

# Analizando a Efetividade do PBL no Ensino de Programação de Software:

## Um Estudo Qualitativo em uma Turma Heterogênea

André Luiz Bartolomeu Ribeiro<sup>1</sup>, Simone Cristiane dos Santos Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife - PE

{albr,scs}@cin.ufpe.br

**Abstract.** *The teaching of software programming faces significant challenges due to the diversity of languages, paradigms, and the constant technological evolution. Active approaches, such as Problem-Based Learning (PBL), have been adopted to overcome these challenges, but their effectiveness may vary depending on the context and the students' skills. This study investigates students' perceptions of PBL in a heterogeneous software programming class, analyzing how the aspects of problem, content, environment, human capital, and assessment affect its effectiveness. The results indicate that PBL contributes to the improvement of knowledge retention, skills, and attitudes, although some students face difficulties in the aspects of problem and environment. The study aims to identify more motivating and collaborative teaching strategies in computer science education.*

**Resumo.** *O ensino de programação de software enfrenta desafios significativos devido à diversidade de linguagens, paradigmas e à constante evolução tecnológica. Abordagens ativas, como o Aprendizado Baseado em Problemas (PBL), têm sido adotadas para superar esses desafios, mas sua efetividade pode variar dependendo do contexto e das habilidades dos alunos. Este estudo investiga a percepção dos alunos sobre o PBL em uma turma heterogênea de programação de software, analisando como os aspectos problema, conteúdo, ambiente, capital humano e avaliação afetam sua efetividade. Os resultados indicam que o PBL contribui para a melhoria da retenção de conhecimentos, habilidades e atitudes, embora alguns alunos enfrentem dificuldades no aspecto problema e ambiente. O estudo visa identificar estratégias de ensino mais motivadoras e colaborativas na educação de computação.*

## 1. Introdução

Nos últimos anos, o mercado de tecnologia tem apresentado um crescimento exponencial, gerando uma demanda significativa por profissionais qualificados em programação de software [World Economic Forum 2023]. A digitalização de processos e a constante inovação tecnológica têm impulsionado empresas de diversos setores a buscar desenvolvedores capazes de criar soluções eficientes e adaptáveis. Essa realidade destaca a importância de uma formação sólida e atualizada para os futuros profissionais [Kumar and Raj 2023].

Entretanto, a educação em programação de software enfrenta diversos desafios [Kastl and Romeike 2018]. Muitas instituições de ensino ainda adotam métodos tradi-

cionais que não acompanham a rápida evolução do setor, resultando em currículos desatualizados e abordagens pedagógicas que não atendem às necessidades do mercado [Chen et al. 2021]. Por isso, é importante explorar metodologias que promovam um aprendizado dinâmico e prático.

Uma metodologia que tem se destacado nessa área é o Aprendizado Baseado em Problemas (no inglês, Problem-Based Learning ou PBL), que apresenta uma abordagem bem-sucedida na educação em programação. Ao envolver os estudantes em projetos reais, o PBL não apenas estimula a aplicação prática do conhecimento, mas também desenvolve habilidades essenciais, como trabalho em equipe, resolução de problemas e criatividade [Kechagias 2011] [dos Santos 2023].

No entanto, a implementação do PBL não está isenta de desafios [Chen et al. 2021]. Um dos principais obstáculos é a heterogeneidade das turmas [Kastl and Romeike 2018]. Os estudantes possuem níveis de conhecimento e experiências prévias diversos, o que pode dificultar a dinâmica de aprendizado. Adaptar estratégias de ensino para atender a essa diversidade é um desafio que os educadores devem enfrentar, garantindo que todos os alunos possam se beneficiar da formação [Arman 2018].

Diante desse cenário, surge uma questão central: como evidenciar a efetividade do PBL em turmas heterogêneas de programação de software, com o objetivo de apoiar a equipe pedagógica em suas necessidades de melhorias? Para abordar essa questão, serão discutidos questionamentos secundários que fundamentam a pesquisa. Esses questionamentos são fundamentais para avaliar cinco aspectos, conforme descrito por DOS SANTOS (2023): Q1) [Problema] Todas as tarefas são ancoradas em problemas reais e suficientemente complexos para a aprendizagem? Q2) [Ambiente] O ambiente de aprendizagem reflete o ambiente de trabalho dos profissionais de software? Q3) [Capital humano] A aprendizagem é multidirecional entre todos os estudantes, professores e tutores? Q4) [Conteúdo] O estudante consegue analisar e aplicar o conteúdo aprendido na resolução de problemas? Q5) [Processo] Os estudantes são avaliados e recebem feedback continuamente?

