

Relato de experiência sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de IoT e Computação em Nuvem no ensino superior

Thiago Bezerra¹, Thaise Neri¹, Diogo Lopes¹, Josiel Silva¹,
Verlaynne Araújo¹, Filipe Bezerra¹, Gustavo Callou²

¹Instituto Federal de Pernambuco, Palmares, Brasil

²Departamento de Computação,
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.

{thiago.bezerra, thaise.neri, diogo.lopes}@palmares.ifpe.edu.br
{verlaynne.araujo, josiel.silva, filipe.bezerra}@palmares.ifpe.edu.br
gustavo.callou@ufrpe.br

Abstract. *The Internet of Things (IoT) and Cloud Computing have expanded the use of monitoring solutions in healthcare, requiring teaching approaches that integrate theory and practice. This article presents an experience report on the application of Problem-Based Learning (PBL) in the development of a hospital environmental monitoring system using an ESP32, sensors, and data visualization in Grafana. The activity involved ten students, who were assessed through pre- and post-activity questionnaires and interviews. The results showed expressive learning gains, with the average score increasing from 30% to 75%, and qualitative reports highlighting practical learning, exposure to new technologies, real-world application, and professional development. The results indicate that PBL is an effective strategy for enhancing learning in activities related to IoT and cloud computing.*

Resumo. *A Internet das Coisas (IoT) e a Computação em Nuvem têm ampliado o uso de soluções de monitoramento na área da saúde, exigindo abordagens de ensino que integrem teoria e prática. Este artigo apresenta um relato de experiência sobre a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no desenvolvimento de um sistema de monitoramento ambiental hospitalar com ESP32, sensores e visualização de dados no Grafana. A atividade envolveu dez estudantes, avaliados por questionários pré e pós-atividade e por entrevistas. Os resultados mostraram evolução expressiva, com aumento da média de acertos de 30% para 75% e relatos qualitativos que destacaram aprendizagem prática, contato com novas tecnologias, aplicação em contexto real e desenvolvimento profissional. Os resultados indicam que a ABP é uma estratégia eficaz para potencializar o aprendizado em atividades voltadas à IoT e à computação em nuvem.*

1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT) configura-se como um paradigma tecnológico baseado na interconexão de dispositivos físicos capazes de coletar, processar e transmitir dados por

meio da Internet [Cisco and Internet 2020]. Sensores, atuadores e microcontroladores compõem ecossistemas inteligentes aplicáveis a diversos domínios, como automação residencial, agronegócio, indústria e, de forma crescente, na área da saúde [Sorri et al. 2022].

Em ambientes hospitalares, a IoT tem sido aplicada em soluções voltadas ao monitoramento de pacientes, ao acompanhamento de condições ambientais e ao apoio à tomada de decisões clínicas. O avanço dessas tecnologias é impulsionado pelo aumento global do investimento em sistemas médicos conectados, incluindo aplicações de telemetria e vigilância ambiental em tempo real. Sensores de temperatura, umidade e gases, quando integrados a plataformas de computação em nuvem, permitem monitoramento contínuo e automatizado, contribuindo para a manutenção de condições adequadas em unidades hospitalares e aprimorando a segurança de pacientes e equipes [Jacob Rodrigues et al. 2020].

Apesar de sua relevância crescente, o ensino de IoT e microcontroladores ainda enfrenta desafios no contexto acadêmico, sobretudo em cursos que dependem predominantemente de metodologias tradicionais baseadas em aulas expositivas. A ausência de atividades práticas e contextualizadas pode limitar a compreensão dos conceitos e reduzir o engajamento dos estudantes [Xavier and de Almeida 2021]. Nesse cenário, metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), têm se mostrado estratégias eficazes por promoverem investigação, colaboração e aplicação do conhecimento em situações reais [Wood 2003]. A ABP favorece a integração entre teoria e prática, estimula o pensamento crítico e contribui para a formação de profissionais capazes de lidar com desafios tecnológicos complexos [Hmelo-Silver 2004, Pereira et al. 2025].

Diante desse contexto, este artigo apresenta um relato de experiência sobre a implementação de um projeto com estudantes de graduação voltado ao desenvolvimento de um sistema de monitoramento ambiental hospitalar utilizando sensores, ESP32 e visualização de dados no Grafana. Baseado na abordagem da ABP, o projeto buscou promover a aprendizagem prática de conceitos de IoT e computação em nuvem. O objetivo deste trabalho é analisar os impactos pedagógicos dessa atividade, considerando tanto o desempenho dos estudantes quanto suas percepções qualitativas sobre o processo de aprendizagem.

Esse artigo se encontra dividido conforme mostrado a seguir. A Seção 2 aborda os conceitos necessários para uma melhor compreensão deste trabalho. A Seção 3 apresenta os trabalhos relacionados a esta pesquisa. A Seção 4 apresenta a metodologia utilizada, e a Seção 5 demonstra a sua aplicação prática. A Seção 6 apresenta os resultados do trabalho. Por fim, a Seção 7 apresenta a conclusão da pesquisa e os seus futuros direcionamentos.

