

## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E REDES DE COMPUTADORES

Massaro Victor Pinheiro Alves<sup>1</sup>, Otávio Floriano Paulino<sup>2</sup>, Denilson Gabriel Freitas de Carvalho<sup>3</sup>, Elivânio Carneiro do Nascimento Júnior<sup>4</sup>

**Resumo:** A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é adotada como estratégia ativa que articula teoria e prática em contextos de Educação Profissional e Tecnológica. Este estudo, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, apresenta um relato de experiência sistematizado com 43 alunos do 2º ano do curso técnico em Desenvolvimento de Sistemas, em escola pública do Ceará, tendo como situação-problema a transmissão de sinal sem fio com repetidores, integrando conceitos de Redes de Computadores e Física. A intervenção estruturou-se em três etapas sequenciais: identificação do problema e planejamento inicial; implementação prática com ajustes colaborativos; e síntese com autoavaliação. A análise de formulários (itens em escala 0–5, questões dicotômicas e abertas), respondidos coletivamente por grupo, e de registros do processo, por síntese descritiva e análise temática, indicou sucesso técnico reportado por todas as equipes, porém percepções heterogêneas quanto à preparação, à integração conceitual e à colaboração intra e intergrupal. Também se observou baixa adesão ao registro sistemático de fontes e decisões em parte dos grupos, apontando a necessidade de suportes didáticos mais estruturados (nivelamento, protocolos de registro e ferramentas de coordenação). Conclui-se que a ABP pode favorecer aprendizagem ativa e integração interdisciplinar percebida em cursos técnicos, desde que acompanhada por mediações e recursos que sustentem a organização do trabalho e a sistematização do percurso.

**Palavras-chave:** interdisciplinaridade; engajamento discente; ondas eletromagnéticas; habilidades socioemocionais; Mediação docente.

---

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, E-mail: victormassaro00@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, E-mail: otavio.paulino@ufersa.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, E-mail: denilsongabrielfc@gmail.com.

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, E-mail: elivanio.junior@alunos.ufersa.edu.br.

# PROBLEM-BASED LEARNING IN PROFESSIONAL AND TECHNOLOGICAL EDUCATION: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH BETWEEN PHYSICS AND COMPUTER NETWORKS

**Abstract:** Problem-Based Learning (PBL) is adopted as an active strategy that connects theory and practice in Vocational and Technological Education. This qualitative, exploratory-descriptive study presents a systematized experience report with 43 second-year students enrolled in a technical program in Systems Development at a public school in Ceará, Brazil. The problem situation involved extending a wireless signal using repeaters, integrating concepts from Computer Networks and Physics. The intervention was structured in three sequential stages: problem identification and initial planning; hands-on implementation with collaborative adjustments; and synthesis with group self-assessment. Data from forms (0–5 scale items, dichotomous and open-ended questions) completed collectively by each group, along with process records, were examined through descriptive synthesis and thematic analysis. Findings indicate self-reported technical success by all teams, but heterogeneous perceptions regarding preparation, conceptual integration, and intra- and intergroup collaboration. Low adherence to systematic documentation of sources and decisions was also observed in some groups, pointing to the need for more structured instructional supports (concept leveling, documentation protocols, and coordination tools). The study suggests that PBL can foster active learning and perceived interdisciplinary integration in technical courses, provided it is accompanied by mediation strategies and resources that support work organization and the systematization of the learning process.

**Keywords:** interdisciplinarity; student engagement; electromagnetic waves; socio-emotional skills; teacher mediation.

## 1 INTRODUÇÃO

John Dewey, Charles Sanders Peirce e William James são reconhecidos como os principais fundadores do pragmatismo, corrente filosófica surgida nos Estados Unidos no final do século XIX, que sustenta que a verdade se confirma na aplicação prática das ideias, valorizando os efeitos concretos. No âmbito educacional, esse posicionamento reforça a indissociabilidade entre pensamento e prática, de modo a elevar o estudante à condição de protagonista do próprio processo formativo (Placides; Costa, 2021).

Em 1902, o episódio no qual John Dewey ouviu de um vendedor que as carteiras escolares “são apenas para ouvir, não para trabalhar” (Placides; Costa, 2021, p. 131) sintetiza a pedagogia tradicional, que concebia o aluno como mero receptor de informações. Em contrapartida a essa visão, Dewey propôs a aprendizagem ativa e participativa, ancorada no princípio *learning by doing*, que reposiciona a experiência prática no centro da educação.

Nessa perspectiva, as Metodologias Ativas, embora frequentemente associadas às demandas contemporâneas, fundamentam-se nos princípios pragmáticos, reconcebendo a educação como um processo contínuo no

qual o discente assume responsabilidade pela construção do conhecimento. Como observa Santos (2022, p. 85), tal abordagem “reorganiza e reconstrói continuamente a experiência do aprendiz”, promovendo protagonismo e engajamento.

Esse aspecto revela especial pertinência para a Educação Profissional e Tecnológica (EPT), visto que seu objetivo consiste na formação de indivíduos com competências técnicas e cidadãs, buscando uma formação integral alicerçada em ciência, trabalho, cultura e tecnologia (Castaman; Tommasini, 2020). Nesse contexto, as Metodologias Ativas tornam-se cruciais ao estimular integração curricular, reflexão crítica e aprendizagem colaborativa, mostrando-se coerentes com as demandas histórico-sociais e culturais.

Entre essas metodologias, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) destaca-se por estimular os estudantes a identificarem problemas reais, planejarem soluções e construírem conhecimento de forma autônoma, enquanto o professor atua como facilitador (Glasgow, 2019). A ABP destaca-se pela interdisciplinaridade, pois permite integrar saberes técnicos – por exemplo, Redes de Computadores – a conteúdos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como o estudo de ondas eletromagnéticas em Física.

A literatura recente evidencia benefícios dessa abordagem, ressaltando desde a centralidade do aluno no aprendizado reflexivo (Bacich; Moran, 2018) até o desenvolvimento de competências interpessoais (McConnell; Parker; Eberhardt, 2019). Além disso, outros estudos identificam a incerteza como fator motivador (Heng; Ping; Rol, 2020) e a relevância da interdisciplinaridade na aplicação prática de conceitos técnicos e científicos (Castro, 2020).