Este artigo investiga a interseção entre os desafios na formação de programadores de software e a efetividade do PBL, considerando a complexidade inerente a turmas heterogêneas. A pesquisa propõe que, ao responder a essas questões secundárias, será possível avaliar a efetividade dessa abordagem, fornecendo subsídios para a equipe pedagógica na implementação estratégias voltadas à melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

## 2. Referencial Teórico

Estudar programação é um desafio, mas também uma oportunidade promissora, oferecendo diversas possibilidades para aqueles que enfrentam as dificuldades de um campo dinâmico e complexo. Por isso, é essencial que os professores adotem estratégias eficazes para superar os obstáculos que impactam tanto a eles quanto aos seus estudantes [Kastl and Romeike 2018].

Christensen (2016) destaca que o desenvolvimento de software e operações (DevOps) é uma abordagem orientada para habilidades, exigindo a criação ágil de arquiteturas complexas. Nesse contexto, ele enfatiza a necessidade de repensar os métodos de ensino, priorizando a prática de programação em um ambiente realista [Christensen 2016].

Arman (2019) investiga a implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na educação em engenharia na Palestina, destacando sua eficácia no desenvolvimento de competências nos graduandos. O PBL, que se concentra na resolução de problemas reais, favorece a retenção do conhecimento. Pesquisas sobre tecnologia educacional indicam uma recepção positiva ao PBL, influenciando futuras estratégias educacionais que visam tornar o ensino mais eficiente e envolvente [Arman 2018].

Kastl e Romeike (2018) definem turmas heterogêneas como grupos de estudantes com diferentes habilidades, experiências, estilos de aprendizagem, competências linguísticas e necessidades individuais. Essa diversidade se deve, em parte, à crescente demanda por profissionais de tecnologia [World Economic Forum 2023], além de fatores como transições de carreira, recolocação profissional e busca por melhores oportunidades de emprego.

Os autores ressaltam que os professores enfrentam desafios significativos ao lidar com essas turmas, devido à variedade de níveis de conhecimento e estilos de aprendizagem. Nesse cenário, investigar como o PBL pode adaptar práticas pedagógicas para atender a essas necessidades é essencial.

Em resumo, compreender os desafios enfrentados pelos educadores em turmas heterogêneas é fundamental para aprimorar a prática pedagógica. A pesquisa sobre o uso do PBL como estratégia pode oferecer soluções eficazes, promovendo um ambiente de aprendizagem mais envolvente e produtivo para todos os estudantes[Souleiman 2017].

### **3. Trabalhos Relacionados**

A maturidade do PBL refere-se à efetividade de sua aplicação em ambientes educacionais. Analisar modelos de avaliação da maturidade do PBL é crucial para adaptar e implementar abordagens eficazes, especialmente em turmas heterogêneas de programação de software. A seguir, apresentam-se alguns trabalhos relevantes nesta pesquisa:

Garbin et al. (2021) desenvolveram o Modelo de Maturidade de Capacidade para Aprendizagem Ativa (CMMAL), com o objetivo de avaliar e promover metodologias de aprendizagem ativa em instituições de ensino superior (IES) nas áreas de STEM. O modelo busca substituir métodos tradicionais de ensino por inovações educacionais mais integradas [Garbin et al. 2022].

Mughrabi e Jaeger (2018) criaram o Modelo de Maturidade de Capacidade de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBLCMM) para avaliar e aprimorar a capacidade de modelos institucionais de Aprendizagem Baseada em Projetos (PrBL). Os resultados indicam a eficácia do PBLCMM na identificação de áreas de melhoria, embora os autores reconheçam os desafios na adaptação do modelo a diferentes contextos [Al Mughrabi and Jaeger 2018].

Santos, Figuerêdo e Wanderley (2013) propuseram um modelo específico para avaliar a maturidade da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), destacando sua importância em relação aos diferentes níveis de maturidade [dos Santos et al. 2013].