2. Fundamentação teórica

Esta seção apresenta os principais conceitos para a compreensão deste trabalho.

2.1. Internet das coisas

A IoT é um paradigma que conecta objetos físicos embarcados com sensores, atuadores e microcontroladores, permitindo a coleta e a troca de dados por meio da Internet. A organização dos componentes envolvidos nesse processo compõe a chamada arquitetura IoT, geralmente estruturada em quatro camadas principais: dispositivos, comunicação, processamento e apresentação, como ilustrado na Figura 1.

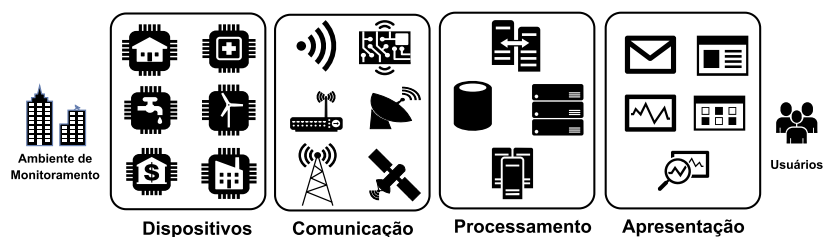


Figura 1. Arquitetura IoT.

A camada de dispositivos é responsável pela coleta dos dados no ambiente monitorado, por meio de sensores que captam variáveis como temperatura, movimento ou sinais vitais. Atuadores e microcontroladores, também fazem parte dessa camada, permitindo a interação com o ambiente físico. Os dados coletados são, então, enviados pela camada de comunicação, que utiliza tecnologias como sem fio ou redes móveis para transmitir as informações até os sistemas de *backend*.

Na sequência, a camada de processamento realiza o armazenamento, análise e tratamento dos dados, podendo empregar tanto soluções locais quanto plataformas em nuvem, especialmente em aplicações que exigem escalabilidade ou integração com algoritmos de aprendizado de máquina. Por fim, a camada de apresentação disponibiliza os resultados do processamento ao usuário final, por meio de interfaces gráficas, permitindo a visualização e a tomada de decisão com base nos dados analisados [Kashani et al. 2021].

2.2. Aprendizagem Baseada em Problemas

A ABP é uma metodologia ativa centrada no estudante, que o desafia a resolver problemas reais por meio de investigação, colaboração e integração de conhecimentos. Originada na Universidade McMaster na década de 1960 [Barrows et al. 1980], a ABP promove habilidades como pensamento crítico, autonomia e resolução de problemas, sendo amplamente reconhecida por favorecer a retenção do conhecimento e a aplicação prática dos conceitos teóricos [Hmelo-Silver 2004]. Sua adoção em áreas como Medicina, Engenharia e Computação evidencia sua versatilidade e eficácia em diferentes contextos formativos [Savery 2015].

A dinâmica da ABP coloca os estudantes em situações que exigem análise, tomada de decisões e formulação de hipóteses, contrastando com modelos tradicionais baseados na transmissão de conteúdo. Ao investigar cenários complexos e testar soluções, os estudantes desenvolvem criatividade, responsabilidade individual e capacidade de trabalhar em equipe, competências fundamentais para ambientes acadêmicos e profissionais. Entre os benefícios da ABP destacam-se o fortalecimento do pensamento analítico, o aprimoramento da capacidade de resolver problemas de forma estruturada, o aumento da motivação e o desenvolvimento de competências socioemocionais, como comunicação e colaboração. A abordagem também reduz a distância entre teoria e prática, permitindo aplicar conhecimentos em situações reais e preparando os estudantes para lidar com desafios característicos do mercado de trabalho contemporâneo [Hmelo-Silver 2004].

3. Trabalhos relacionados

A literatura sobre educação em engenharia e computação apresenta diversas investigações sobre a integração entre teoria e prática em projetos de extensão. Nesta seção, são discu-

tidos trabalhos que ilustram essa combinação e oferecem subsídios à prática docente.

O trabalho de [Sabo et al. 2020] descreve o desenvolvimento de uma plataforma de *hardware* voltada para o ensino de conceitos de IoT, aplicada em diferentes disciplinas e contextos acadêmicos. O estudo indicou que, após a implementação de atividades práticas, a taxa de aprovação nas disciplinas aumentou para 46%. Além disso, os estudantes relataram que a abordagem prática contribuiu significativamente para a assimilação dos conceitos de IoT e redes de sensores, aprimorando a compreensão dos protocolos e suas possíveis aplicações. De modo análogo, [da Silva Rodrigues and Martins 2020] investigaram o impacto da metodologia ABP no ensino de IoT em um curso de Sistemas de Informação. Durante a disciplina, os estudantes desenvolveram seis projetos intermediários e um projeto final. Os docentes observaram que essa metodologia, em contraste com abordagens tradicionais baseadas em provas teóricas, demonstrou maior eficácia na aprendizagem, resultando em melhor desempenho acadêmico e maior engajamento dos estudantes.

