ISSN: 2358-8829

EXPERIMENTAÇÃO DEMONSTRATIVA ATIVA NO ENSINO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS EM UMA INTERVENÇÃO DO PIBID NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Elizafan Leal Silva[1]
Adriane Damasceno Vieira de Souza[2]
Deusimar de Oliveira Lopes[3]
Claudio Emidio-Silva[4]

INTRODUÇÃO

O ensino de propriedades coligativas requer articular fenômenos observáveis, como evaporação, ebulição e congelamento, à presença de partículas dissolvidas e às condições de equilíbrio das fases. Essa passagem entre observação e explicação não é imediata: Johnstone (1991) evidencia a dificuldade de integrar os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico da Química. Por isso, experiências visuais só adquirem valor formativo quando mobilizam previsões, argumentos e revisão de hipóteses (FRANCISCO JR. et al., 2008).

Na Amazônia Oriental, o preparo de doces de frutas, a produção de geladinhos e o resfriamento de bebidas aproximam o conteúdo das práticas sociais dos estudantes. A contextualização, entretanto, precisa ultrapassar a ilustração do cotidiano: o desafio é utilizar essas situações para examinar o papel da pressão externa, da volatilidade e dos solutos nas mudanças de estado.

Este artigo analisa uma intervenção do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), realizada na E.E.E.M. Eldorado, no Pará, com estudantes da 2ª série do Ensino Médio. O objetivo é discutir potencialidades e limites da experimentação demonstrativa ativa no ensino de propriedades coligativas, considerando conhecimentos prévios, desempenho em questões conceituais, respostas discursivas e percepções sobre a metodologia.

A análise dos dados considerou os percentuais de acertos no pré-teste e no pós-teste, as respostas discursivas dos estudantes e suas percepções sobre as atividades desenvolvidas. A

1 Graduando do Curso de Química da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa). E-mail: elizafanleal@unifesspa.edu.br. Trabalho desenvolvido no âmbito do PIBID.

2 Doutora em Ciências e Engenharia de Materiais. Professora do Curso de Licenciatura em Química, Instituto de Ciências Exatas, Unifesspa. E-mail: adrianedamasceno@unifesspa.edu.br.

3 Mestre em Química pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. E-mail: deuzimar23@hotmail.com.

4 Doutor em Educação. Professor do Curso de Licenciatura em Química, Instituto de Ciências Exatas, Unifesspa. E-mail: emidiosilva@yahoo.com.br.

ISSN: 2358-8829

comparação dos resultados permitiu identificar mudanças no desempenho da turma e avanços na compreensão dos conceitos relacionados às propriedades coligativas. As respostas discursivas, por sua vez, possibilitaram aprofundar a interpretação dos resultados quantitativos, evidenciando como os estudantes elaboraram suas explicações sobre os fenômenos observados e estabeleceram relações entre as demonstrações experimentais e os conceitos químicos estudados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Experimentação e construção de explicações

Giordan (1999) destaca que a experimentação favorece a construção do conhecimento quando a observação é acompanhada de hipóteses e explicações. Guimarães (2009) ressalta o papel das situações-problema na aproximação entre conhecimentos prévios e modelos científicos. Assim, a demonstração deve estimular questionamentos sobre os fenômenos, e não apenas apresentar resultados.

Neste estudo, as demonstrações foram conduzidas pelo professor, buscando estimular a observação e a discussão dos fenômenos pelos estudantes. Seu potencial educativo está na formulação de hipóteses, no confronto de ideias e na relação entre observações e conceitos científicos, conforme discutem Hofstein e Lunetta (2004).

Essa abordagem aproxima-se de Freire (1996), que defende uma educação pautada no diálogo e na participação dos educandos na construção do conhecimento. Nesse sentido, os fenômenos do cotidiano amazônico foram utilizados como ponto de partida para as discussões sobre propriedades coligativas, favorecendo a participação dos estudantes e a elaboração de explicações fundamentadas nos conhecimentos químicos.

Predizer observar e explicar e os níveis do conhecimento químico

A abordagem Predizer–Observar–Explicar (POE), proposta por White e Gunstone (1992), articula a formulação de previsões, a observação dos fenômenos e a elaboração de explicações, favorecendo a reflexão sobre as concepções prévias dos estudantes e sua relação com os conceitos científicos. Essa perspectiva fundamenta a compreensão da experimentação como espaço de participação intelectual, análise de evidências e construção do conhecimento químico.