Não obstante a tais avanços, persistem desafios, a exemplo dos problemas mal estruturados, da baixa participação em grupos e das dificuldades de colaboração (Silva; Ribeiro; David, 2022; Putri; Sedyati; Zulianto, 2023). Soma-se a isso o apontamento de Shimizu *et al.* (2021) sobre limitações cooperativas decorrentes do foco excessivo na eficiência. Estas lacunas reforçam a necessidade de estratégias pedagógicas mais precisas para mitigar tais obstáculos.

Neste cenário, torna-se pertinente sistematizar experiências situadas de ABP na EPT que explicitem o desenho didático, o problema mobilizador e as condições reais de implementação. Este estudo assume caráter exploratório e descriptivo, orientado pela análise do processo de desenvolvimento da atividade e pelas percepções dos estudantes registradas em instrumentos de *feedback*.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo descrever e analisar a implementação da ABP em uma atividade interdisciplinar entre Física e Redes de Computadores, realizada com estudantes do curso técnico em Desenvolvimento de Sistemas em uma escola pública do Ceará, examinando percepções discentes e registros qualitativos sobre engajamento, colaboração e integração conceitual mobilizados durante a resolução de uma situação-problema de transmissão de sinal sem fio com repetidores.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

As Metodologias Ativas de ensino-aprendizagem destacam-se por favorecerem um processo educacional em que o estudante assume a posição central, contrastando-se a métodos dedutivos que privilegiam a exposição teórica antes da prática. Ao promoverem o envolvimento direto e reflexivo do discente na construção do conhecimento, essas abordagens estimulam a participação efetiva em todas as etapas, propiciando uma compreensão ampla e aprofundada (Bacich; Moran, 2018).

Nesse novo cenário, o papel docente transforma-se de mero transmissor de conteúdo a facilitador de um ambiente interativo, embora essas metodologias enfrentem barreiras de sistemas educacionais rígidos (Noffs; Santos, 2019). A superação desses obstáculos exige, portanto, flexibilização de espaço e tempo, além de uma comunicação eficaz para apoiar alunos com dificuldade de adaptação ao modelo participativo.

Entre as Metodologias Ativas, a ABP, concebida na década de 1960, se sobressai por confrontar os estudantes com problemas reais e contextualizados. Essa imersão estimula o pensamento crítico e o compromisso com o aprendizado contínuo, ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de aprendizagens práticas e colaborativas consideradas relevantes para a formação na EPT (Bacich; Moran, 2018; Wetzel, 1994).

O elemento estruturante da ABP é a incerteza, visto que os problemas contêm variáveis desconhecidas que precisam serativamente investigadas pelos estudantes. Conforme sustentam Heng, Ping e Rol (2020), essa característica atua como motivação intrínseca, impulsionando a busca por informações e a elaboração de soluções para desafios complexos.

Apesar dos benefícios, a implementação da ABP enfrenta desafios específicos, pois, como observam Silva, Ribeiro e David (2022), problemas mal estruturados ou sem contextualização dificultam o foco nos objetivos. Essa falha no planejamento pode sobrecarregar os alunos e fragmentar o conhecimento, em vez de integrá-lo de maneira significativa.

Por sua vez, a dinâmica de grupo é outro fator crítico, já que a ABP pressupõe equipes coesas para favorecer a divisão de responsabilidades e o desenvolvimento do respeito mútuo (Wood, 2003). Contudo, pesquisas como a de Putri, Sedyati e Zulianto (2023) registram que a baixa participação de alguns discentes, por insegurança ou desinteresse, surge como um obstáculo frequente à aprendizagem colaborativa.

A interdependência positiva é igualmente determinante para o êxito da ABP, estabelecendo a premissa de que o sucesso de um integrante depende diretamente do sucesso de toda a equipe. Nesse sentido, Shimizu *et al.* (2021) consideram esse elemento essencial para o raciocínio de ordem superior e o suporte social, embora seu efeito seja neutralizado por um foco excessivo em eficiência individual.

No âmbito da EPT, a implementação da ABP oferece oportunidades estratégicas para integrar componentes técnicos, como Redes de Computadores, aos eixos da BNCC, como a Física. A utilização de problemas autênticos aproxima a aprendizagem das demandas profissionais, tornando o conhecimento adquirido significativamente mais relevante e aplicável (McConnell; Parker; Eberhardt, 2019).

A interdisciplinaridade revela-se, portanto, como a estratégia central da abordagem, a exemplo da aplicação de conceitos de propagação de ondas eletromagnéticas ao posicionamento de repetidores em redes sem fio. Essa prática promove uma alfabetização científica alinhada às exigências tecnológicas contemporâneas, unindo fundamentos teóricos a situações concretas (Castro, 2020).

No contexto de um problema prático, o estudo de redes sem fio exige compreender que ondas eletromagnéticas sustentam a comunicação e que sua propagação depende da frequência e do comprimento das ondas. Os alunos descobrem que frequências baixas atravessam obstáculos com mais facilidade, enquanto as altas são mais suscetíveis a interferências, constituindo conhecimento crucial para configurar redes (Tanenbaum *et al.*, 2021).

Para fins deste estudo, assume-se que os efeitos pedagógicos discutidos na literatura (engajamento, colaboração e integração teoria-prática) são tratados como potenciais da ABP. Entretanto, as evidências produzidas pela intervenção são interpretadas de modo descriptivo e formativo, a partir de registros do processo e de autorrelatos/percepções discentes. Assim, não se pretende inferir causalmente o desenvolvimento de competências apenas com base em opinião, mas compreender como os estudantes vivenciaram a atividade e quais dimensões do processo foram mais, ou menos, favorecidas no contexto observado.

Coerentemente com essa delimitação, as discussões deste trabalho se organizam em torno de dimensões analíticas que dialogam com o desenho da intervenção: compreensão do problema e planejamento inicial; engajamento e investigação autônoma; colaboração intragrupo e intergrupo; integração conceitual entre Física (ondas, frequência, interferência) e Redes de Computadores (propagação, configuração e posicionamento de repetidores); e sistematização do trabalho (registros, fontes consultadas e justificativas técnicas).