A aplicação interdisciplinar da metodologia ABP foi explorada por [Khan et al. 2020] em cursos de graduação em computação, abordando temas como aprendizado de máquina, *deep learning* e IoT. Os resultados qualitativos indicaram que a abordagem foi particularmente eficaz na ampliação da compreensão dos conceitos, incentivando um aprendizado mais profundo e aplicado. Em uma vertente similar, [Vogel et al. 2019] utilizaram a ABP para o desenvolvimento de diversos protótipos em diferentes domínios de IoT dentro de uma instituição de ensino. Os resultados evidenciaram que os grupos de estudantes apresentaram um desempenho superior na execução dos projetos, refletindo uma aplicação mais eficiente dos conceitos teóricos.

Em outra frente, [Stringhini et al. 2023] desenvolveram um projeto baseado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, integrando-os ao currículo de uma disciplina de Circuitos Digitais. Os estudantes foram desafiados a propor soluções para problemas relacionados aos ODS, aplicando conceitos técnicos aprendidos na disciplina. Como resultado, foram desenvolvidos 29 projetos cobrindo dez dos 17 ODS. O estudo demonstrou que, além de promover a conscientização sobre desafios globais, os projetos refletiram as experiências individuais dos estudantes, tornando o aprendizado mais significativo e motivador.

Embora os estudos citados demonstrem avanços na integração de metodologias ativas ao ensino de IoT, eles permanecem, em sua maioria, restritos ao ambiente acadêmico e a projetos desenvolvidos exclusivamente em contexto laboratorial. O diferencial do presente trabalho reside em propor um modelo no qual os estudantes aprendem e aplicam conceitos de IoT em disciplinas de graduação e os implementam em um ambiente hospitalar real. Com isso, o projeto posiciona os alunos diante de um problema concreto, desafiando-os a desenvolver soluções para demandas reais do setor de saúde. Essa imersão em um contexto profissional autêntico favorece uma experiência de aprendizagem mais profunda e alinhada às exigências do mercado, promovendo a aplicação do conhecimento na resolução de problemas complexos.

4. Metodologia

A metodologia foi estruturada segundo os princípios da ABP, articulando fundamentos teóricos, práticas experimentais e instrumentos de avaliação no contexto de um projeto de

extensão no ensino superior. A Figura 2 apresenta o fluxo das etapas desenvolvidas.

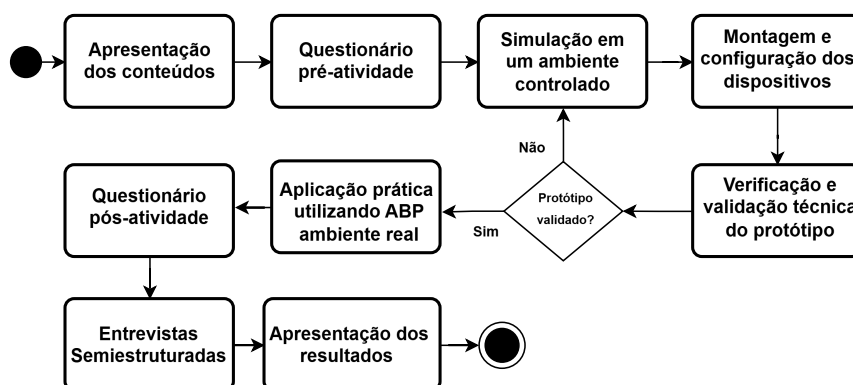


Figura 2. Metodologia das etapas desenvolvidas.

Inicialmente, os estudantes participaram da “Apresentação dos conteúdos”, na qual foram discutidos os conceitos essenciais de IoT e computação em nuvem. Em seguida, realizou-se o “Questionário pré-atividade” para identificar o nível de conhecimento inicial do grupo. A etapa posterior consistiu na “Simulação em ambiente controlado” utilizando a plataforma Wokwi, permitindo testar a programação do ESP32 e o comportamento dos sensores antes da implementação física. Após a simulação, iniciou-se a “Montagem e configuração dos dispositivos”, integrando sensores DHT11 e MQ135 ao microcontrolador e estabelecendo comunicação via MQTT. Na sequência, foi incluída a etapa de “Verificação e validação técnica do protótipo”, na qual se avaliou a consistência das leituras dos sensores, a conectividade e entrega de mensagens via MQTT e a atualização adequada dos dados nos *dashboards* do Grafana. Quando o protótipo não atendia a esses critérios, o fluxo retornava à etapa de simulação para ajustes e depuração, repetindo-se o ciclo até que o sistema fosse considerado validado.