Esse modelo de ensino construtivista é fundamentado em princípios que orientam a prática educativa [Savery and Duffy 1995]. No campo da computação, Santos, Figuerêdo e Wanderley (2013) identificaram dez princípios essenciais para a formação dos estudantes. Entre eles, os princípios 1, 3 e 6 estão relacionados ao problema cen-

tral da aprendizagem, que deve refletir a realidade profissional. O princípio 7 destaca a importância de analisar soluções antes de sua implementação, enquanto o princípio 4 enfatiza a necessidade de um ambiente que simule as condições do mercado profissional. O princípio 10, por sua vez, defende a realização de avaliações contínuas para o desenvolvimento dos alunos. Os princípios 2, 5, 8 e 9, por fim, reconhecem o estudante como protagonista de sua aprendizagem e responsável pela compreensão dos problemas, de acordo com a Tabela 1 [dos Santos 2023].

**Tabela 1. Elementos e Princípios PBL**

<b>Elementos</b>	<b>Princípios PBL</b>
Problema	P1. Todas as tarefas são ancoradas em um problema. P3. O problema é real. P6. O problema é complexo.
Conteúdo	P7. Soluções são analisadas antes de serem implementadas.
Ambiente	P4. O ambiente de aprendizagem reflete a realidade do mercado de trabalho.
Processo	P10. Avaliações e feedbacks contínuos.
Capital Humano	P2. O estudante sente-se dono do problema. P5. O estudante conduz o processo de resolução do problema. P8. O estudante reflete sobre o conteúdo aprendido e o processo de aprendizagem. P9. Os estudantes aprendem de forma colaborativa e multidirecional.

Todos os princípios estão relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem. Cada pergunta é vinculada a três assertivas, cada uma com uma pontuação que varia de mais baixa à mais alta, de acordo com o nível de valores, de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2. Nível de pontuação do questionário**

<b>Pontuação</b>	<b>Teoria</b>
0	Não atende
0,5	Atende parcialmente
1	Atende

Este modelo propõem que cada princípio seja avaliado com uma pontuação máxima de 1,0, resultando em uma avaliação total que pode alcançar até 10 pontos. Eles também definem uma escala de maturidade para o PBL, organizada da seguinte forma: Nível 0 - Insuficiente (média geral abaixo de 7); Nível 1 - Inicial (média geral entre 7 e 8); Nível 2 - Satisfatório (média geral entre 8 e 9); Nível 3 - Bom (média geral entre 9 e 10); e Nível 4 - Excelente (média geral igual a 10).

O PBL, por ser um método orientado a processos, exige uma coesão entre as etapas para garantir sua efetividade. Para compreendê-lo em profundidade, é necessário entender a gestão do ensino e da aprendizagem nesse método, bem como suas etapas, conforme apresentado Figura 1, adaptada de [Rodrigues and dos Santos 2016]:

A seguir, as etapas que compõem o ciclo de aprendizagem PBL: 1. Preparação: Formação da equipe; 2. Problema: Apresentação dos problemas; 3. Discussão:



**Figura 1. Ciclo de Aprendizagem PBL**

Exploração e análise do problema definido, com o levantamento de hipóteses para sua solução; 4. Estudar: É necessário enfatizar o estudo dos temas que os alunos precisam dominar para resolver o problema; 5. Praticar: Nesta etapa, os membros de cada equipe se auto avaliam para determinar se possuem os conhecimentos prévios necessários para resolver o problema; 6. Avaliação: Os professores e tutores, que estiverem envolvidos em todo o processo, irão avaliar e atribuir notas ou conceitos às soluções finais de cada equipe; 7. Reflexão: Nesta fase, o estudante é incentivado a refletir e agir de forma reflexiva, mostrando habilidades de pensamento crítico em relação ao conteúdo aprendido e ao processo de aprendizagem;

Após analisar os modelos CMMAL, PBL CMM e PBL, optou-se pelo PBL TEST devido à sua melhor adequação à metodologia, focando no aluno, na resolução de problemas reais e no aprendizado ativo, sendo, assim, o mais apropriado para a avaliação proposta.

#### **4. Metodologia**

Este estudo, de caráter qualitativo, utilizou métodos como observação participante, questionário e análise de documentos [Yin 2015]. A observação participante envolve a presença do pesquisador em um ambiente social, interagindo com os participantes para coletar dados e compreender o contexto de forma imersiva, influenciando e sendo influenciado por ele. A análise dos dados foi conduzida por meio da triangulação de dados: demográficos, questionário sobre os princípios do PBL, análise de documentos — por meio das plataformas Trello e GitHub, além da avaliação do cliente — e observação participante. Essa abordagem permitiu uma compreensão aprofundada do comportamento e das interações dos alunos em um contexto real e complexo.