Mediante esses fundamentos, a ABP configura-se como uma abordagem promissora para a EPT por articular problemas autênticos, investigação ativa e trabalho colaborativo, sendo especialmente relevante quando associada a propostas interdisciplinares. Com base nesse enquadramento teórico-metodológico, o estudo avança para a etapa metodológica, detalhando a experiência e os procedimentos de registro e análise adotados para descrever a implementação da atividade.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, do tipo relato de experiência sistematizado, realizada com 43 alunos (idades entre 15 e 18 anos) do 2º ano do Ensino Médio integrado ao curso técnico de Desenvolvimento de Sistemas, em escola pública do Ceará, por meio de uma atividade interdisciplinar envolvendo conceitos de Redes de Computadores (com ênfase em redes sem fio) e Física. Com base em Gil (2017), a investigação buscou descrever a intervenção pedagógica e analisar as percepções discentes e os registros produzidos durante a atividade, focalizando desafios de implementação, dinâmica colaborativa e articulação entre teoria e prática.

A atividade utilizou repetidores sem fio operando na frequência de 2,4 GHz, conforme o padrão do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 802.11n, e computadores para configuração e monitoramento. O procedimento envolveu o planejamento e a execução da transmissão do sinal, com identificação e superação de barreiras e interferências, além do ajuste do posicionamento dos equipamentos.

Todas as etapas da pesquisa observaram os preceitos éticos da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, assegurando voluntariedade, anonimato e confidencialidade. Foram obtidas a autorização institucional e o consentimento dos responsáveis legais, preservando os direitos dos estudantes.

Os participantes foram expostos a um problema de transmissão de sinal sem fio entre dois pontos da escola, distribuído ao longo de oito aulas, exigindo dos grupos a identificação e superação dos desafios apresentados, além da coordenação na instalação dos dispositivos. Antes da prática, foram ministradas aulas introdutórias sobre ondas eletromagnéticas, interferências e fundamentos de redes sem fio.

O procedimento pedagógico estruturou-se em três fases, fundamentado nos trabalhos de Wetzel (1994) e Bacich e Moran (2018), com adaptações do modelo da *Harvard Medical School*. As fases foram utilizadas como eixo de organização da descrição do processo e da análise das percepções/autorrelatos, permitindo discutir como os grupos vivenciaram a atividade e quais pontos demandam maior suporte pedagógico.

#### 3.1 Identificação do Problema e Planejamento Inicial

A primeira fase da atividade concentrou-se na identificação do problema central e no delineamento das ações iniciais, momento em que o professor, atuando como pesquisador e facilitador, esteve diretamente envolvido no processo, conduzindoativamente as etapas e promovendo a integração entre teoria e prática desde a apresentação da proposta à turma. Nessa ocasião, explicitou-se que os estudantes seriam desafiados a solucionar um problema real de transmissão de sinal sem fio no ambiente escolar, onde o maior

desafio residia na conexão de múltiplos repetidores diferentes, transmitindo informações em uma grande distância.

A receptividade dos alunos foi, em sua maioria, positiva, evidenciando interesse pela abordagem inovadora, ainda que alguns demonstrassem dúvidas quanto à dinâmica do trabalho. Com o intuito de favorecer a participação efetiva e estimular comunicação, cooperação e liderança durante a resolução do problema, a turma foi organizada em seis grupos – um com oito integrantes e cinco com sete –, sendo a formação dos grupos de responsabilidade dos próprios estudantes, escolha metodológica que encontra respaldo em Wood (2003), ao destacar a eficácia da ABP em pequenos grupos para potencializar a aprendizagem colaborativa.

Após a constituição dos grupos, os participantes foram orientados a elaborar hipóteses sobre o posicionamento dos repetidores, considerando os desafios impostos pelo espaço físico da escola, sendo recomendada a pesquisa de dados complementares para fundamentar as decisões técnicas, promovendo a autonomia investigativa dos estudantes. Adicionalmente, cada grupo identificou os temas de aprendizagem necessários – como perdas de sinal, relação entre frequência e propagação – e estruturou um cronograma de estudos para organizar as etapas do projeto, enquanto foram incentivados estudos independentes, visando à consolidação de uma base conceitual para as fases subsequentes da atividade prática.

### **3.2 Implementação e Ajustes Colaborativos**

Na segunda fase, os grupos colocaram em prática as hipóteses elaboradas, realizando o posicionamento e a configuração dos repetidores de acordo com o planejamento inicial, sendo importante ressaltar que o sucesso da atividade dependia da colaboração e da articulação entre as equipes, visto que os segmentos da rede eram interligados e exigiam ações coordenadas. Durante a execução, os estudantes revisaram e ajustaram suas estratégias diante de obstáculos imprevistos, como interferências e barreiras físicas, promovendo adaptações no posicionamento dos equipamentos e na parametrização técnica para garantir a estabilidade da conexão.

O professor atuou de modo pontual e estratégico, intervindo sempre que necessário ou mediante solicitação dos grupos, de modo a estimular a autonomia, o pensamento crítico e a responsabilidade dos participantes sobre as decisões tomadas. Destaca-se que, desde o início desta etapa, os estudantes foram sistematicamente incentivados a registrar todo o processo, incluindo fontes consultadas, dificuldades encontradas, soluções propostas e justificativas técnicas para as escolhas realizadas, registro que visava não apenas à organização do projeto, mas também à constituição de um referencial para análise posterior, tanto no âmbito coletivo quanto individual.

### **3.3 Síntese, Avaliação e Conclusão**

Na terceira fase, os grupos finalizaram a transmissão do sinal e consolidaram as estratégias práticas desenvolvidas e ajustadas ao longo do processo. Em seguida, os estudantes participaram de uma etapa de reflexão e autoavaliação por meio de formulários de *feedback* que abordaram a dinâmica do trabalho em equipe, os desafios enfrentados e a percepção sobre a integração entre conceitos de Física e Redes de Computadores. Esses instrumentos foram utilizados como fonte de autorrelato, permitindo que os estudantes explicitassem o modo como compreenderam e justificaram suas decisões técnicas.

Por fim, os alunos registraram recomendações para futuras aplicações do projeto, reforçando uma cultura de aprimoramento contínuo e oferecendo insumos para ajustes didático-metodológicos em novas edições.

### **3.4 Coleta e Análise De Dados**

A coleta de dados foi realizada por meio de formulários aplicados via Google Formulários, que combinaram questões abertas, de múltipla escolha, itens dicotômicos (sim/não) e escalas lineares (0 a 5), com âncoras em “discordo totalmente” (0) e “concordo totalmente” (5). Os formulários foram respondidos de forma coletiva por cada grupo, coerentemente com a organização dos resultados na forma de síntese por equipe, e foram aplicados ao final de cada fase da intervenção pedagógica.

