresentamos uma visão holística da disciplina, a qual chamamos de arquitetura da intervenção. Dessa forma, a resumimos na Figura 2.

**Figura 2:** Arquitetura metodológica da intervenção



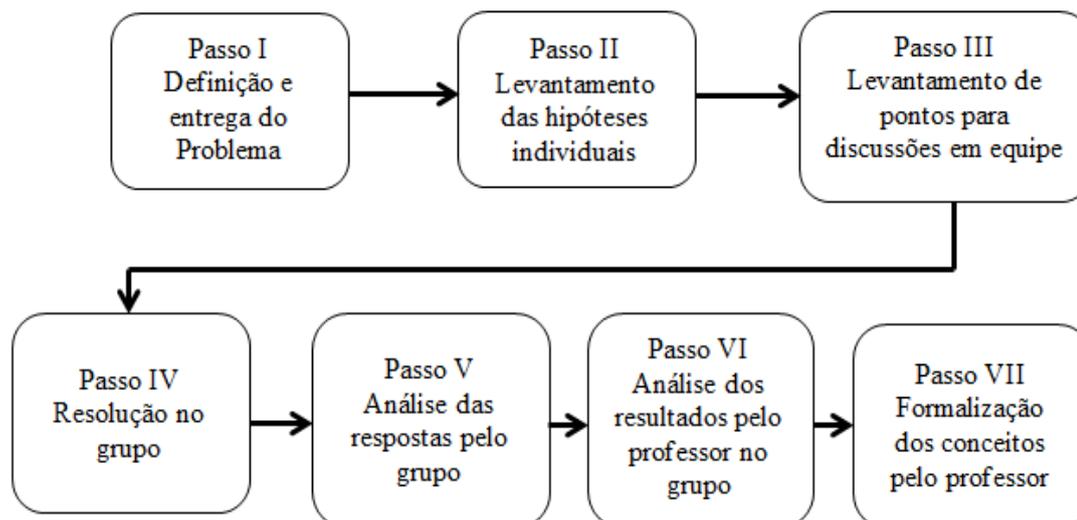
**Fonte:** Elaboração dos Autores (2020).

Diante do contexto de investigação e segundo a proposta didática do componente curricular de Cálculo Numérico, seguem-se alguns passos no desenvolvimento das atividades semestrais. Os vídeos são produzidos pelo próprio professor da disciplina e disponibilizados aos discentes através da plataforma Moodle. Devem ser visualizados antes das aulas presenciais, para introdução de novos conteúdos. Em sala de aula, os alunos devem levantar suas dúvidas e solidificar sua compreensão sobre o conteúdo previamente indicado. Como se trata do estudo de métodos numéricos, também são realizadas aulas de programação, como há mais de 40 anos já eram indicadas e problematizadas para o ensino de Cálculo Numérico (DAREZZO FILHO et al., 1978, JORGE, 1978; MARIANI, PRETO & GUEDES, 2005), embora entendamos que, especialmente em alguns cursos, ainda hoje, sejam identificadas muitas dificuldades e resistências dos estudantes em considerar que a aprendizagem da programação seja necessária e constitutiva de sua formação.

As rubricas, definidas como dispositivos utilizados para avaliar o aluno de forma a comportar um caráter descritivo (e preditivo), devem apresentar “um coerente conjunto de critérios a respeito do trabalho dos estudantes, que incluem descrições dos níveis de qualidade de desempenho em cada critério” (BROOKHART, 2013, p. 4). Elas são inseridas, no contexto da disciplina, em quatro momentos avaliativos relacionados tanto ao processo quanto à socialização de resultados em um seminário realizado pelos alunos ao término do semestre: (1) definição do tema; (2) desenvolvimento do seminário; (3) apresentação oral dos resultados e (4) trabalho escrito de socialização dos resultados. O seminário tem como objetivo proporcionar ao aluno a capacidade de demonstrar integração e aplicação dos conteúdos trabalhados no semestre, dando aos discentes a plena liberdade de escolher o tema dessa aplicação e área que queira e, assim, desenvolver o trabalho (normalmente são escolhidos temas relacionados à sua formação profissional futura). Durante o processo, também é gerado um código de programação para simular e analisar os resultados, justificando, nesse sentido, também as aulas de programação introduzidas na disciplina, já que nem todos os estudantes, ao cursá-la, haviam cursado e/ou aprovado em uma disciplina introdutória de Algoritmos e Programação em seu percurso formativo.

Após essa breve exposição sobre a arquitetura da intervenção implementada, voltamo-nos ao foco deste artigo. A Figura 3 representa os passos da metodologia PBL introduzida no contexto do ensino de Cálculo Numérico:

**Figura 3:** Passos para a aplicação da PBL



**Fonte:** Produzida pelos autores a partir de Ribeiro (2008).

Vamos definir cada passo da Figura 3. A sequência de passos é dada após a entrega de uma situação-problema aos alunos, ou seja:

**Passo I:** o primeiro passo é apresentar o problema e a área de aplicação, ou seja, esclarecer enunciados e conceitos que podem parecer confusos ou desconhecidos. O problema deve servir como base para a formulação matemática em relação aos conhecimentos dos conteúdos trabalhados.

**Passo II:** propor aos alunos que seja realizada uma proposta de solução e interpretação de forma individual, orientando assim que anotem as dificuldades enfrentadas nesse passo. O professor circula pelas classes e fica atento às dificuldades e à participação dos discentes.