Com o protótipo validado, iniciou-se a “Aplicação prática utilizando ABP em ambiente real”, instalando os dispositivos em um ambiente hospitalar para coleta de dados ambientais, transmitidos à nuvem e analisados em tempo real por meio de *dashboards* no Grafana. Como os dados coletados referiam-se apenas a condições ambientais, não houve necessidade de submissão ao comitê de ética, conforme a Resolução CNS nº 466/2012.

A avaliação da aprendizagem incluiu um “Questionário pós-atividade”, contendo questões objetivas e abertas, que permitiu comparar o desempenho inicial e final dos estudantes, classificados nos níveis superficial, intermediário e avançado. Paralelamente, “Entrevistas semiestruturadas” investigaram percepções sobre aprendizagem prática, uso de novas tecnologias, aplicação em contexto real, desenvolvimento profissional e multidisciplinaridade. As respostas foram categorizadas para identificar padrões recorrentes. Por fim, a “Apresentação dos resultados” permitiu socializar as soluções desenvolvidas e refletir sobre o percurso formativo, integrando evidências quantitativas e qualitativas do impacto da ABP.

5. Implementação prática do projeto

Esta seção apresenta a implementação prática do projeto como uma experiência pedagógica baseada na ABP, focada na capacitação dos estudantes no desenvolvimento de

soluções tecnológicas. O objetivo principal é a construção do sistema de monitoramento e, ao mesmo tempo, o desenvolvimento de competências técnicas e analíticas relacionadas à IoT e ao monitoramento hospitalar.

A solução implementada permite o acesso e análise remota dos parâmetros ambientais do hospital, integrando protocolos de comunicação, armazenamento e análise de dados, além de ferramentas de visualização e componentes de *hardware* e *software*. A Figura 3 ilustra a arquitetura técnica do sistema, detalhando o fluxo de dados desde os dispositivos arduino até o grafana, garantindo uma coleta, processamento e visualização centralizada das informações.

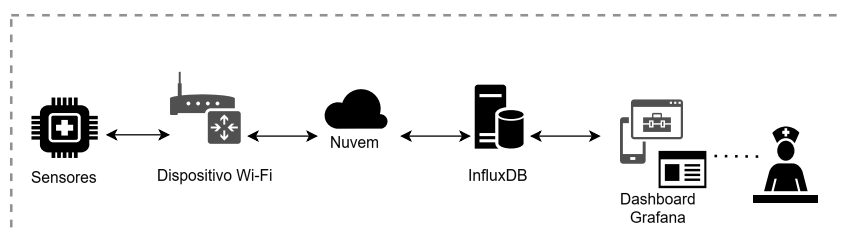


Figura 3. Arquitetura proposta.

Antes da implantação do dispositivo de sensoriamento, realizou-se a prototipagem do circuito, seguida pela diagramação do projeto utilizando a plataforma Fritzing, conforme ilustrado na Figura 4.

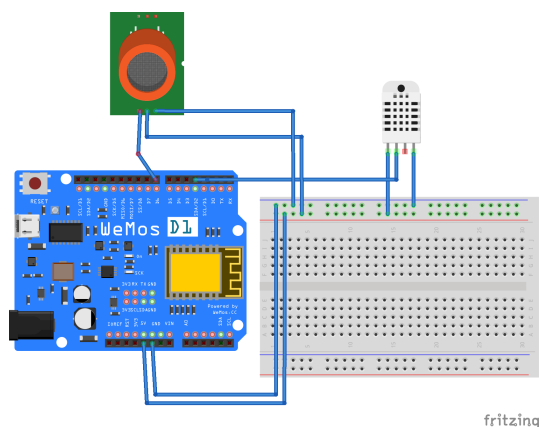


Figura 4. Protótipo.

Após isso, os estudantes configuraram os sensores acoplados ao McuNode D1, que atua como dispositivo de coleta de dados e envio para a infraestrutura em nuvem. Em seguida, os participantes estabeleceram a conexão e a configuração da placa no computador, seguindo pela configuração do Arduino IDE para a programação da placa McuNode D1 (ESP8266). A Figura 5 ilustra o protótipo implementado pelos estudantes.