O caso foi realizado na Formação Acelerada em Programação (FAP), em Recife, no ano de 2023. A FAP é uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em parceria com a SOFTEX Recife-PE, desenvolvida para atender à demanda profissional do Ecossistema do Porto Digital [Recife 2023].

O estudo foi conduzido com uma turma de 21 alunos, com idades entre 21 e 49 anos. A composição da turma era de 64,7% homens e 35,3% mulheres, abrangendo diferentes níveis de escolaridade: 29,4% com pós-graduação, 29,4% com graduação e 41,2% com ensino médio. Além disso, 52,9% dos alunos possuíam experiência em programação, enquanto 47,1% não tinham.

A coleta de dados foi dividida em duas etapas: a primeira ocorreu em 14 de dezembro de 2023, após a primeira entrega da solução e o término do primeiro ciclo de aprendizagem PBL; a segunda ocorreu em 16 de janeiro de 2024, após a entrega final da solução. O questionário foi respondido por 9 estudantes ao final do primeiro ciclo de aprendizagem (52% da turma) e por 16 estudantes ao final do segundo ciclo de aprendizagem (94%).

Os dados coletados incluíram informações demográficas, como gênero, escolaridade, experiência em programação e maturidade atitudinal, com o objetivo de avaliar o nível de maturidade dos princípios do PBL em um turma heterogênea. As respostas do questionário, aplicado ao final de cada ciclo de aprendizagem, foram utilizados para medir a efetividade do PBL por meio do modelo PBL Test [dos Santos 2023].

Cabe destacar que todas as equipes estavam envolvidas em um problema e clientes reais, conforme detalhado na Tabela 3.

**Tabela 3. Clientes e estudantes**

<b>Clientes</b>	<b>Estudantes</b>
Projeto 04 - Coworking	A2, A8, A12, A13, A14
Projeto 12 - Dashboard com IA	A9, A10, A15, A16
Projeto 15 - Sistema de recomendação com IA	A1, A4, A5, A17
Projeto 25 - Avaliação de fluência verbal com IA	A3, A6, A7 e A11

## 5. Resultados

Para facilitar a identificação dos alunos, o pesquisador optou por apresentar o perfil de cada um. Esse perfil é representado por uma notação entre parênteses, imediatamente após a identificação de cada estudante. A notação inclui as variáveis: gênero (F para feminino e M para masculino), idade, experiência em programação (0 para sem experiência e 1 para com experiência) e nível de escolaridade (M para ensino médio, G para graduação e P para pós-graduação). Por exemplo, o estudante A15 é representado como A15(F, 22, 1, M), conforme descrito na Tabela 4.

Conforme apresentado na Tabela 4, na primeira avaliação, a aluna A4 avaliou que todos os princípios foram atendidos, resultando em um nível de maturidade classificado como "ótimo" (nível 4), conforme a Tabela 2. No entanto, na segunda avaliação, observou-se uma leve redução nesse nível. De acordo com a aluna, essa redução ocorreu devido à mudança de cliente, uma vez que, em sua percepção, o problema a ser resolvido não apresentava complexidade nem desafios significativos.

Na primeira avaliação, os estudantes A6 e A14 apresentaram nível de maturidade 3, conforme a Tabela 4. A aluna A6 relatou que sua participação foi afetada pela sobrecarga de trabalho no final do ano letivo, pois, sendo professora de Química, precisou se

ausentar em algumas ocasiões. De maneira similar, o aluno A14 justificou sua menor dedicação a formação devido às demandas de sua tese de doutorado, afirmando estar com tempo limitado para acompanhar as atividades.

Os alunos A8, A12 e A13, quando questionados sobre a ausência de respostas no questionário, justificaram sua decisão afirmando: ” *Tivemos receio de prejudicar a equipe, por isso preferimos não responder.*”

A estudante A2 apresentou a menor percepção da metodologia, com um nível de maturidade classificado como insuficiente. Ao ser questionada sobre esse resultado, explicou:

” *Professor, o senhor sabe que estou na graduação, na formação do FAP e da Amazon (AWS). Realmente não pude participar. Em janeiro, estarei de férias da faculdade e poderei me dedicar integralmente. Além disso, também estive adoentada e precisei faltar algumas vezes.*”

Essa justificativa sugere que fatores externos, baixo engajamento e a falta de participação ética na resposta ao questionário podem comprometer a identificação adequada dos princípios da metodologia.