**Passo III:** o grupo faz uma análise se a proposta explica os fenômenos, esclarece a situação-problema e avalia se é possível solucioná-lo. O professor faz as intervenções para analisar o porquê ter sido proposta tal solução e gera questões para um início de discussões;

**Passo IV:** inicia-se um processo de solução. O grupo troca informações sobre a proposta feita e a solução é realizada no material disponibilizado pelo professor;

**Passo V:** o grupo faz uma análise da solução, traça conjecturas e faz anotações sobre as dúvidas e conhecimentos esclarecidos;

**Passo VI:** neste passo, o professor, em conjunto com o grupo, faz uma análise sobre a solução as possíveis. Após a solução apresentada e discutida, em caso de conceitos ou soluções incoerentes, é proposta uma nova solução mediada pelo professor;

**Passo VII:** depois de sanadas as dúvidas e chegado a um consenso com cada grupo, é realizada uma formalização do conteúdo. O professor efetua uma discussão das respostas desenvolvidas, os

erros cometidos, as técnicas utilizadas, esclarecendo os conceitos e as relações que a solução possui com o conteúdo trabalhado.

A sequência metodológica proposta serviu para melhor organizar e detalhar a prática da PBL via resolução de problemas conforme foi introduzida e adaptada nas aulas de Cálculo Numérico. Para análise dos resultados da pesquisa, seguimos a metodologia do tipo intervenção pedagógica, segundo os autores Damiani et al. (2013, p. 2), que a definem como as pesquisas que lidam com “[...]o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências[...]” (DAMIANI et al. 2013, p. 2).

Seguiremos o roteiro apresentado pelos autores Damiani et al. (2013, p. 6), que destacam: que esse tipo de metodologia envolve planejamento, implementação e, após, a avaliação dos seus efeitos. Dessa forma, identificamos e separamos os componentes principais da pesquisa, ou seja: o método da intervenção e o método da avaliação da intervenção, a partir da observação instrumentada por notas de campo produzidas pelo professor, questionários para os discentes fornecidos no início (QI), intermediário (QIN) e no final do semestre (QF), bem como registros escritos produzidos pelos alunos ao longo das aulas.

#### 4. Resultados

Dividimos os resultados em subtópicos, para um melhor entendimento, ou seja: a) visão do professor; b) visão dos alunos via questionários e c) exemplificação e percepção de uma experiência desenvolvida durante o semestre.

##### 4.1 Visão do professor

Para melhor organizar os resultados observados nas aulas, apresentamos um diagnóstico das observações efetuadas pelo professor do método de intervenção realizado durante o semestre, de acordo com o Quadro 1.

**Quadro 1:** Quadro analítico a partir das notas de campo do professor

<b>Atividades</b>	<b>Descrição de resultados/orientações indicadas a partir da experiência implementada</b>
<b>Apresentação dos problemas</b>	O ideal é organização de grupos de dois ou três alunos no máximo. No caso de um número maior de alunos nos grupos, existem muitas conversas paralelas, as quais acabam descentrando o objetivo da atividade.

<b>Leitura do problema realizada pelo professor</b>	O professor já deve fazer com que os alunos apontem o que não entenderam na interpretação, ou seja, na leitura do problema. Essa fase inicial gera bastantes dificuldades. Muitas vezes extrair os dados do problema não é um processo simples.
<b>Construção e análise de modelos matemáticos</b>	Primeiramente, é importante permitir que o aluno pense individualmente, use de seus conhecimentos prévios e organize suas ideias. Após, inicia-se a troca de ideias no grupo. O acompanhamento do professor deve ser realizado sistematicamente. Em turmas muito grandes, maiores de 50 alunos, torna-se cansativo para o professor acompanhar e responder a todos os questionamentos que surgem nessa etapa.
<b>Resolução no grupo</b>	A forma de mapear o envolvimento dos alunos na atividade é algo a ser pensado. A resolução se mostra eficiente se isso acontece, pois o professor tem como identificar qual componente do grupo possui mais dificuldade e intervir na troca dos componentes no interior dos grupos ou propondo que eles discutam as dúvidas.
<b>Análise das respostas pelo grupo</b>	O professor, ao fazer a análise das respostas, não deve deixar que o grupo apague suas tentativas de resoluções, a fim de que possam fazer comparações em relação à sequência do raciocínio seguido, até chegar à resolução correta. Essa discussão inicial serve para a troca de informação aluno-aluno.
<b>Análise dos resultados pelo professor no grupo</b>	Nessa análise, o professor auxilia como um mediador, escutando os alunos em seus depoimentos e propondo novas sugestões e análises. É expressivo o aumento da confiança dos alunos no professor quando acontece a integração professor-aluno.
<b>Formalização dos conceitos pelo professor</b>	A fase final de todo processo pode ser considerada a mais importante. É aqui que o professor faz a grande discussão, analisa as respostas e faz as conexões com o conteúdo que se quer evidenciar. Ouvir os grupos menores enriquece o trabalho no grande grupo. É importante citar o que não deu certo e o porquê não poderia ser resolvida a atividade daquela maneira, ressaltando as diferentes dinâmicas e conjecturas nas análises.

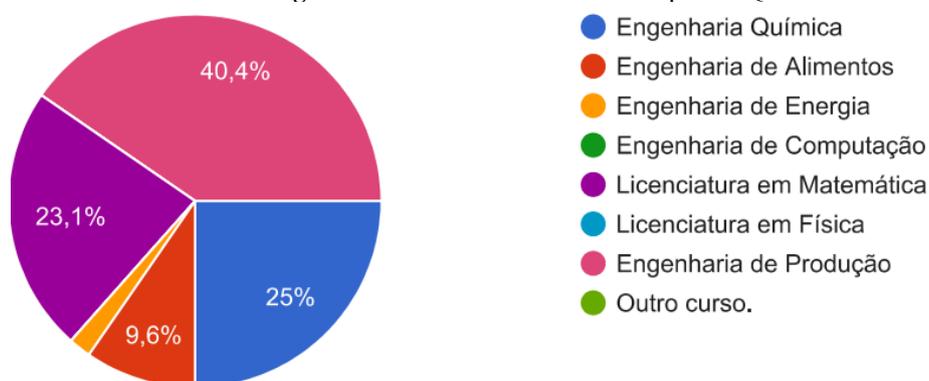
Fonte: Elaboração dos Autores (2020).