Os dados coletados foram enviados a um servidor em nuvem utilizando o protocolo MQTT, permitindo sua visualização através do Grafana e disponibilizando os dados para posterior análise por meio de uma interface gráfica intuitiva. A Figura 6 exibe um *dashboard* na plataforma Grafana, intitulado “Iot Hospitalar”, que apresenta o monitoramento ambiental em tempo real. O painel monitora múltiplos parâmetros críticos, in-

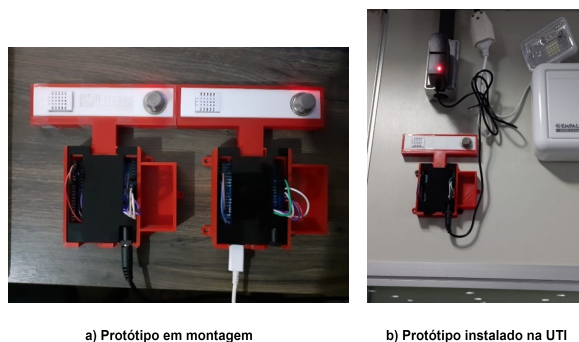


Figura 5. Protótipo.

cluindo os níveis de Gás CO, Gás CO₂, Gás NH₃, Umidade, a temperatura do ambiente e a temperatura de uma geladeira.

O *dashboard* utiliza predominantemente gráficos de linha para ilustrar as tendências e variações dessas métricas ao longo do tempo. Um painel de destaque exibe o valor atual da umidade em 71.9%. Pelos gráficos, observa-se a temperatura do ambiente oscilando em torno de 20.7°C e um padrão cíclico claro na temperatura da geladeira, que varia aproximadamente entre 0°C e 4°C. O sistema possibilita o monitoramento contínuo, a identificação visual de anomalias e o registro das condições ambientais, contribuindo para a manutenção de um ambiente hospitalar mais seguro e controlado.

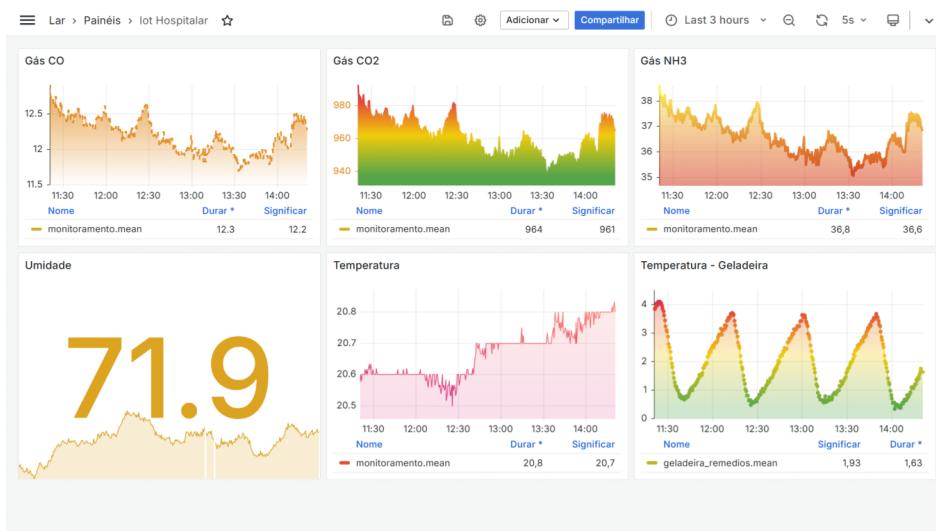


Figura 6. Dashboard com valores no Grafana.

Ao longo do projeto, os estudantes desenvolveram soluções para desafios propostos, aprofundando em comunicação de dispositivos IoT, armazenamento e processamento de dados na nuvem e visualização de informações. A implementação do sistema serviu como um estudo de caso na metodologia ABP, incentivando o pensamento crítico e a resolução de problemas em um ambiente de aprendizado ativo.

6. Resultados e Discussões

A implementação de atividades fundamentadas na ABP no ensino de computação revelou-se de grande importância para a formação integral dos estudantes, na medida em que os expôs a situações práticas que exigiram criatividade, inovação e pensamento crítico. Os resultados obtidos foram expressivos, confirmando a viabilidade da proposta e sua eficácia em diferentes etapas do processo. A análise dos resultados foi conduzida a partir de um modelo misto, que combinou instrumentos quantitativos (questionários pré e pós-atividade) e qualitativos (entrevistas semiestruturadas), o que possibilitou aferir, com maior precisão, o impacto da metodologia na aprendizagem dos participantes. O projeto envolveu um grupo de dez estudantes, cuja trajetória de aprendizado foi acompanhada de forma sistemática.

Para a execução das atividades práticas, os participantes foram organizados em grupos e cada grupo assumiu uma etapa do projeto, com foco na configuração do ambiente IoT ou na preparação da infraestrutura em nuvem. A distribuição de tarefas considerou afinidade e conhecimentos prévios, direcionando alguns estudantes para a integração de *hardware* e dispositivos e outros para serviços em nuvem e visualização de dados. Ainda assim, o desenvolvimento envolveu momentos de integração, testes e validação conduzidos de forma conjunta, garantindo que todos acompanhassem o funcionamento completo do sistema e mantivessem uma visão global da solução.