**Tabela 4. Resultado do PBL por estudante**

Resultado	Estudante	Nível de maturidade
Primeira avaliação	A4(F, 35, 0, P)	10
	A6(F, 34, 1, P)	9,5
	A14 (M,32,1,P)	9
	A7(F, 28, 0, M)	8,5
	A10 (M,31,0,M)	8,5
	A3 (M,37,0,P)	8
	A11 (M,37,1,G)	7
	A17 (M,30,1,M)	7
	A2 (F,32,0,M)	3
Segunda avaliação	A3 (M,37,0,P)	10
	A4(F, 35, 0, P)	9,5
	A9 (M,21,0,M)	9,5
	A13 (M,32,1,G)	9,5
	A15 (F,22,1,M)	9,5
	A2 (F,32,0,M)	8,5
	A7 (F,28,0,M)	8,5
	A8 (M,32,1,G)	8,5
	A10 (M,31,0,M)	8,5
	A11 (M,37,1,G)	8,5
	A12 (M,46,0,G)	8,5
	A14 (M,32,1,P)	8,0
	A16 (M,48,1,G)	8,0
	A5 (M,42,1,G)	7,5
	A6 (F,34,1,P)	6,5
	A1 (F,39,0,P)	5,5

### 5.1. Resultados do Primeiro Ciclo de Aprendizagem

A primeira avaliação do ciclo de aprendizagem foi realizada com 9 participantes, com o objetivo de verificar o grau de aderência aos princípios propostos. Os resultados apresentados a seguir refletem as percepções dos participantes em relação ao atendimento de cada princípio do modelo. A tabela 5 apresenta, para cada princípio, a porcentagem de respostas que indicam que o princípio foi atendido, atendido parcialmente ou não atendido, oferecendo uma visão geral da efetividade da abordagem.

**Tabela 5. Resultados do Primeiro Ciclo de Aprendizagem (n = 9)**

Elemento	Princípio	Atende (%)	Atende Parcialmente (%)	Não Atende (%)
Problema	P1	5 (55,55)	0 (0)	4 (44,44)
	P3	3 (33,33)	1 (11,11)	0 (0)
	P6	6 (66,66)	2 (22,22)	1 (11,11)
Conteúdo	P7	8 (88,88)	0 (0)	1 (11,11)
Ambiente	P4	8 (88,88)	5 (0)	1 (11,11)
Processo	P10	7 (77,77)	1 (11,11)	1 (11,11)
Capital Humano	P2	5 (55,55)	3 (33,33)	1 (11,11)
	P5	6 (66,66)	2 (22,22)	1 (11,11)
	P8	7 (77,77)	2 (22,22)	0 (0)
	P9	7 (77,77)	1 (11,11)	1 (11,11)

No resultado da primeira avaliação, 9 alunos responderam ao questionário. Dos 9 participantes, 8 escolheram a assertiva que atende ao princípio 3 do PBL: “As tarefas de aprendizagem são reais, definidas e acompanhadas a partir de clientes reais, em contexto real controlado por escopo da solução, prazos de entrega e esforço despendido”. Além disso, 8 alunos também escolheram a assertiva que atende ao princípio 7: “As soluções são construídas a partir de um processo investigativo e questionador de ideias entre todos os membros da equipe, buscando novas fontes e contextos alternativos para desenvolver a melhor solução para o problema.”

Considerando o princípio 4, dos 9 participantes, 5 escolheram a assertiva que atende parcialmente: “O ambiente de aprendizado é uma simulação do mundo real”. Percebeu nesse princípio a importância de enfatizar na reunião de feedback qual a razão dos estudantes terem tido essa percepção.

O princípio 1 foi o menos atendido, evidenciado por 4 estudantes (A2, A3, A10 e A11): “As atividades de aprendizagem (conteúdo, práticas, exercícios) são ministradas independentemente do problema”. O estudante A3 comentou: “Algumas pessoas podem não ter entendido a metodologia porque não estavam no dia em que os problemas reais foram apresentados. Com isso, podem achar que o conteúdo aplicado atualmente está relacionado a um problema fictício, em vez do problema real”.

Segundo Dos Santos (2023), a abordagem PBL é um ambiente de flexibilidade e imprevisibilidade. Sendo assim, alguns estudantes ao se depararem com essa metodologia demonstram dificuldades de adaptação.