O Quadro está relatando a visão do professor para as atividades desenvolvidas, seguindo como base o passo a passo representado anteriormente na Figura 2. É importante mencionar, a partir do quadro acima, que o número de alunos por turma tem impacto na condução da proposta, pois o modelo requer do professor uma atenção muito mais personalizada em relação ao desenvolvimento de cada aluno. O ideal, em cenários como esse, seria que mais de um docente pudesse estar presente em sala de aula, em um modelo de docência compartilhada.

#### 4.2 Visão dos alunos via questionário

Trouxemos aqui o acompanhamento do processo de implementação da metodologia, ou seja, avaliação da intervenção. Para isso, propusemos aos alunos um questionário usando a escala Likert (Questionário Inicial – QI, no início do semestre e Questionário final – QF, ao término do semestre, além de um Questionário Intermediário – QIN, com questões abertas), tendo como objetivo mapear as percepções dos estudantes ao longo do processo. Optamos neste texto por trazer apenas algumas das questões elaboradas, as quais consideramos pertinentes para o foco deste trabalho. Considerando a natureza multicurso da disciplina, primeiramente identificamos o público-alvo, representado na Figura 4.

**Figura 4:** Cursos envolvidos na disciplina - QI

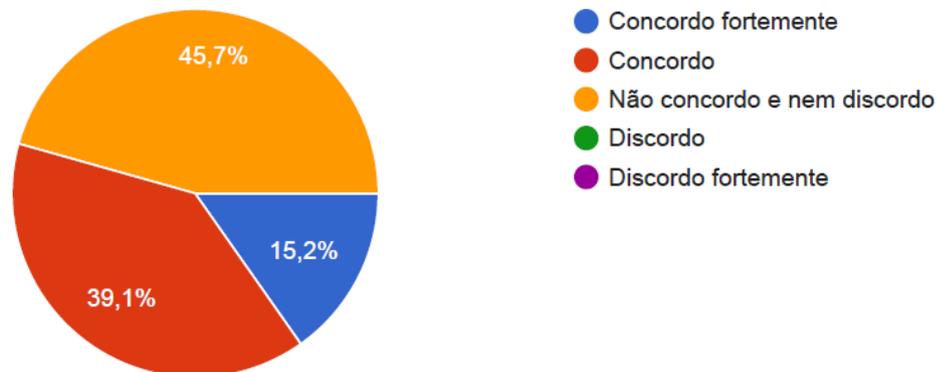


**Fonte:** Elaboração dos Autores (2020).

Nas turmas multicurso do segundo semestre de 2019 havia alunos de cinco cursos diferentes, sendo eles: Engenharia da Produção, Engenharia de Alimentos, Licenciatura em Física, Licenciatura em Matemática e Engenharia de Energia. A questão seguinte, buscou identificar, no QI, se os alunos julgavam, ao começar o semestre, que Cálculo Numérico pudesse trazer contribuições para suas formações profissionais. A questão foi formulada nos seguintes termos: “Em relação à afirmativa a

seguir, marque a que melhor lhe convém: "Considero que o conteúdo desta disciplina tem grande contribuição para minha atuação profissional futura":

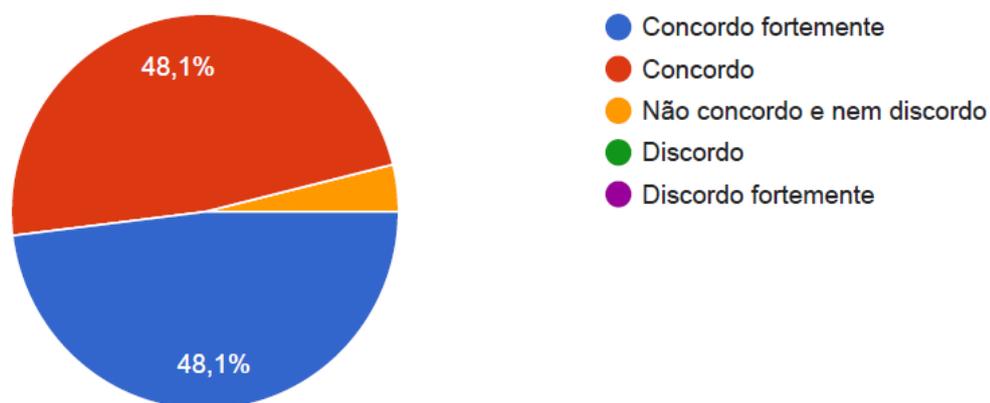
**Figura 5:** Contribuição para a vida profissional - QI



**Fonte:** Elaboração dos Autores (2020).

Pela Figura 5, podemos identificar que ao início do semestre uma porcentagem mais expressiva de discentes não esperava que Cálculo Numérico pudesse dar uma grande contribuição para a sua formação profissional (45,7% dos alunos) e um número mais reduzido de alunos estava plenamente seguro dessa contribuição (15,2% dos alunos). Para confrontar os dados, apresentamos a questão correlata do QF: "Considero que o conteúdo trabalhado nesta disciplina tem grande contribuição para a minha formação profissional".