Posteriormente, os dados foram organizados no Google Planilhas para uma análise mista: a parte quantitativa foi sistematizada e apresentada nos quadros da seção seguinte, enquanto as respostas abertas foram examinadas qualitativamente por análise temática (leitura integral, codificação e agrupamento em categorias), buscando identificar padrões recorrentes e tendências pedagógicas.

Para facilitar a leitura dos itens em escala 0 – 5, os escores foram recodificados em categorias interpretativas: 0 = “Discordo totalmente”; 1 = “Discordo parcialmente”; 2 = “Nem concordo nem discordo”; 3 – 4 = “Concordo em parte”; 5 = “Concordo totalmente”. Essa abordagem permitiu integrar sínteses descritivas e categorias temáticas para interpretar achados e efeitos percebidos ao longo da intervenção. O Quadro 1 sintetiza o instrumento de coleta utilizado.

Quadro 1 - Perguntas do questionário organizadas por fase da intervenção pedagógica

Fase	Nº Pergunta	Pergunta	Tipo de Resposta
Fase I: Identificação do Problema e Planejamento Inicial	P1	Compreendemos claramente o problema e os desafios na transmissão do sinal sem fio.	Escala Likert (0-5)
	P2	Formulamos hipóteses realistas sobre o posicionamento dos repetidores para minimizar interferências.	Escala Likert (0-5)
	P3	Investigamos o ambiente e coletamos as informações necessárias para embasar nossas decisões.	Escala Likert (0-5)
	P4	Identificamos os temas de aprendizagem relevantes (como perda de sinal, frequência e interferências) e nos preparamos para a atividade.	Escala Likert (0-5)
	P5	Realizamos estudos independentes para aprofundar os conceitos identificados e nos preparar para a atividade prática.	Escala Likert (0-5)
	P6	Elaboramos um cronograma de aprendizagem para organizar as tarefas e definir a execução de cada etapa.	Escala Likert (0-5)
Fase II: Implementação e Ajustes Colaborativos	P7	Redefinimos o problema e formulamos novas hipóteses quando necessário.	Escala Likert (0-5)
	P8	Identificamos a necessidade de aprender novos conceitos para superar desafios emergentes.	Sim/Não + Justificativa aberta
	P9	Registrarmos todas as fontes consultadas durante o processo, garantindo embasamento e referência para futuras consultas.	Escala Likert (0-5)
	P10	Colaboramos efetivamente com as outras equipes para garantir o sucesso da transmissão.	Escala Likert (0-5)
Fase III: Síntese, Avaliação e Conclusão	P11	A transmissão do sinal foi concluída com sucesso.	Sim/Não + Justificativa (se não)
	P12	Aplicamos corretamente os conceitos de Redes de Computadores (como configuração de repetidores e propagação de sinal).	Escala Likert (0-5)
	P13	Aplicamos corretamente os conceitos de Física (como ondas, frequência e interferências eletromagnéticas).	Escala Likert (0-5)
	P14	Descreva um exemplo concreto de como seu grupo integrou conceitos de Física e Redes de Computadores durante a atividade.	Resposta aberta
	P15	A atividade contribuiu para o desenvolvimento de habilidades essenciais (como comunicação, cooperação e resolução de problemas).	Escala Likert (0-5)

Fase	Nº Pergunta	Pergunta	Tipo de Resposta
Feedback sobre a Metodologia ABP	P16	A metodologia ABP foi eficaz para o meu aprendizado em comparação com aulas tradicionais.	Escala Likert (0-5)
	P17	Os recursos e orientações fornecidos foram suficientes para a realização da atividade.	Escala Likert (0-5)
	P18	Sugestões para melhorar esta atividade em futuras edições.	Resposta aberta

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção estrutura-se em conformidade com as três fases da metodologia aplicada, focalizando a condução do processo e os ajustes realizados pelos grupos no contexto prático. Adicionalmente, analisam-se as percepções dos próprios estudantes sobre a atividade, incluindo suas observações acerca da aplicação dos conceitos teóricos e dos desafios encontrados.

Essa abordagem estruturada permite uma visão detalhada de como cada grupo vivenciou a atividade, descrevendo as estratégias de resolução de problemas adotadas. A análise destaca os aspectos colaborativos e as dificuldades técnicas enfrentadas, apontando efeitos percebidos da ABP na experiência prática dos estudantes.

Para contextualizar o ambiente da atividade, a Figura 1 ilustra a visão aérea da escola, local onde o estudo foi conduzido. O desafio prático consistiu em estabelecer uma transmissão de sinal sem fio por uma distância aproximada de 109,33 metros, exigindo a distribuição estratégica dos pontos de repetição pelo espaço.

Figura 1 - visão aérea da escola onde foi realizada a atividade de transmissão de sinal sem fio



Fonte: Google Earth, adaptado pelos autores (2025).

Esse cenário físico, caracterizado por barreiras naturais e estruturais, exigiu dos grupos uma análise cuidadosa para posicionar os repetidores e minimizar as interferências. Nesse contexto, a própria configuração do espaço reafirma um dos desafios associados à ABP: a necessidade de enfrentar problemas complexos que requerem investigação ativa e construção de conhecimento contextual (Silva; Ribeiro; David, 2022).

#### 4.1 Resultados da Primeira Fase

Nesta primeira fase, conforme relatado, os grupos foram desafiados a identificar os principais obstáculos relacionados à transmissão de sinal sem fio, analisando aspectos técnicos e ambientais. A partir dessa análise inicial, os grupos formularam hipóteses e estratégias para mitigar interferências e barreiras físicas.

O Quadro 2 apresenta as respostas dos grupos às perguntas dessa etapa, evidenciando uma autoavaliação heterogênea quanto à compreensão inicial dos desafios e às ações de planejamento. Essa diversidade de percepções reflete diferentes experiências prévias e níveis de familiaridade dos estudantes com conceitos associados à transmissão sem fio.