Os participantes deste estudo eram estudantes de graduação de diferentes períodos e instituições, abrangendo formações em análise e desenvolvimento de sistemas, engenharia da computação e medicina. As idades variaram entre 19 e 33 anos, com representação de ambos os gêneros. Além disso, os estudantes residiam em diferentes municípios da zona da mata e da região metropolitana do Recife, o que contribuiu para a diversidade do grupo. As informações demográficas detalhadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Dados Demográficos dos participantes.

Faixa etária	19 a 33 anos
Gênero	Masculino e feminino
Formação	Estudantes de graduação do IFPE, da UPE e da UFPE
Curso	Análise e dese. de sistemas, Eng. Da Computação e Medicina
Estágio da formação	Entre o 4º e o 11º período
Ano de ingresso no curso	2020 a 2024
Local de residência	Catende - PE, Joaquim Nabuco/PE, Palmares - PE, Recife - PE, Ribeirão - PE e Água Preta - PE

No questionário pré-atividade, verificou-se que a maioria dos estudantes declarou possuir nível de conhecimento intermediário, enquanto uma parte menor classificou-se como superficial. Nenhum participante afirmou não ter conhecimento ou já dominar plenamente os conteúdos. A média geral de acertos nas questões objetivas foi de 3,0 em uma escala de 0 a 10, equivalente a 30% de desempenho. Em termos de autoavaliação, 70% dos estudantes indicaram nível intermediário e 30% nível superficial. A Figura 7 apresenta a evolução da média de acertos, enquanto a Figura 8 sintetiza a distribuição dos níveis de conhecimento.

Esse cenário apresenta uma combinação entre baixo desempenho inicial nas questões e percepção moderada de domínio conceitual, reforçando a relevância de metodologias que promovam a aprendizagem ativa e possibilitem ao estudante reconstruir o

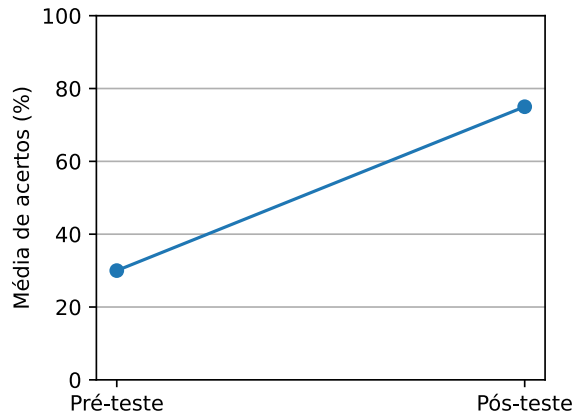


Figura 7. Evolução da média de acertos dos estudantes.

conhecimento de maneira gradual e contextualizada. O questionário pós-atividade revelou avanços significativos. A média de acertos elevou-se para 7,5 (75%), o que representa um incremento de 45 pontos percentuais em relação ao desempenho inicial. Além disso, observou-se uma reconfiguração na autoavaliação dos níveis de conhecimento: após a intervenção, nenhum estudante permaneceu nos níveis inferiores, com 40% classificados em nível intermediário e 60% em nível avançado. A Figura 8 apresenta essa mudança de distribuição. Esses resultados indicam que a ABP favoreceu a assimilação dos conteúdos de IoT e computação em nuvem e contribuiu para a progressão do grupo como um todo.

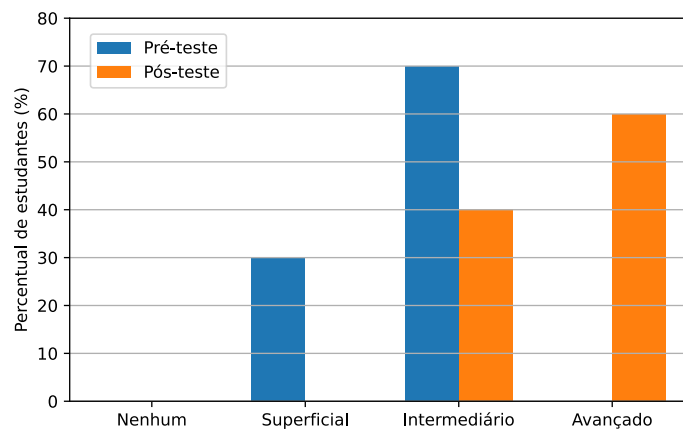


Figura 8. Distribuição dos níveis de conhecimento.