**Figura 6:** Contribuição para a formação profissional - QF



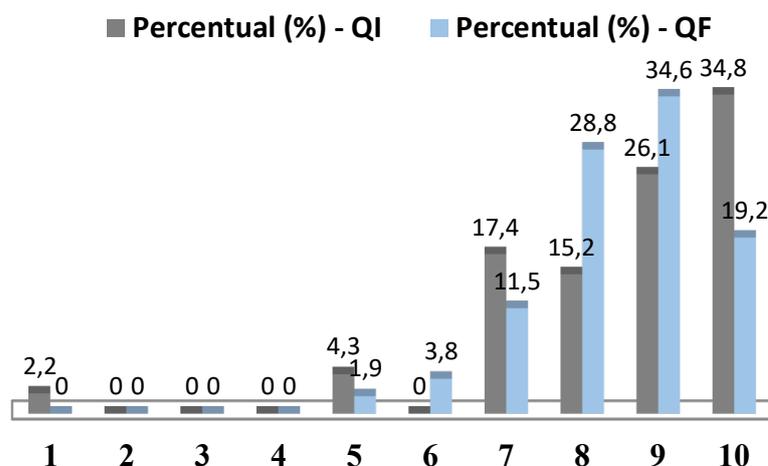
**Fonte:** Elaboração dos Autores (2020).

Queremos reforçar a importância da aplicação da PBL no semestre analisado, pois identifica-se que a mudança metodológica implementada foi o elemento-chave para que os alunos conseguissem

compreender o papel da disciplina no escopo de sua formação profissional, reduzindo drasticamente a quantidade de discentes que percebiam claramente esse papel ao início do semestre.

Foi investigada a percepção dos alunos em relação à sua motivação (no QI) para cursar a disciplina e à sua percepção em relação ao empenho que tiveram ao concluí-la (QF), através de uma escala numérica de 1 a 10. Esses dados foram cruzados, como demonstra a Figura 7, a qual considera as respostas de ambos os questionários.

**Figura 7:** Relação entre motivação ao iniciar e empenho ao concluir o semestre



Fonte: Elaboração dos Autores (2020).

Através da Figura 7, podemos identificar que um número expressivo de alunos estava bastante motivado para cursar a disciplina (34,8 % se autoavaliaram em um nível 10 de motivação e 26,1 em um nível 9), havendo, porém, uma maior heterogeneidade nas respostas, resultando em uma maior dispersão no engajamento comportamental dos alunos em relação à disciplina. Por outro lado, ao término do semestre, identifica-se uma maior homogeneização da turma em termos de padrão de empenho, quando a expressiva maioria dos discentes se autoavaliou entre os níveis 8 e 10.

No QI, além das questões fechadas, foi pedido aos alunos que citassem sugestões didáticas para disciplina, através da seguinte questão: “Quais sugestões você acha válidas para qualificar o planejamento didático deste componente?” Usaremos, a seguir, do acrônimo Aluno X\_Curso Número para garantia do anonimato requerido pelos protocolos de ética na pesquisa com seres humanos, como, por exemplo: Aluno H\_Engenharia de Energia1 = Aluno H\_EP1.

*Aluno H\_EE1 (pergunta aberta - QI) - “Aplicações práticas da disciplina para nosso futuro profissional são sempre bem-vindas, além de motivar o aprendizado”.*

*Aluno J\_LM2 (pergunta aberta - QI) - “Aplicar exercícios em aula e indicar outros para serem resolvidos em casa”.*

*Aluno L\_EP3 (pergunta aberta - QI) - “Sala de aula invertida”.*

*Aluno M\_EP4 (pergunta aberta - QI) - “Ainda não sou capaz de responder”.*

Passados em torno sessenta dias do semestre transcorrido, foi aplicado um Questionário Intermediário - QIN com questões abertas, com o objetivo de avaliar a metodologia aplicada até então. A questão formulada foi a seguinte: “Descreva sobre a Metodologia utilizada até o momento, ou seja, aborde os seguintes temas: resolução de problemas, trabalhos em grupo, vídeos e aulas teóricas desenvolvidas pelo docente até o momento”. A seguir, teremos as respostas do Aluno O\_EP5:

*Aluno O\_EP5 (pergunta aberta - QIN): “Nunca gostei das disciplinas de cálculo, porém estou gostando de cálculo numérico. Geralmente os professores se prendem muito à parte teórica da matemática, mas ao voltar a disciplina para a prática e fazendo aulas de resolução de exercícios, torna-se muito fácil o entendimento do conteúdo. Os trabalhos em grupo são bons, pois ao tentar ajudar o colega aprendemos mais do que estudando sozinhos”.*

O Aluno O\_EP5 destaca o descontentamento com a metodologia tradicional e ressalta a importância dos trabalhos em grupo desenvolvidos durante o semestre como uma das estratégias implementadas na PBL. No mesmo sentido, teremos a resposta do Aluno O\_EA6:

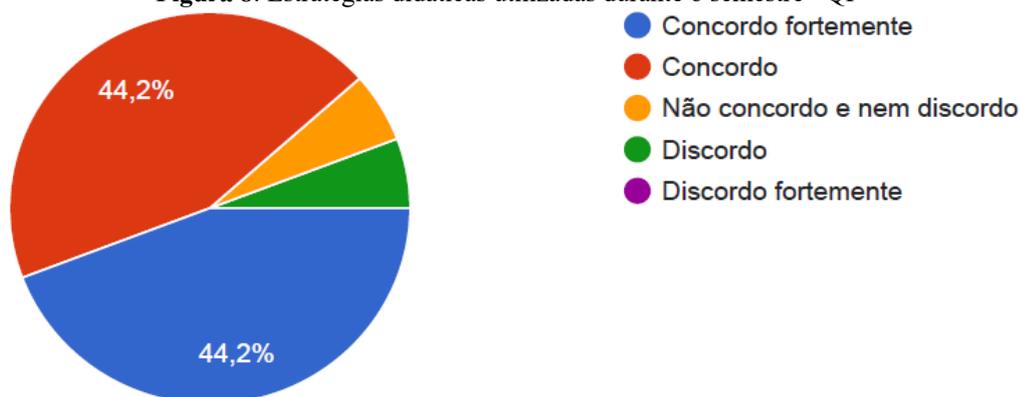
*Aluno O\_EA6 (pergunta aberta - QIN) “Acredito que as atividades em dupla são muito eficientes já que nós alunos podemos nos ajudar, pois alguns entendem a matéria com facilidade que outros. Seria interessante disponibilizar mais listas de exercícios com gabarito para treinar com diferentes exercícios”.*