Quadro 2 – Respostas às perguntas da fase de identificação do problema e planejamento inicial

Grupo	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	Concordo em parte	Concordo totalmente	Concordo totalmente	Concordo em parte	Discordo parcialmente	Nem concordo nem discordo
2	Concordo totalmente	Concordo em parte	Concordo em parte	Concordo totalmente	Concordo totalmente	Concordo em parte
3	Concordo totalmente	Concordo totalmente	Concordo em parte	Concordo em parte	Concordo totalmente	Concordo totalmente
4	Concordo em parte	Concordo totalmente	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Nem concordo nem discordo	Concordo totalmente
5	Concordo em parte	Concordo em parte	Nem concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo parcialmente	Concordo em parte
6	Concordo em parte	Concordo em parte	Concordo em parte	Nem concordo nem discordo	Nem concordo nem discordo	Discordo parcialmente

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Na Pergunta 1, referente à compreensão dos desafios, observou-se uma divisão entre as equipes: os Grupos 2 e 3 assinalaram maior concordância, enquanto os demais indicaram concordância parcial. Esse padrão sugere diferenças na clareza inicial sobre o problema, aspecto coerente com Heng, Ping e Rol (2020), que ressaltam a importância de explicitar lacunas de conhecimento na ABP como ponto de partida para investigações posteriores.

Relativamente à Pergunta 2, sobre a formulação de hipóteses, os Grupos 1, 3 e 4 indicaram maior segurança percebida em suas proposições, em contraste com os Grupos 2, 5 e 6, que registraram concordância parcial. Isso aponta variações no grau de confiança inicial para propor soluções, dialogando com McConnell, Parker e Eberhardt (2019) quanto ao papel do trabalho colaborativo e do refinamento progressivo de hipóteses em atividades de ABP.

Quanto à investigação do ambiente (Pergunta 3), o Grupo 1 registrou concordância total, enquanto parte dos demais grupos indicou concordância parcial ou neutralidade. Esse resultado sugere diferenças na percepção sobre a suficiência do diagnóstico inicial do espaço, o que é relevante em ABP, pois a exploração do contexto e a coleta de informações sustentam a qualidade das hipóteses e decisões (Silva; Ribeiro; David, 2022).

A Pergunta 4, sobre preparação para a atividade, revela disparidades nas respostas: o Grupo 2 indicou concordância total, enquanto os demais registraram variações entre concordância parcial, neutralidade e discordância

parcial. Esse padrão aponta que a preparação foi vivenciada de modo desigual pelos grupos, reforçando a importância da contextualização e do apoio pedagógico para articular conceitos teóricos às demandas do problema prático (Ribeiro; Passos; Salgado, 2020).

Em relação ao aprofundamento conceitual (Pergunta 5), os Grupos 2 e 3 apontaram concordância total, enquanto outros grupos indicaram neutralidade ou discordância parcial. Isso sugere diferenças no envolvimento percebido com estudos independentes, dimensão frequentemente associada à autonomia investigativa em abordagens ativas (Bacich; Moran, 2018), indicando a necessidade de estratégias de mediação que incentivem registro, busca e validação de fontes.

No que se refere à Pergunta 6, sobre a elaboração de um cronograma, os Grupos 3 e 4 registraram concordância total, enquanto grupos como o 1 e o 6 apresentaram respostas mais baixas. Essas variações sugerem diferenças na organização inicial do trabalho, aspecto que pode influenciar o andamento das etapas de execução e ajuste, conforme discutem Heng, Ping e Rol (2020).

De modo geral, a heterogeneidade observada no Quadro 2 evidencia padrões distintos de engajamento percebido entre os grupos. Enquanto os Grupos 2 e 3 apresentam maior convergência entre autoavaliação de compreensão inicial (P1–P3) e organização do planejamento (P6), os Grupos 5 e 6 registram respostas mais baixas em múltiplas dimensões, especialmente em P2, P3 e P6. Esse contraste sugere que diferentes dimensões do processo (compreensão percebida, diagnóstico do ambiente e planejamento) não necessariamente avançam de forma equilibrada entre os grupos, o que reforça a necessidade de mediações mais explícitas nas etapas iniciais da ABP.

## 4.2 Resultados da Segunda Fase

Na segunda fase, os grupos iniciaram a aplicação prática das hipóteses formuladas, realizando ajustes dinâmicos conforme novos desafios surgiam durante a implementação. Essa etapa foi fundamental para que os estudantes reavaliassem suas abordagens e adaptassem estratégias em tempo real, criando condições para a mobilização de práticas colaborativas e para o exercício do pensamento crítico no contexto da atividade, coerentemente com os pressupostos da ABP.

Quadro 3 - Respostas às perguntas da fase de implementação e ajustes colaborativos

Grupo	P7	P8	P9	P10
1	Concordo em parte	Sim	Discordo totalmente	Concordo totalmente
2	Concordo totalmente	Sim	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte
3	Concordo totalmente	Sim	Concordo em parte	Concordo em parte
4	Concordo em parte	Sim	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte
5	Concordo em parte	Sim	Discordo parcialmente	Nem concordo nem discordo
6	Concordo em parte	Sim	Discordo totalmente	Nem concordo nem discordo

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O Quadro 3 apresenta, de forma sintetizada, as respostas dos grupos às questões referentes a esta segunda fase do projeto. A análise desses dados indica padrões nas percepções dos estudantes sobre o processo de adaptação e a dinâmica dos ajustes colaborativos.

No que concerne à Pergunta 7, sobre a redefinição do problema, os Grupos 2 e 3 concordaram totalmente com a necessidade de ajustes, indicando maior concordância percebida quanto à adaptação das hipóteses, enquanto os Grupos 1, 4, 5 e 6 concordaram apenas parcialmente. Esse padrão sugere diferenças no grau de flexibilidade percebida durante a execução, aspecto considerado central na ABP (McConnell; Parker; Eberhardt, 2019), e dialoga com as variações já observadas na etapa inicial de formulação de hipóteses.

Em relação à Pergunta 8, que tratava da necessidade de aprender novos conceitos (com justificativa), todos os grupos responderam afirmativamente, embora tenham destacado aspectos distintos. Nas justificativas, os Grupos 1, 2 e 3 mencionaram, respectivamente, a importância da comunicação e da análise do ambiente, habilidades analíticas para posicionamento e aspectos técnicos de configuração e interferência. O Grupo 4 enfatizou a relação entre distância e interferência; o Grupo 5 mencionou conceitos variados, como modos de operação; e o Grupo 6 ressaltou a comunicação ampla e o planejamento colaborativo. A recorrência de menções à colaboração em diferentes respostas se aproxima do que Putri, Sedyati e Zulianto (2023) apontam sobre a comunicação eficaz como elemento relevante para a aprendizagem em equipe.