### 5.2. Resultados do Segundo Ciclo de Aprendizagem

Na segunda avaliação do ciclo de aprendizagem, na qual dezesseis participantes responderam ao questionário. Os resultados obtidos mostram uma tendência de melhoria no



entendimento dos princípios, com uma maior proporção de respostas indicando que os princípios foram atendidos de forma satisfatória. A tabela 6 apresenta a distribuição das respostas, destacando o percentual por princípio.

**Tabela 6. Resultados do Segundo Ciclo de Aprendizagem (n = 16)**

Elemento	Princípio	Atende (%)	Atende Parcialmente (%)	Não Atende (%)
Problema	P1	10 (62,5)	4 (25,0)	2 (12,5)
	P3	14 (87,5)	1 (6,25)	1 (6,25)
	P6	15 (93,75)	1 (6,25)	0 (0)
Conteúdo	P7	10 (62,5)	5 (31,25)	1 (6,25)
Ambiente	P4	8 (50,0)	5 (31,25)	3 (11,11)
Processo	P10	14 (87,5)	2 (12,5)	0 (0)
Capital Humano	P2	13 (81,25)	1 (6,25)	2 (12,5)
	P5	4 (25,0)	11 (68,75)	1 (6,25)
	P8	15 (93,75)	1 (6,25)	0 (0)
	P9	16 (100,0)	0 (0)	0 (0)

Os resultados indicaram uma evolução no entendimento dos princípios da abordagem. Especificamente em relação ao princípio 9, onde todos os 16 estudantes marcaram a assertiva que descreve: “A aprendizagem é colaborativa e acontece através de várias direções entre (professor- aluno, aluno- professor, aluno- aluno), envolvendo discussões, diálogos em grupo e maior interação com os colegas, professores e tutores”. Esse resultado evidencia o reconhecimento dos estudantes em relação à colaboração vivenciada durante o segundo ciclo de aprendizagem.

O princípio 5 foi identificado por 11 estudantes como sendo atendido parcialmente, estes marcaram a assertiva: “O professor ou tutor define o processo de resolução do problema, mas o aluno o entende, sabe aplicá-lo e é capaz de identificar pontos fortes e de melhoria”. O estudante A1 comentou: “*estou com dificuldade de planejar o processo de resolução do problema*”. Esse feedback indica que, embora os alunos reconheçam a importância do papel do professor ou tutor PBL na definição do processo, há uma percepção de que há lacunas na aplicação prática e no entendimento do processo de resolução de problemas.

Quanto ao princípio 7, as evidências de aprendizagem de conteúdo foram obtidas por meio da triangulação dos dados, analisando as contribuições individuais de cada estudante nas ferramentas GitHub e Trello.

Outro ponto importante foi a avaliação e feedback contínuos, princípio 10, teve um impacto significativo na retenção dos estudantes, especialmente aqueles sem experiência prévia em programação, que em alguns momentos pensaram em desistir da formação (A1, A2, A7, A10 e A12).

### 5.3. Resultado do PBL por Heterogeneidade

Os resultados das avaliações realizadas com base no modelo de *PBL Test* também podem ser analisados sob a ótica da distribuição por gênero, escolaridade, idade e experiência em programação, fornecendo uma visão mais detalhada sobre a percepção dos participantes.

A partir dos resultados, podemos realizar uma análise comparativa entre as variáveis:

**Tabela 7. Resultado do PBL - Heterogeneidade.**

<b>Resultado</b>	<b>Grupo</b>	<b>Nível de maturidade</b>
Primeira avaliação	Feminino(4)	7,8
	Masculino(5)	7,9
	Médio(4)	6,8
	Graduação(1)	7,0
	Pós-graduação(4)	9,1
	21 - 30 (1)	8,5
	31 - 40 (8)	7,8
	41 - 50 (0)	0
	Sem experiência (5)	7,6
	Com experiência (4)	8,1
Segunda avaliação	Feminino(6)	8,0
	Masculino(10)	8,7
	Médio(6)	8,8
	Graduação(5)	8,5
	Pós-graduação(5)	7,9
	21 - 30 (3)	9,2
	31 - 40 (10)	8,3
	41 - 50 (3)	8,0
	Sem experiência (8)	8,6
	Com experiência (8)	8,3

Gênero: Feminino: O nível de maturidade da primeira avaliação foi 7,8, e na segunda avaliação foi 8,0, com um pequeno aumento no desempenho. Masculino: O nível de maturidade na primeira avaliação foi 7,9 e na segunda avaliação foi 8,7, mostrando um aumento mais significativo no desempenho dos participantes masculinos.