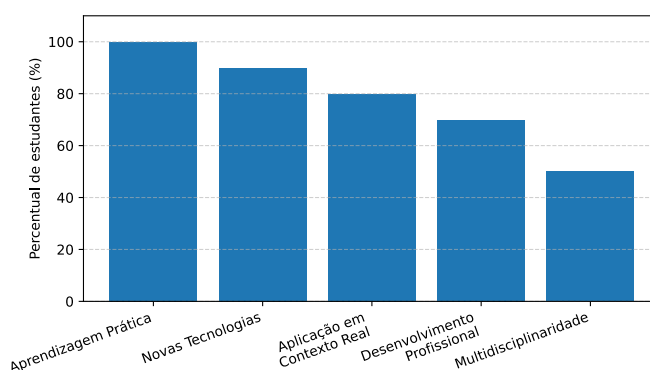
A aplicação das entrevistas ampliou a compreensão sobre os efeitos da metodologia, permitindo captar nuances qualitativas que os questionários não contemplavam. Os estudantes reconheceram que a atividade contribuiu para sua formação acadêmica e profissional, destacando aspectos como maior engajamento, motivação e aprofundamento conceitual. Durante as entrevistas (Tabela 2), foram identificadas menções recorrentes à contribuição da ABP para o desenvolvimento do raciocínio crítico, para a resolução de desafios práticos e para a aproximação entre teoria e prática.

A análise qualitativa das entrevistas permitiu identificar cinco categorias centrais

Tabela 2. Distribuição do conhecimento antes e depois da atividade

Participante	Nível de conhecimento pré-atividade	Nível de conhecimento pós-atividade	Pontos positivos mencionados	Impacto na aprendizagem
Estudante 1	Intermediário	Avançado	Aprendizagem prática.	Avalia que a atividade contribuiu de forma positiva para o seu aprendizado.
Estudante 2	Superficial	Avançado	Trabalho com microcontroladores e criação de sistema embarcado de IoT validado em ambiente real.	Inspirou o uso de IoT em outras áreas, inclusive no TCC sobre monitoramento remoto de redes, ampliando a visão sobre aplicações de IoT.
Estudante 3	Intermediário	Avançado	Aprendizagem prática aplicada a situações reais.	Tornou o conteúdo mais claro e significativo e o preparou melhor para desafios profissionais.
Estudante 4	Intermediário	Intermediário	Bolsa, contato com novas tecnologias, networking e negociação com diferentes setores.	Ampliou a compreensão sobre o uso da tecnologia na monitorização de ambientes em saúde.
Estudante 5	Superficial	Intermediário	Uso prático de tecnologias já conhecidas em um projeto real e possibilidade de testes em casa graças à bolsa.	Aumentou o interesse em IoT na área hospitalar e evidenciou os benefícios do seu uso em ambiente real.
Estudante 6	Intermediário	Avançado	Aprendizado e trabalho em grupo.	Relata que passou a compreender melhor os temas abordados na atividade.
Estudante 7	Superficial	Intermediário	Contato com novas tecnologias e aprendizagem prática.	Aprofundou consideravelmente o conhecimento sobre o tema.
Estudante 8	Intermediário	Avançado	Forte aprendizagem prática com tecnologias reais (sensores, Arduino, APIs, Grafana, WhatsApp e análise no Colab) em cenários reais.	Permitiu integrar IoT, eletrônica, programação e análise de dados, desenvolvendo habilidades importantes para o mercado e aumentando a confiança para desafios futuros.
Estudante 9	Intermediário	Intermediário	Desenvolvimento de sistema completo de apoio ao diagnóstico com Deep Learning, microserviços e React, além do recebimento de bolsa.	Consolidou a transição do conhecimento teórico para a prática e mostrou como IA, IoT e computação de borda podem ser integradas em soluções de saúde digital.
Estudante 10	Intermediário	Avançado	Aprendizagem prática em ambiente real com várias novas tecnologias na extensão.	Levou à implementação de modelo de baixo custo para monitorar ambientes hospitalares, com impacto positivo na formação pessoal e profissional.

emergentes das respostas dos estudantes (Figura 9).

**Figura 9. Frequência das categorias qualitativas nas entrevistas**

A aprendizagem prática, presente em todos os depoimentos, destacou-se como o principal elemento formativo, evidenciando que a realização de um projeto concreto favoreceu a compreensão dos conteúdos e tornou o processo de aprendizagem mais significativo. Esse resultado está em consonância com [Hmelo-Silver 2004], ao indicar que problemas autênticos e contextualizados promovem aprendizagem mais profunda. No

presente estudo, a aplicação no ambiente hospitalar contribuiu para transformar conceitos de IoT e computação em nuvem em experiências concretas, reforçando a integração entre teoria e prática. Além disso, foram recorrentes as menções ao contato com novas tecnologias e à aplicação em contexto real (90% e 80%, respectivamente), o que se alinha à concepção de [Savery 2015] sobre a ABP como estratégia que estimula investigação, tomada de decisão e responsabilidade pelo processo de aprendizagem.