Pode-se observar que o Aluno O\_EA6, embora tenha destacado o trabalho colaborativo com colegas, ainda apresenta uma visão mais conservadora em relação à sua aprendizagem da Matemática, ao evidenciar a disponibilização de listas de exercício focalizando a ideia de “treinamento” repetitivo e a memorização. O Aluno P\_EP7 relata sobre a dinâmica das aulas, retomando alguns elementos centrais da arquitetura da intervenção, validando-os de forma satisfatória:

*Aluno P\_EP7 (pergunta aberta - QIN) “A metodologia utilizada se mostra bastante interativa, com resolução de problemas e grau satisfatório; trazendo discussão, dúvidas e troca entre os alunos”.*

Ao término do semestre (QF), os alunos também avaliaram as estratégias didáticas implementadas, através da seguinte questão: “Considera que as estratégias didáticas adotadas pelo professor foram satisfatórias ao longo do semestre?”

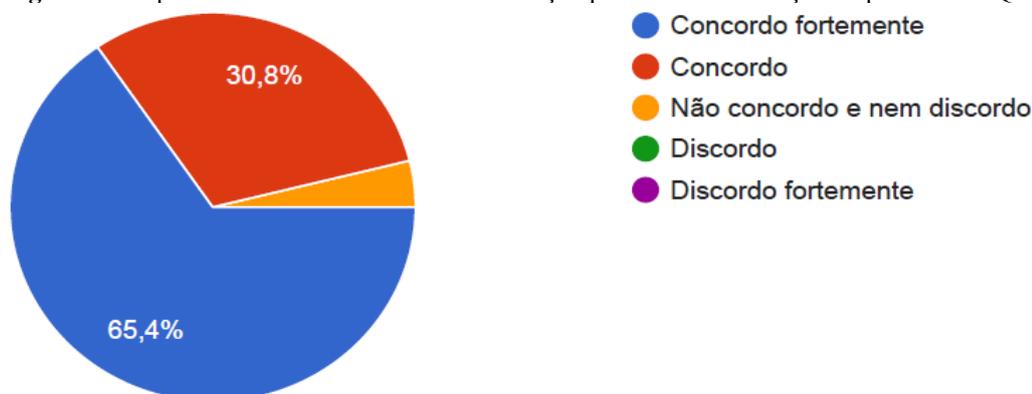
**Figura 8:** Estratégias didáticas utilizadas durante o semestre - QF



**Fonte:** Elaboração dos Autores (2020).

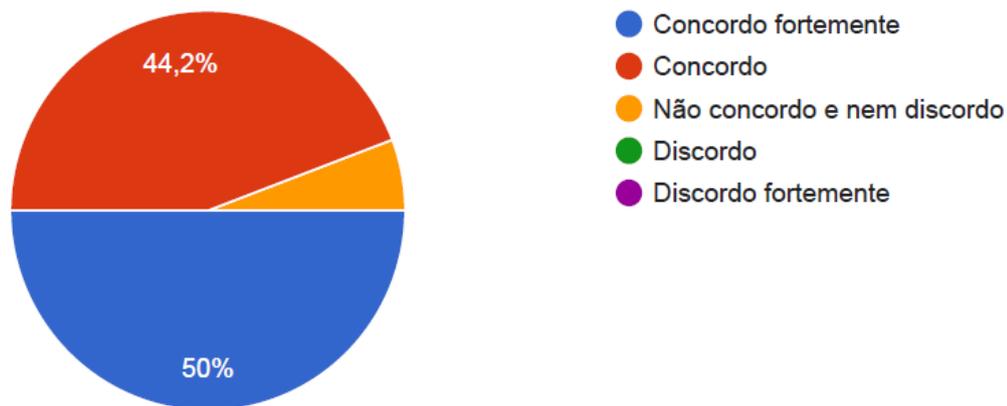
Como se pode observar na Figura 8, o percentual de estudantes satisfeitos com as estratégias didáticas utilizadas é bastante significativo, referendando a continuidade da utilização da metodologia em semestres subsequentes. Sobre a opinião dos alunos no que diz respeito de forma mais específica à resolução de problemas, foi-lhes feita a pergunta seguinte, no tocante ao aspecto avaliativo: “A avaliação por meio de resolução de problemas foi de grande importância para o meu processo de aprendizagem?”. A Figura 9 representa as respostas dos alunos:

**Figura 9:** Respostas dos alunos referentes à avaliação por meio da resolução de problemas -QF



**Fonte:** Elaboração dos autores (2020).

Ao analisar a Figura 9, podemos concluir que 96,2% dos alunos respondem de maneira satisfatória, pois 65,4% concorda fortemente que serem submetidos às avaliações propostas no âmbito da PBL um fator de grande importância para a sua aprendizagem, sendo 30,8% que concorda e apenas 3,8% não concorda nem discorda, não sendo identificadas opiniões contrárias ao aspecto avaliativo. Para complementar essa análise, traz-se então uma questão específica sobre a aprendizagem, indicada pelo enunciado: “Tenho uma visão positiva em relação a minha aprendizagem nesta disciplina”.

**Figura 10** – Respostas dos alunos referentes ao resultado da aprendizagem -QF

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Através da Figura 10, podemos afirmar que os alunos ficaram satisfeitos em relação a aprendizagem de Cálculo Numérico, já que apenas 5,8 % não concorda e nem discorda diante da afirmação.