Para Johnstone (1991), respostas que nomeiam um fenômeno não atestam necessariamente a coordenação entre o que se observa e o que ocorre no nível das partículas. Essa distinção ajuda a interpretar respostas como “o sal segura a água”: a expressão pode indicar

ISSN: 2358-8829

aproximação inicial ao modelo, mas deve ser examinada quanto à direção das mudanças de pressão de vapor e temperatura de congelamento.

Quadro 1 – Articulação dos níveis de representação na sequência

Nível	Exemplo e finalidade pedagógica
Macroscópico	Observar bolhas na seringa, fusão do gelo e diferenças entre água pura e solução.
Submicroscópico	Relacionar os fenômenos à presença de partículas dissolvidas e à organização do solvente, sem atribuir intenção às moléculas.
Simbólico	Expressar a condição de ebulição pela igualdade entre pressão de vapor e pressão externa e interpretar a variação da temperatura de congelamento.

Fonte: elaboração dos autores, com base em Johnstone (1991) e no roteiro da intervenção.

Os instrumentos mobilizaram perfume, cupuaçu, geladinho e preparo de alimentos como contextos regionais. Tal escolha dialoga com a Alfabetização Científica, que requer mobilizar explicações e conhecimentos em situações socialmente significativas (Sasseron; Carvalho, 2011).

Precisão conceitual na interpretação dos experimentos

A tonoscopia, a ebulioscopia, a crioscopia e a pressão osmótica são propriedades coligativas cuja magnitude, em soluções ideais diluídas, depende da quantidade de partículas dissolvidas (ATKINS; DE PAULA, 2018). Esses fenômenos devem ser distinguidos da volatilidade dos líquidos puros e da ebulição provocada pela redução da pressão externa (FLOWERS *et al.,* 2019).

Na seringa, a redução da pressão externa pode provocar ebulição abaixo de 100 °C. Já a adição de sal à água reduz a pressão de vapor do solvente, eleva sua temperatura de ebulição e diminui seu ponto de congelamento (FLOWERS *et al.,* 2019). O cessar momentâneo das bolhas após a adição de sal também pode envolver alterações térmicas e de nucleação; isoladamente, essa observação não comprova a ocorrência do efeito ebulioscópico.

Na mistura de gelo e sal, a formação de uma solução líquida abaixo de 0 °C favorece a fusão do gelo com absorção de energia térmica (ATKINS; DE PAULA, 2018). A presença de álcool acrescenta efeitos de volatilidade e interações entre os componentes, tornando inadequada a interpretação da mistura como um sistema simples de soluto não volátil (FLOWERS *et al.,* 2019). As temperaturas previstas no roteiro não são apresentadas como medições experimentais.

Por fim, o tempo de congelamento de um geladinho depende do volume, da composição, do recipiente e das trocas de calor com o ambiente. Portanto, é necessário distinguir a

ISSN: 2358-8829

diminuição da temperatura de congelamento, característica da crioscopia, do tempo necessário para a solidificação (BROWN *et al.,* 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise da intervenção pedagógica adotou uma abordagem descritiva, articulando dados quantitativos, obtidos a partir das frequências de respostas às questões objetivas, e dados qualitativos, provenientes da interpretação das respostas abertas dos estudantes. Essa articulação possibilitou examinar o desempenho da turma antes e após as atividades, bem como compreender aspectos da aprendizagem relacionados à experimentação demonstrativa no ensino de propriedades coligativas.

Contexto e organização da sequência

A intervenção pedagógica foi desenvolvida em três encontros consecutivos, realizados às quartas-feiras, nos dias 04, 11 e 18 de março de 2026. No primeiro, realizou-se o pré-teste, seguido do estudo dos conceitos de volatilidade, pressão de vapor e ebulição. O segundo encontro contemplou a comparação entre água pura e solução salina, além de demonstrações relacionadas ao resfriamento crioscópico. No terceiro, aplicou-se o pós-teste e realizou-se a avaliação da metodologia desenvolvida.

Para a análise dos instrumentos, foram consideradas 25 respostas por questão objetiva.