Nível de escolaridade: Médio: O nível de maturidade na primeira avaliação foi 6,8 e subiu para 8,8 na segunda avaliação, mostrando uma melhora substancial. Graduação: Na primeira avaliação, a média foi 7,0 e subiu para 8,5 na segunda avaliação, também apresentando uma melhora, mas menos acentuada que a dos participantes com nível médio. Pós-graduação: O nível de maturidade da primeira avaliação foi 9,1 e caiu para 7,9 na avaliação 2. Ou seja, houve uma queda significativa no desempenho dos participantes com pós-graduação no segundo ciclo de aprendizagem.

Idade: 21-30 anos: De 8,5 na primeira avaliação para 9,2 na segunda avaliação, indicando uma melhora considerável. 31-40 anos: O nível de maturidade foi de 7,8 na primeira avaliação e subiu para 8,3 na segunda avaliação, com uma melhora moderada. 41-50 anos: Na primeira avaliação os estudantes não responderam ao questionário, por esse motivo foi atribuída a nota 0,00, enquanto na segunda avaliação o nível de maturidade ficou em 8,0. Isso indica uma melhora entre as avaliações, mas ainda abaixo das outras faixas etárias.

Experiência em programação: Experiência 0 (sem experiência), o nível de maturidade na primeira avaliação foi 7,6, enquanto na segunda avaliação foi 8,6, mostrando uma boa melhora. Experiência 1 (com experiência):, o nível de maturidade foi de 8,1 na primeira avaliação e 8,3 na segunda avaliação, com uma melhora mais modesta.

Na análise das duas avaliações, observou-se uma tendência geral de melhoria no desempenho dos participantes, com destaque para as variáveis de gênero, escolaridade, faixa etária e experiência em programação.

Esses resultados indicam que os alunos com maior nível de escolaridade, maturidade atitudinal, e independente de gênero e experiência prévia em programação, apresentaram uma ótima percepção sobre a efetividade da metodologia. Exemplo disso são os estudantes A3 e A4 (Tabela 4), que se mantiveram engajados durante os dois ciclos de aprendizagem da abordagem.

#### **5.4. Recomendações**

Visando alcançar os benefícios do PBL referentes ao engajamento e à motivação, incluindo as competências do trabalho em grupo, da resolução de problemas e da criatividade, seguem algumas recomendações advindas das experiências relatadas:

##### **Engajamento e Motivação**

- Implementar uma ferramenta para avaliar a motivação e o engajamento dos estudantes, visando reduzir a evasão [Souza and Bittencourt 2019].
- Ao final de cada desafio, estabelecer critérios para avaliar tanto as habilidades técnicas quanto as interpessoais dos estudantes [dos Santos 2023], por meio de modelos que deixem transparentes os pontos fortes e de melhorias no desempenho dos estudantes.

##### **Trabalho em grupo**

- Realizar uma avaliação diagnóstica que inclua o perfil de personalidade, estilo de aprendizagem, escolaridade e nível de maturidade dos estudantes. Com base nos resultados, formar pares de alunos e criar desafios para serem resolvidos em sala de aula. A cada aula, deve ocorrer uma rotatividade nos pares.
- Ao final de cada ciclo de aprendizagem realizar a reunião de feedback com cada equipe, com o objetivo de identificar os pontos de melhoria para o próximo ciclo de aprendizagem e discutir eventuais discordâncias entre os membros. Essa etapa é essencial para prevenir a evasão de algum integrante da equipe.
- Utilizar uma ferramenta para analisar os dados de forma automática e com recomendações para os alunos.

##### **Resolução de Problemas e Criatividade**

- Estudantes com maior nível de maturidade enfrentam desafios relacionados ao mercado de trabalho. Como muitos estão em transição de carreira e já possuem experiência profissional, eles necessitam de situações de aprendizado consistentes e relevantes. Caso contrário, tendem a desistir e procurar alternativas de ensino-aprendizagem, como ilustrado na Tabela 7.
- Estabelecer um canal de comunicação entre a equipe e o cliente, por meio de plataformas de comunicação remotas, tais como o Discord, promovendo a imersão no problema e propostas de soluções.