#### 4.3 - Exemplificação e percepção de uma experiência desenvolvida durante o semestre

Através de uma das atividades realizadas em aula, traremos algumas análises e percepções apontadas pelo docente. Os problemas propostos em geral eram advindos da literatura da área, mas o critério para exemplificar aqui com esse problema é que ele foi gerado a partir de um seminário apresentado por outros estudantes em um semestre anterior. O problema reflete uma proposta hipotética desses alunos usada na confecção de agasalhos. O problema é aplicado à área da Engenharia de Produção e o conteúdo foco é o de Sistemas de Equações Lineares Algébricas (SELA). Fazendo uma interpretação do problema, temos que: certa fábrica de roupas masculinas trabalha com 3 modelos de agasalhos padrões, como representado na Figura 11.

**Figura 11:** Modelos de camisas para o problema

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Após definidas as dimensões dos modelos, a quantia de insumos e de mão de obra, pôde ser calculada a quantidade de peças produzidas de cada modelo e, assim, conseguir controlar os estoques. A descrição de cada modelo, de acordo com a Figura 11, é a seguinte: para o Modelo 1, demanda-se 1 hora de mão de obra para ser confeccionado, utilizando 1 m<sup>2</sup> de tecido e 2 botões; o Modelo 2 demanda 0,2 hora de mão de obra para ser confeccionado, utilizando 3 m<sup>2</sup> de tecido e 2 botões e, por fim, o Modelo 3 demanda 0,4 hora de produção, utilizando 1 m<sup>2</sup> de tecido e 4 botões. A última coluna foi elaborada com base na disponibilidade total de produção dos três modelos, para mão de obra 176 horas, 500 m<sup>2</sup> de tecido e 1000 botões (vale ressaltar que a alteração desses valores ocasionam outros valores de produção) ou seja, a Tabela 1 deve ser confeccionada com os dados disponíveis para formular o problema matemático que representa a produção de agasalhos.

**Tabela 1:** Produção por modelo de agasalho

<b>Tipo de jaqueta</b>	<b>Modelo (M1)</b>	<b>Modelo (M2)</b>	<b>Modelo 3 (M3)</b>	<b>Consumo/dia</b>
<b>Mão de obra (hora/peça)</b>	1	0,2	0,4	176
<b>Tecido (m<sup>2</sup>/peça)</b>	1	3	1	500
<b>Botões (unidade/peça)</b>	2	2	4	1000

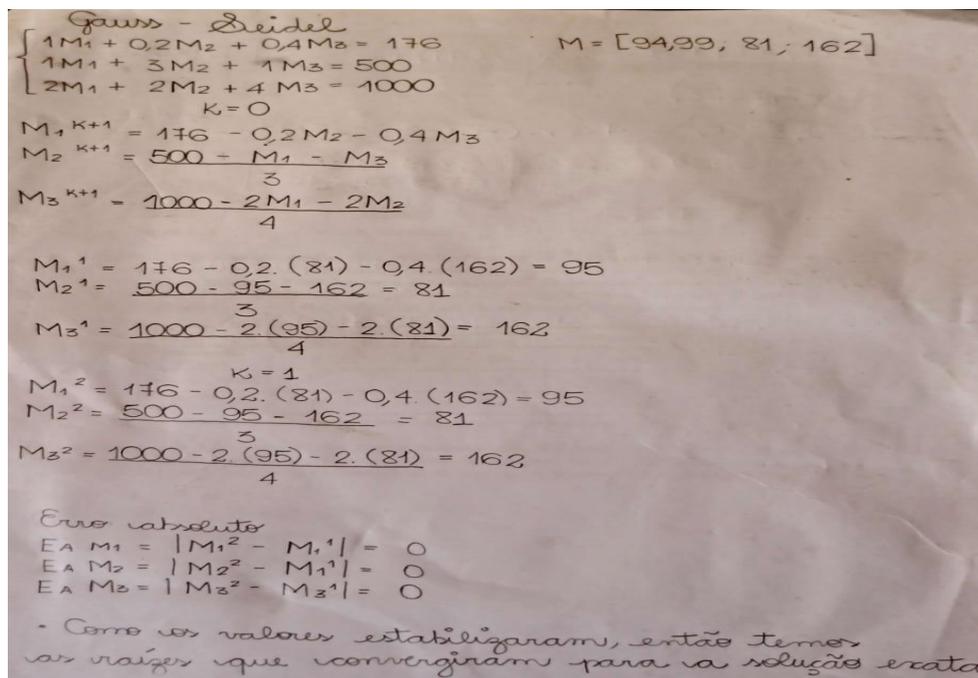
**Fonte:** Elaboração dos autores (2020).

Após essa etapa, é realizada a formulação matemática. Dessa forma, temos o seguinte problema matemático da Equação 1:

$$\begin{cases} 1M_1 + 0,2M_2 + 0,4M_3 = 176 \\ 1M_1 + 3M_2 + 1M_3 = 500 \\ 2M_1 + 2M_2 + 4M_3 = 1000 \end{cases} \quad (1)$$

A Equação 1 é um SELA. Nesse caso, o problema pode resolvido por qualquer método iterativo de Gauss Seidel ou Jacobi (SPERANDIO, 2003). A PBL foi aplicada diante do que foi representado na Figura 3. Já o Quadro 1 apresenta as anotações realizadas pelo docente durante as atividades. Para essa atividade em específico, o processo foi mais complicado em comparação a outros problemas trabalhados, pois os alunos tinham pouco conhecimento de métodos iterativos, estudados apenas na disciplina de Cálculo Numérico. Apesar disso, o processo de aplicação da PBL se deu com muitos questionamentos, anotações, interação nos grupos e diferentes propostas de soluções, o que enriqueceu a prática. A Figura 12 representa a resolução por um grupo de alunos pelo método de Gauss Seidel e as conclusões sobre o método.