Outras dimensões emergentes foram o desenvolvimento profissional (70%) e a multidisciplinaridade (50%), refletindo a articulação entre eletrônica, programação, arquitetura de sistemas e conhecimentos aplicados à saúde. Essa integração dialoga com [Barrows 1986], ao reforçar que a ABP favorece competências cognitivas mais complexas por meio da mobilização de conhecimentos de diferentes domínios. Assim, os resultados sugerem que a abordagem adotada contribuiu para avanços no desempenho dos estudantes e para a consolidação de competências alinhadas às demandas reais do campo da computação.

7. Conclusão

A análise dos resultados confirma que a ABP constitui uma metodologia pedagógica eficaz para o ensino de IoT e Computação em Nuvem, proporcionando um aprendizado mais dinâmico, contextualizado e significativo. Os questionários evidenciaram progressos consistentes: a média de acertos passou de 30% para 75% e os estudantes, que inicialmente se autoavaliavam majoritariamente nos níveis superficial ou intermediário, passaram a se concentrar nos níveis intermediário e avançado após a intervenção. Esse avanço quantitativo foi corroborado pelos relatos qualitativos, que destacaram a aprendizagem prática, o contato com novas tecnologias, a aplicação em contexto real, o desenvolvimento profissional e a multidisciplinaridade como principais contribuições da experiência.

Para além do domínio técnico, a ABP valorizou a resolução de problemas em cenários reais de monitoramento ambiental hospitalar, favorecendo a integração entre hardware, programação, computação em nuvem, análise de dados e conhecimentos da área de saúde. Essa articulação aproximou teoria e prática, ampliou a compreensão sobre o papel social das tecnologias e contribuiu para o desenvolvimento de competências relevantes para o mercado de trabalho, como capacidade de tomada de decisão, organização do trabalho em equipe e adaptação a situações complexas. Entretanto, reconhece-se que os dados de evolução do conhecimento se baseiam, em parte, em autoavaliações, o que introduz um grau de subjetividade à análise, e que não foram utilizados instrumentos objetivos comparativos entre grupos. Como perspectivas de continuidade, ampliaremos a aplicação da ABP em diferentes cursos e contextos institucionais, a realização de estudos com instrumentos quantitativos padronizados e a exploração de novos recursos tecnológicos para monitorar e analisar os dados coletados, de modo a consolidar ainda mais a eficácia da metodologia.

Uso de Inteligência Artificial

Declara-se que não houve a utilização de tecnologias de IA Generativa neste artigo.

Referências

Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20(6):481–486.

- Barrows, H. S., Tamblyn, R. M., et al. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*, volume 1. Springer Publishing Company.
- Cisco, T. and Internet, A. (2020). Cisco: 2020 cisco benchmark report. *Comput. Fraud Secur.*, 2020(3):4–4.
- da Silva Rodrigues, B. and Martins, V. F. (2020). Uso de pbl no ensino de iot: Um relato de experiência. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E28):42–55.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, 16:235–266.
- Jacob Rodrigues, M., Postolache, O., and Cercas, F. (2020). Physiological and behavior monitoring systems for smart healthcare environments: A review. *Sensors*, 20(8):2186.
- Kashani, M. H., Madanipour, M., Nikravan, M., Asghari, P., and Mahdipour, E. (2021). A systematic review of iot in healthcare: Applications, techniques, and trends. *Journal of Network and Computer Applications*, 192:103164.
- Khan, M., Ibrahim, M., Wu, N., and Patil, R. (2020). Interdisciplinary project based learning approach for machine learning and internet of things. In *2020 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, pages 1–6. IEEE.
- Pereira, P., Macêdo, A., Marques, S., Cunha, J., Gomes, S., and Bezerra, T. (2025). Construção e avaliação de um robô sumô para competições acadêmicas. In *Workshop de Inovação, Desenvolvimento, Educação e Inclusão com Ações Maker (IDEIA)*, pages 204–207. SBC.
- Sabo, P. H., Kawamoto, A., Liberato, R., and Cardieri, P. (2020). Plataforma de hardware de baixo custo para ensino de conceitos em internet das coisas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E28):510–519.
- Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows*, 9(2):5–15.
- Sorri, K., Mustafee, N., and Seppänen, M. (2022). Revisiting iot definitions: A framework towards comprehensive use. *Technological Forecasting and Social Change*, 179:121623.
- Stringhini, D., Tosta, T. A. A., and de Oliveira, T. (2023). Ods como temática para a prática em circuitos digitais: relato de experiência. *International Journal of Computer Architecture Education*, 12(2):30–39.
- Vogel, B., Peterson, B., and Emruli, B. (2019). Prototyping for internet of things with web technologies: A case on project-based learning using scrum. In *2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, volume 2, pages 300–305. IEEE.
- Wood, D. F. (2003). Problem based learning. *Bmj*, 326(7384):328–330.
- Xavier, R. M. and de Almeida, J. E. (2021). Atividades práticas no ensino de biologia: um estudo sobre a percepção de professores em um município de rondônia. *Brazilian Journal of Development*, 7(1):3089–3100.