Em resumo, as recomendações apresentadas têm como objetivo fornecer orientações para apoiar instituições, professores, tutores e equipe pedagógica em contextos de metodologias ativas, como o PBL, destacando a avaliação contínua da instituição e equipes com o elemento primordial, sempre acompanhada de reuniões de feedback, garantindo a efetividade do processo de ensino-aprendizagem..

## 6. Ameaças à validade da pesquisa

A validade de uma pesquisa depende de como suas conclusões refletem a realidade do fenômeno investigado. A validade interna pode ser ameaçada pela aplicação do questionário pelo próprio pesquisador, que pode introduzir vies, e pelo vies de conformidade, onde participantes tentam agradar ao pesquisador. A validade externa é influenciada por fatores como o recesso da formação, ocorrido entre 20/12/2023 e 05/01/2024, que impactou a participação e a concentração dos alunos. Além disso, questões externas, como problemas pessoais e de saúde dos participantes ou de seus familiares, também afetaram o estudo.

## 7. Conclusões

Os resultados deste estudo evidenciam a complexidade e os desafios da implementação da metodologia PBL em turmas heterogêneas de programação de software. A pesquisa ressaltou a importância de problemas autênticos e complexos, que reflitam a realidade profissional, e as dificuldades no planejamento da resolução e na comunicação entre equipes e clientes, que representaram barreiras significativas.

A colaboração, um dos pilares da metodologia, foi um fator positivo, com estudantes, professores e tutores engajados na troca de conhecimento. A capacidade dos estudantes de refletir criticamente sobre o conteúdo e aplicá-lo na resolução de problemas foi essencial para a efetividade do PBL.

Este estudo oferece recomendações práticas para educadores e instituições de ensino, visando o aperfeiçoamento contínuo das práticas pedagógicas em educação em computação e destacando estratégias que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem.

## Referências

- Al Mughrabi, A. and Jaeger, M. (2018). Utilising a capability maturity model to optimise project based learning—case study. *European Journal of Engineering Education*, 43(5):679–692.
- Arman, A. (2018). Students’ attitudes toward problem based learning—analog electronic course in the electrical engineering programs in ppu case study.
- Chen, J., Kolmos, A., and Du, X. (2021). Forms of implementation and challenges of pbl in engineering education: a review of literature. *European Journal of Engineering Education*, 46(1):90–115.
- Christensen, H. B. (2016). Teaching devops and cloud computing using a cognitive apprenticeship and story-telling approach. In *Proceedings of the 2016 ACM conference on innovation and technology in computer science education*, pages 174–179.
- dos Santos, S. C. (2023). *Transforming Computing Education with Problem-Based Learning: From Educational Goals to Competencies*. Cambridge Scholars Publishing.
- dos Santos, S. C., Figuerêdo, C. O., and Wanderley, F. (2013). Pbl-test: A model to evaluate the maturity of teaching processes in a pbl approach. In *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 595–601. IEEE.

- Garbin, F. G. d. B., ten Caten, C. S., and Jesus Pacheco, D. A. d. (2022). A capability maturity model for assessment of active learning in higher education. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 14(1):295–316.
- Kastl, P. and Romeike, R. (2018). Agile projects to foster cooperative learning in heterogeneous classes. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDU-CON)*, pages 1182–1191. IEEE.
- Kechagias, K. (2011). Teaching and assessing soft skills.
- Kumar, A. N. and Raj, R. K. (2023). Computer science curricula 2023 (cs2023) community engagement by the acm/ieee-cs/aaai joint task force. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2*, pages 1212–1213.
- Recife, S. (2023). Softex recife. Acessado em: 11 out. 2023.
- Rodrigues, A. N. and dos Santos, S. C. (2016). A framework for applying problem-based learning to computing education. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–7.
- Savery, J. R. and Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*, 35(5):31–38.
- Souleiman, A. H. (2017). Orchestration and adaptation of learning scenarios—application to the case of programming learning/teaching. In *2017 IEEE/ACS 14th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA)*, pages 7–11. IEEE.
- Souza, S. M. and Bittencourt, R. A. (2019). Motivation and engagement with pbl in an introductory programming course. In *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–9. IEEE.
- World Economic Forum (2023). The future of jobs report 2023. Accessed: 2024-10-12.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso-: Planejamento e métodos*. Bookman editora.