**Figura 12:** Resolução do problema proposto



Gauss - Seidel  

$$\begin{cases} 1M_1 + 0,2M_2 + 0,4M_3 = 176 \\ 1M_1 + 3M_2 + 1M_3 = 500 \\ 2M_1 + 2M_2 + 4M_3 = 1000 \end{cases} \quad M = [94,99, 81, 162]$$

$$K=0$$

$$M_1^{k+1} = 176 - 0,2M_2 - 0,4M_3$$

$$M_2^{k+1} = \frac{500 - M_1 - M_3}{3}$$

$$M_3^{k+1} = \frac{1000 - 2M_1 - 2M_2}{4}$$

$$M_1^1 = 176 - 0,2(81) - 0,4(162) = 95$$

$$M_2^1 = \frac{500 - 95 - 162}{3} = 81$$

$$M_3^1 = \frac{1000 - 2(95) - 2(81)}{4} = 162$$

$$K=1$$

$$M_1^2 = 176 - 0,2(81) - 0,4(162) = 95$$

$$M_2^2 = \frac{500 - 95 - 162}{3} = 81$$

$$M_3^2 = \frac{1000 - 2(95) - 2(81)}{4} = 162$$

Erro absoluto  

$$EA_{M_1} = |M_1^2 - M_1^1| = 0$$

$$EA_{M_2} = |M_2^2 - M_2^1| = 0$$

$$EA_{M_3} = |M_3^2 - M_3^1| = 0$$

• Como os valores estabilizaram, então temos as raízes que convergiram para a solução exata

Fonte: Elaboração dos Autores (2020).

Através da Figura 12, tem-se a resolução realizada pelos alunos considerando o passo a passo apresentado. Como definido na seção anterior, as reflexões acerca da abordagem PBL e dos conceitos trabalhados em Cálculo Numérico foram exploradas em problemas contextualizados em função de algumas áreas profissionais dos determinados cursos em que a disciplina é ofertada. Foi observada a construção de conhecimentos transdisciplinares e se identificou a capacidade da conexão dos alunos com outras disciplinas e o seu curso como um todo, registrando, além disso, uma porcentagem de aprovação até então não presenciada pelo docente no componente, como podemos verificar na Tabela 2, que apresenta um histórico da progressão de aprovados, reprovados e desistentes desde o início da experiência do professor ao ministrar tal disciplina:

**Tabela 2:** Histórico dos alunos dos últimos sete semestres

Turmas	Semestres						
	2016_2	2017_1	2017_2	2018_1	2018_2	2019_1	2019_2
<b>Aprovados</b>	17	27	26	63	36	56	59
<b>Reprovados</b>	12	21	11	18	3	21	0
<b>Desistentes</b>	11	10	7	2	6	9	9
<b>Total de alunos</b>	40	58	44	83	45	86	68

Fonte: Elaboração dos Autores (2020).

Pode-se perceber que, em 2019.2, quando a PBL foi implementada, não houve nenhuma reprovação, o que reforça que o desenho da arquitetura da intervenção proposto nas aulas de Cálculo Numérico pode ser utilizado e aperfeiçoado a médio e longo prazo. Como se trata de um modelo que não é fixo e nem fechado, a PBL pode ser adaptada às diversas realidades e necessidades dos cursos e conteúdos de estudo, principalmente porque existe ainda uma estrutura curricular dominante que até o momento não flexibiliza a adoção da PBL de forma mais extensiva, transversalizada em todo o currículo dos cursos, na instituição foco analisada.

### 5. Considerações finais

Neste texto, buscou-se analisar as vantagens e possíveis desvantagens da introdução de um modelo de PBL tal como aqui o apresentamos, a partir de observações feitas pelo docente e pelas respostas dos discentes no início, meio e final do semestre, bem como por meio do conjunto dos registros dos alunos realizados ao longo das aulas.

Sobre as desvantagens observadas, pode ser citado que alguns alunos possuem a característica de serem competitivos e individualistas, demorando “certo” tempo para se adaptar com a metodologia. Entende-se também que a grande maioria é advinda de um ensino tradicional. Não chega ser uma desvantagem, mas a organização da disciplina deve ser pensada pelo professor de uma forma muito bem estruturada, pelo fato de demandar um tempo maior que em um modelo mais tradicional. Outro aspecto que deve ser pensado é como abordar e alavancar conteúdos mais teóricos dentro dessa perspectiva e em quais momentos devem ser introduzidos para não descaracterizar a proposta.

Das vantagens, podemos apontar que as aulas se tornaram mais dinâmicas se comparadas com as dos demais semestres. A participação dos alunos foi significativamente ampliada e o professor fez o papel de mediador, como preconiza o aporte teórico da PBL. Podemos citar o clima cooperativo da turma em relação ao professor, acontecendo efetivamente a troca de conhecimento entre professor-aluno e aluno-aluno, potencializados pelos trabalhos em grupo em sala de aula. Os alunos se sentem mais à “vontade” nas aulas e, dessa forma, dificilmente há desistência. Nas rodas de conversas são realizadas discussões de forma geral, abordando dúvidas e conhecimentos prévios e identificados conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Ao fazer uma análise do alcance atingido pelas aulas, comparadas aos semestres que o docente trabalhou com ensino expositivo, com foco na teoria, não havia uma dinâmica de “falas”, discussões, momentos de trocas de conhecimentos no ambiente da sala de aula. Percebeu-se uma maior responsabilidade e maturidade dos alunos, sendo tais características fundamentais para acontecer de

forma produtiva a proposta da metodologia. Já a imprevisibilidade das aulas em relação a questões conceituais exige um domínio e preparo maior do professor.