A Pergunta 9, sobre o registro sistemático das fontes, revelou baixa adesão: os Grupos 1 e 6 discordaram totalmente, o Grupo 5 discordou parcialmente, os Grupos 2 e 4 mantiveram-se neutros e apenas o Grupo 3 concordou parcialmente. Como já mencionado, o registro foi incentivado

pelo professor, porém sua realização ficou a cargo dos participantes, o que se relaciona à autonomia discente. Essa baixa adesão ao registro pode limitar a sistematização do percurso e a articulação entre informações consultadas e decisões tomadas, aspecto valorizado em projetos de ABP que envolvem pesquisa e integração de conhecimento (Silva; Ribeiro; David, 2022).

Quanto à Pergunta 10, sobre a colaboração efetiva entre os grupos, os dados sugerem uma interação intergrupal limitada: o Grupo 1 foi o único a concordar totalmente; os Grupos 2, 3 e 4 indicaram colaboração parcial; e os Grupos 5 e 6 registraram neutralidade. Esse padrão indica níveis distintos de comunicação e cooperação entre equipes, o que se relaciona ao que Putri, Sedyati e Zulianto (2023) discutem sobre como falhas comunicacionais podem reduzir a efetividade do trabalho coletivo.

De forma integrada, a combinação entre baixa adesão ao registro (P9) e colaboração intergrupal limitada (P10) sugere uma fragilidade na circulação e consolidação de aprendizados compartilhados durante a execução. Por exemplo, o Grupo 1, embora tenha indicado colaboração plena (P10), registrou discordância total quanto ao registro de fontes (P9), o que pode ter restringido a organização e a reutilização de soluções construídas. Essa lacuna tende a dificultar a síntese posterior do processo, pois a ausência de registros reduz a possibilidade de reconstruir com clareza as decisões, ajustes e justificativas, conforme discutem Silva, Ribeiro e David (2022) sobre riscos de fragmentação quando faltam mecanismos de sistematização em experiências de ABP.

#### 4.3 Resultados da Terceira Fase

Na terceira fase, os grupos sintetizaram as experiências vivenciadas, realizando uma reflexão e uma autoavaliação sobre as estratégias e ajustes adotados ao longo da atividade. O Quadro 4 apresenta as respostas dos grupos e evidencia padrões de autoavaliação quanto à aplicação percebida dos conteúdos e às contribuições percebidas da experiência nesta etapa conclusiva.

Quadro 4 - Respostas às perguntas da fase de síntese, avaliação e conclusão

Grupo	P11	P12	P13	P14	P15
1	Sim	Concordo em parte	Concordo em parte	Resposta aberta	Concordo em parte
2	Sim	Concordo em parte	Concordo em parte	Resposta aberta	Concordo totalmente
3	Sim	Concordo em parte	Concordo totalmente	Resposta aberta	Concordo em parte
4	Sim	Concordo totalmente	Concordo em parte	Resposta aberta	Discordo parcialmente
5	Sim	Concordo em parte	Concordo em parte	Resposta aberta	Nem concordo nem discordo

Grupo	P11	P12	P13	P14	P15
6	Sim	Concordo em parte	Concordo em parte	Resposta aberta	Concordo totalmente

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Em relação à Pergunta 11, todos os grupos indicaram que concluíram com sucesso a transmissão do sinal. Esse resultado descreve o êxito técnico da tarefa proposta, associado à superação de barreiras e à necessidade de coordenação entre equipes, dialogando com a noção de interdependência positiva, em que o sucesso do sistema depende da contribuição de cada grupo e da articulação entre os segmentos da rede (Shimizu *et al.*, 2021).

No que se refere à Pergunta 12, cinco grupos concordaram parcialmente sobre a aplicação percebida dos conceitos de Redes de Computadores, enquanto o Grupo 4 concordou totalmente. Esse padrão sugere variações na segurança/clareza percebida quanto à configuração dos repetidores e ao entendimento do processo de propagação do sinal, ainda que a tarefa tenha sido concluída.

Quanto à Pergunta 13, observou-se predominância de concordância parcial quanto à aplicação percebida de conceitos de Física, com apenas o Grupo 3 concordando totalmente. Isso indica que, para a maioria dos grupos, a transposição entre teoria e prática foi vivenciada como parcial, o que dialoga com os achados da Pergunta 4 (fase inicial) sobre disparidades na preparação e na contextualização dos temas de aprendizagem (Ribeiro; Passos; Salgado, 2020).

No tocante à Pergunta 14, nas respostas abertas, os grupos apresentaram exemplos variados de integração entre Física e Redes de Computadores. De modo geral, as menções se concentraram em aspectos como interferência, posicionamento dos repetidores, frequência/propagação, princípios de ondulatória, equilíbrio entre distância e interferências e atenuação do sinal. A variedade de exemplos sugere diferentes formas de mobilização interdisciplinar, coerentes com os desafios específicos enfrentados por cada grupo durante a execução.

Com relação às respostas à Pergunta 15, os grupos apresentaram avaliações heterogêneas quanto à contribuição percebida da atividade para comunicação, cooperação e resolução de problemas. Os Grupos 2 e 6 concordaram totalmente; os Grupos 1 e 3 concordaram parcialmente; o Grupo 4 discordou parcialmente; e o Grupo 5 manteve-se neutro. Esse resultado indica que a vivência da colaboração não foi uniforme, apesar de, na Pergunta 8, todos os grupos terem reconhecido a necessidade de comunicação para superar desafios na implementação.

Esses achados também se relacionam à Pergunta 10 (fase 2), que apontou colaboração intergrupal limitada em parte das equipes. A variação em P15 sugere que, embora a cooperação tenha sido valorizada, diferentes grupos

podem ter enfrentado obstáculos na operacionalização dessa colaboração, o que reforça a pertinência de estratégias de mediação e de organização do trabalho (por exemplo, definição de papéis, combinados de comunicação e instrumentos simples de registro) para apoiar o funcionamento em equipe em intervenções futuras.

Por fim, a combinação entre sucesso técnico reportado por todos os grupos (P11) e percepções distintas sobre colaboração e habilidades (P15) sugere que a conclusão da tarefa não implica, necessariamente, uma vivência colaborativa igualmente positiva em todas as equipes. O caso do Grupo 4, por exemplo, reúne concordância total em Redes (P12) e discordância parcial em P15, o que pode indicar que o esforço técnico não se traduziu, na autoavaliação do grupo, em melhoria percebida de comunicação/cooperação.