O estudo realizado sobre a metodologia PBL certamente pode ser usado em cursos que exijam conteúdos de Cálculo Numérico, pois as análises realizadas justificam a sua implementação. Não se pode afirmar que irá resolver todos os problemas no ensino da disciplina, porém é uma das alternativas que pode ser conjugada com outras metodologias ativas, especialmente o modelo da sala de aula invertida. De acordo com as mudanças curriculares e exigências na formação dos futuros profissionais, a PBL demonstra ser uma opção viável para os docentes do Ensino Superior.

O preparo e o compromisso dos professores para elaborar problemas relacionados ao futuro universo profissional dos estudantes pode comprometer o bom funcionamento da metodologia, ainda mais se a turma for multicurso, como neste caso, sendo esse um aspecto a ser aperfeiçoado em experiências e pesquisas futuras, de forma a encontrar novas estratégias para o estabelecimento dos problemas apresentados, ampliando a sua complexidade e a sua aproximação à realidade.

Ainda que a PBL exista como método há muitas décadas, no contexto desta pesquisa, apresenta-se como uma proposta inovadora, alcançando resultados importantes em termos de melhoria dos desempenhos e das habilidades discentes. Concluimos que é um método desafiador, como também decisivo para o desenvolvimento profissional dos docentes que o utilizarem. Se almejamos um protagonismo maior dos discentes em sala de aula, entendemos, frente à arquitetura de intervenção proposta, que o protagonismo do docente, em comparação aos modelos expositivos tradicionais, está na cuidadosa preparação das tarefas pré-evento aula, com vistas a garantir, tanto quanto possível, a tão almejada contextualização dos conteúdos tratados.

## 6. Referências

ANGELO, Michele Fúlvia; BERTONI, Fabiana Cristina. Análise da aplicação do método PBL no processo de ensino e aprendizagem em um curso de engenharia de computação. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 30, n. 2, p. 35-42, 2011.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, v.22, n. 83, p. 263-294, abr./jun. 2014.

BROOKHART, Susan. **How to create and use rubrics for formative assessment and grading**. Alexandria, Virginia (USA): ASCD, 2013.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei; EL-HANI, Charbel. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão

Socioambientalmente Responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n.2, 2014.

DAMIANI, Magda et. al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação (UFPEL)**, v. 45, p. 57-67, 2013.

DAREZZO FILHO, Artur et. al. Cálculo Numérico no Ciclo Básico. SIMPÓSIO NACIONAL DE CÁLCULO NUMÉRICO, 1.,1978, UFMG. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, out./nov. 1978, p. 41-45.

EMILIO, Eduarla; POLYDORO, Soely. Autorregulação da Aprendizagem: fundamentos e implicações no contexto educativo. In: POLYDORO, Soely (org). **Promoção da autorregulação da aprendizagem: contribuições da Teoria Social Cognitiva**. Porto Alegre: Letral, 2017, p.19-32.

FARIA, José Henrique de. Epistemologia crítica do concreto e momentos da pesquisa: uma proposição para os estudos organizacionais. *Rev.Adm.Mackenzie*, v.16, n.5, p.15-40, out. 2015. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S167869712015000500015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167869712015000500015&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 02 abri. 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-69712015/administracao.v16n5p15-40>

FREIRE; Melquesedeque da Silva; JÚNIOR; Geraldo Alexandre da Silva; SILVA, Márcia Gorette Lima da. Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. **Acta Scientiae**, v.13, n.1, jan./jun. 2011.

HMELO-SILVER, Cindy. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n.3, p. 235-266, set. 2004.

HOWELL, Rebecca. Grading rubrics: hoopla or help? **Innovations in Education and Teaching International**, v.51, n. 5, p. 400-410, 2014.

JORGE, Elias Antônio. CEPAN: criação de um novo contexto. SIMPÓSIO NACIONAL DE CÁLCULO NUMÉRICO, 1.,1978, UFMG. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, out./nov. 1978, p.23-33.

KLEIN, Scheila Cristiane Angnes Willers et al. Estratégias metodológicas para o ensino de cálculo diferencial e integral nas engenharias. In: CONGRESSO DE PROFESSORES DO ENSINO SUPERIOR DA REDE SINODAL, 8., 2019, Joinville/SC. **Anais...**Joinville, SC: Faculdade Ielusc; 2019. Disponível em: <http://sinodalsuperior.ielusc.br/index.php/congresupsinodal2019/article/view/37/33>. Acesso em: 02 abri.2020.

MARIANI, Viviana Cocco; PRETO, Tânia Martins; GUEDES, André Luiz Pires. Utilização do Maple, Matlab e Scilab nos cursos de Engenharia. CONGRESSO BRASILEIRO DO ENSINO DE ENGENHARIA, 33, 2005, Campina Grande, PB. **Anais...**Campina grande, PB: [s.n.], 2005.

ONUCHIC; Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011.

SOSA, José Mário Brunelli; OLIMPIO JUNIOR, Antonio. Resolução de Problemas como Metodologia de Matemática: um estudo em um curso de administração de empresas. **Revista Acta Scientiae**, v. 14, p. 391- 404, 2012.

SOUZA, Débora Vieira de. **O ensino de noções de Cálculo Diferencial e Integral por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas**. 2016. 159 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, São Paulo.

SOUZA, Débora Vieira; FONSECA, Rogério Ferreira da. Reflexões acerca da aprendizagem baseada em problemas na abordagem de noções de cálculo diferencial e integral. **Educ. Matem. Pesq.**, v.19, n.1, 197-221, 2017. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i1p197-221>

SOUZA, Samir Cristino de; DOURADO, Luis. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Holos**, v.5, ano 31, p.182-200, 2015.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

SPERANDIO, Décio. **Cálculo numérico**: características matemáticas e computacionais dos métodos numéricos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

TALBERT, Robert. **Guia para utilização da aprendizagem invertida no Ensino Superior**. Porto Alegre: Penso, 2019.