Assim, os dados apontam para a importância de incluir mecanismos simples de regulação e reflexão grupal (como listas de tarefas, rodízio de papéis e registros mínimos do processo), de modo a favorecer a sistematização do percurso e apoiar a dimensão colaborativa em futuras aplicações, em consonância com as discussões sobre interdependência positiva (Shimizu *et al.*, 2021).

#### 4.4 *Feedback* sobre a Metodologia ABP

Após a conclusão das atividades, os estudantes forneceram também *feedbacks* sobre suas experiências com a metodologia ABP, o que permitiu uma análise de suas percepções sobre o processo de aprendizado. O Quadro 5 sintetiza esses dados, revelando tendências recorrentes em cada dimensão avaliada e oferecendo uma perspectiva sobre os pontos fortes e os desafios percebidos da metodologia.

Quadro 5 - Respostas às perguntas da fase de *feedback* sobre a metodologia ABP.

Grupo	P16	P17	P18
1	Concordo totalmente	Concordo em parte	Resposta aberta
2	Concordo totalmente	Concordo em parte	Resposta aberta
3	Concordo em parte	Concordo em parte	Resposta aberta
4	Concordo totalmente	Concordo totalmente	Resposta aberta
5	Concordo em parte	Concordo em parte	Resposta aberta
6	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Resposta aberta

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Na Pergunta 16, a maioria dos grupos (1, 2 e 4) concordou totalmente que a ABP foi percebida como mais eficaz e envolvente do que o método tradicional, o que dialoga com as observações de Oliveira, Siqueira e Romão (2020) sobre benefícios associados à metodologia. Em contraste, os Grupos 3 e 5 concordaram parcialmente e o Grupo 6 manteve-se neutro, indicando que

a avaliação da experiência com a ABP pode variar conforme fatores como adaptação ao formato e condições de infraestrutura e apoio disponíveis.

No que se refere à Pergunta 17, a maioria dos grupos (cinco de seis) concordou parcialmente que os recursos e orientações foram suficientes, sugerindo suficiência percebida com margem para aprimoramento, especialmente no detalhamento de materiais de apoio para resolução de dificuldades técnicas. Essa percepção se conecta à discussão de Heng, Ping e Rol (2020) sobre a presença de incerteza em problemas complexos na ABP, reforçando a necessidade de equilibrar autonomia investigativa com orientações mínimas e instrumentos de suporte para que a incerteza funcione como elemento mobilizador.

Quanto à Pergunta 18, os grupos sugeriram melhorias específicas para a atividade: o Grupo 1 propôs uma verificação prévia do ambiente; o Grupo 2, a divisão das instruções em etapas; o Grupo 3, mais detalhes técnicos com exemplos; e o Grupo 4, uma introdução geral sobre os objetivos. De forma complementar, o Grupo 6 sugeriu uma revisão de conceitos fundamentais para nivelar a turma, enquanto o Grupo 5, satisfeito com a experiência, não indicou mudanças necessárias.

As propostas de melhorias revelam uma demanda por estruturas de apoio adaptativas que podem não ter sido plenamente atendidas na intervenção. Como observa Magalhães (2021), a ABP exige um equilíbrio entre autonomia e orientação, pois quando o suporte é insuficiente para compensar assimetrias de conhecimento prévio (como em Física básica), a incerteza pedagógica, em vez de motivadora, pode tornar-se paralisante. Assim, as sugestões dos estudantes não se restringem a ajustes logísticos, mas indicam que a didática e os instrumentos de apoio precisam ser planejados com o mesmo rigor que o problema proposto.

## 5 CONCLUSÕES

A aplicação da ABP no contexto desta intervenção interdisciplinar entre Física e Redes de Computadores permitiu observar como os grupos vivenciaram uma situação-problema autêntica e como avaliaram, por autorrelato, a integração entre conceitos teóricos e decisões técnicas mobilizadas durante a transmissão do sinal. De modo geral, os dados sugerem que a atividade favoreceu aprendizagem ativa e integração interdisciplinar percebida, especialmente ao demandar planejamento, testes, ajustes e justificativas para enfrentar barreiras e interferências no ambiente escolar.

Os achados indicam que, embora todos os grupos tenham reportado sucesso técnico na transmissão do sinal (P11), as avaliações sobre colaboração, comunicação e resolução de problemas (P15) foram heterogêneas, assim como as percepções sobre colaboração intergrupal (P10). Esse contraste sugere que a conclusão técnica da tarefa não garante, por si só, uma vivência colaborativa

igualmente positiva em todas as equipes, apontando para a necessidade de mecanismos didáticos mais explícitos de organização e regulação do trabalho em grupo ao longo do processo.

Nesse sentido, as sugestões apresentadas pelos estudantes (P18), como nivelamento conceitual, maior clareza de instruções e protocolos por etapas, reforçam a importância de equilibrar autonomia e orientação para que a incerteza inerente à ABP atue como elemento mobilizador. No contexto observado, a “incerteza pedagógica” parece demandar suportes pactuados e transparentes, capazes de reduzir assimetrias de conhecimento prévio sem eliminar a autenticidade investigativa da atividade. Assim, o professor enfrenta o desafio de propor situações suficientemente realistas para engajar os estudantes, mas didaticamente sustentadas por instrumentos de apoio e dispositivos de acompanhamento, preservando a autonomia sem deixar o trabalho “à deriva”.

Ao analisar as três fases, observam-se padrões coerentes com essa interpretação. Na Fase 1, as variações nas respostas relacionadas à compreensão inicial do problema e ao planejamento (P1-P6) sugerem que diagnósticos prévios e estratégias de nivelamento podem reduzir disparidades no início da intervenção.

Na Fase 2, a baixa adesão aos registros consultados (P9) e a colaboração intergrupal limitada (P10) indicam uma necessidade de mecanismos simples de sistematização e circulação de aprendizados (por exemplo, registros mínimos obrigatórios, definição de papéis e combinados de comunicação).

Na Fase 3, as autoavaliações sobre aplicação de conceitos de Redes e de Física (P12-P13) apontam que a integração teoria–prática foi vivenciada como parcial por parte dos grupos, reforçando a importância de mediações e de momentos de explicitação do raciocínio.

Diante disso, recomenda-se que futuras aplicações da atividade adotem um protocolo didático que inclua: diagnóstico prévio de conhecimentos essenciais; nivelamento conceitual breve e direcionado; estruturação progressiva de suportes (checklists, etapas de configuração e critérios mínimos de registro); monitoramento formativo da dinâmica grupal; e momentos de síntese orientada para explicitar decisões, erros e ajustes realizados. Tais recomendações derivam dos padrões descritivos e das percepções relatadas pelos participantes, e não de medidas objetivas de ganho de aprendizagem ou de competências.

Quanto às limitações, trata-se de um caso único e situado, com o professor atuando também como pesquisador, e com dados baseados predominantemente em percepções coletivas por grupo e registros de sala. Essas condições delimitam a interpretação e não permitem inferências causais ou generalizações amplas, mas oferecem um panorama consistente sobre

desafios e potencialidades percebidas na implementação da ABP em contexto de EPT.

Como perspectivas, recomenda-se que estudos futuros utilizem instrumentos adicionais (rubricas de desempenho, avaliação de produtos, medidas pré e pós-intervenção e observação sistemática) e comparem diferentes formatos de suporte/estruturação do problema em contextos diversos. Investigações longitudinais também podem examinar como experiências repetidas de ABP se relacionam, ao longo do tempo, à autonomia investigativa e à cooperação em situações mais próximas da prática profissional.

## REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 28 nov. 2024.

CASTAMAN, Ana S.; TOMMASINI, Angélica. Aprendizagem baseada em problemas. **Revista Labor**, v. 1, n. 24, p. 43-61, 19 out. 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55249>. Acesso em: 5 jul. 2025.

CASTRO, David. **O ensino de ondas eletromagnéticas no Projeto MUNDIAR do Ensino Médio**: uma proposta interdisciplinar envolvendo Física e Geografia. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacaoarquivo/polo-37-dissertacao-david.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

FERREIRA, Ana S. P. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino de física: uma proposta para o ensino da relatividade**. 2022. 189 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física - PPGPEF) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GLASGOW, Neal A. Ensino e aprendizagem hoje: Modelos Básicos e Opções. In: LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. **Aprendizagem baseada em problemas**: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

**GOOGLE EARTH**. Localização da escola para atividade de transmissão de sinal sem fio. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 11 nov. 2024. Adaptado/ elaborado pelo autor.

HENG, Loh K.; PING, Lim Y.; ROL, Low K. Examining Effectiveness of an Authentic Problem-based Learning Model based on Uncertainty Level and Learning Performance of Engineering Students Studying Physics. **International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences**, v. 10, n. 4, 25 abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i4/7157>. Acesso em: 9 nov. 2024.

LIU, Mingzhu; MU, Xian. Analysis of Computer Network Technology on New Media Problem-Based Learning (PBL) Teaching Method. **Wireless Communications and Mobile Computing**, v. 2022, p. 1-10, 12 jul. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2022/3235078>. Acesso em: 11 nov. 2024.

MAGALHÃES, Daniel F. R. Interdisciplinaridade e aprendizagem baseada em problemas (ABP): uma breve revisão bibliográfica/ Interdisciplinarity and problem-based learning (PBL): a brief bibliographic review. **Brazilian Journal of Development**, [S. I.], v. 7, n. 1, p. 2877-2886, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-196. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/22851>. Acesso em: 12 nov. 2024.

MCCONNELL, Tom. J.; PARKER, Joyce. M.; EBERHARDT, Jan. Problem-Based Learning for Responsive and Transformative Teacher Professional Development. **Global Journal of Transformative Education**, v. 1, n. 1, p. 18-25, 28 jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14434/gjte.v1i1.25848>. Acesso em: 9 nov. 2024.

NOFFS, Neide A.; SANTOS, Sidnei S. O Desenvolvimento das Metodologias Ativas na Educação Básica e os Paradigmas Pedagógicos Educacionais. **Revista e-Curriculum**, v. 17, n. 4, p. 1837-1854, 19 dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2019v17i4p1837-1854>. Acesso em: 11 nov. 2024.

OLIVEIRA, Sebastião L.; SIQUEIRA, Adriano F.; ROMÃO, Estaner C. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino Médio: estudo comparativo entre métodos de ensino. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, n. 67, p. 764-785, maio 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a20>. Acesso em: 11 nov. 2024.

PLACIDES, Fernando M.; COSTA, Jose Wilson. John Dewey e a aprendizagem como experiência. **Revista Apotheke**, v. 7, n. 2, 31 out. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/24471267722021129>. Acesso em: 15 nov. 2024.

PUTRI, Cynthia N. D.; SEDYATI, Retna N.; ZULIANTO, Mukhamad. Students' collaboration and communication skills with problem-based learning model. **Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran**, v. 10, n. 3, p. 225, 1 nov. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.17977/um031v10i32023p225>. Acesso em: 10 nov. 2024.

RIBEIRO, Daniel C. A.; PASSOS, Camila G.; SALGADO, Tania D. M. A Metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências: As Características De Um Problema Eficaz. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210137>. Acesso em: 9 nov. 2024.

SANTOS, Érica R. M. Metodologias ativas na educação básica. In: SOUZA, Eliane A.; MORAES, Jorge A. N.; D'OLIVEIRA, Karen S.; SANTOS, Luciene S.; TRINDADE, Maria José S. A. (org.). **Metodologias e práticas de ensino: (re) contextualizações contemporâneas**. Rio de Janeiro: IDEDH, 2022. p. 85.

SHIMIZU, Ikuo; MATSUYAMA, Yasushi; DUVIVIER, Robbert; VAN DER VLEUTEN, Cess. Contextual attributes to promote positive social interdependence in problem-based learning: a focus group study. **BMC Medical Education**, v. 21, n. 1, 21 abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02667-y>. Acesso em: 10 nov. 2024.

SILVA, George de A.; DAVID, Priscila B.; RIBEIRO, Maria Elenir N. P. Aprendizagem baseada em problemas e construção de problemáticas potencialmente eficazes no ensino de Química. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e44511932116, 15 jul. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32116>. Acesso em: 9 nov. 2024.

TANENBAUM, Andrew; FEAMSTER, Nick; WETHERALL, David. **Redes de Computadores**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

WETZEL, Miriam. Problem-based learning: an update on problem-based learning at Harvard Medical School. **Annals of Community-Oriented Education**, v. 7, p. 237-247, 1994.

WOOD, Diana F. Problem-based learning. **Clinical Review**, v. 326, n. 3, p. 328-330, 2003.