Quadro 2 – Organização da intervenção

Encontro	Atividades e conceitos	Papel dos estudantes
1	Pré-teste; volatilidade; demonstração da seringa e ebulição por resfriamento do frasco.	Explicitar ideias, formular previsões e interpretar a relação entre pressão e ebulição.
2	Comparação entre água e solução salina; banho frigorífico e caixa crioscópica.	Observar, comparar e discutir a ação do soluto e as condições de congelamento.
3	Pós-teste e avaliação da metodologia.	Explicar fenômenos e registrar percepções, dificuldades e sugestões.

Fonte: elaboração dos autores (2026).

A mediação pedagógica ocorreu por meio de experimentação demonstrativa, na qual o professor conduziu as montagens experimentais e os estudantes participaram ativamente, formulando previsões, expressando suas interpretações e elaborando explicações para os fenômenos observados. As atividades buscaram estimular a reflexão, a discussão coletiva e a articulação entre as observações experimentais e os conceitos científicos relacionados às propriedades coligativas. A Figura 1 apresenta momentos da atividade.

Figura 1 – Demonstração e discussão coletiva sobre pressão e ebulição



Fonte: acervo dos autores (2026).

Tratamento dos dados e limites do registro

Os dados foram tratados por meio de análise descritiva das respostas dos pré e pós-testes. Nas questões objetivas, as frequências foram convertidas em percentuais pela expressão ($p = 100 \times \frac{f}{n}$), em que (f) representa a frequência de determinada alternativa e (n) o total de respostas válidas. A comparação considerou a correspondência temática entre os instrumentos, que apresentaram cinco e sete questões conceituais objetivas, respectivamente. As variações foram expressas em pontos percentuais (p.p.), permitindo analisar o desempenho geral da turma.

As respostas discursivas foram organizadas em três eixos: pressão e ebulição; congelamento de soluções; e avaliação dos experimentos. Foram consideradas a pertinência científica das explicações, as compreensões parciais e as concepções alternativas. Os estudantes foram identificados por códigos alfanuméricos (E01–E25), preservando o anonimato.

A análise qualitativa articulou as respostas discursivas aos conceitos químicos abordados na intervenção, considerando as ideias recorrentes, os níveis de compreensão e as concepções alternativas manifestadas pelos estudantes. Esse procedimento fundamentou-se na organização temática e na interpretação dos registros, em diálogo com os princípios da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016), permitindo identificar aspectos da compreensão dos fenômenos estudados.

Os resultados dos pré e pós-testes foram analisados de forma comparativa, considerando o desempenho geral da turma e as correspondências conceituais entre as questões. Essa análise possibilitou discutir as contribuições da experimentação demonstrativa ativa para o ensino de

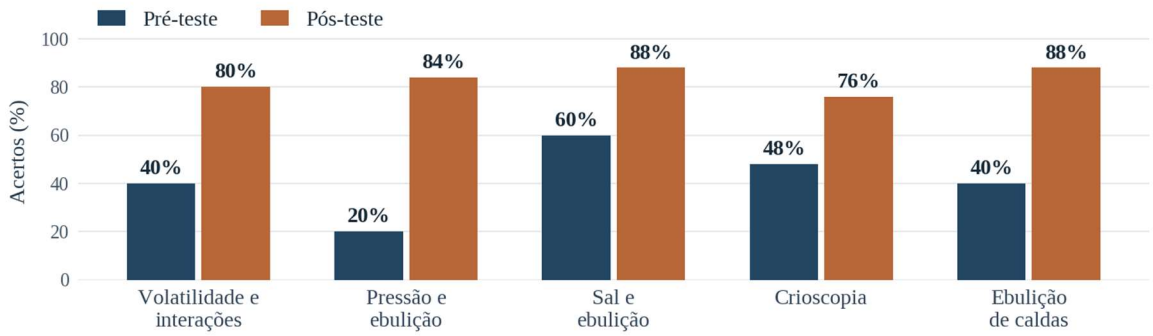
propriedades coligativas, evidenciando avanços no desempenho e aspectos conceituais que ainda demandam aprofundamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conhecimentos prévios e desempenho por eixo conceitual

No diagnóstico inicial, 13 estudantes (52%) afirmaram gostar de Química, mas ter dificuldades, e oito (32%) declararam não gostar muito por considerá-la difícil. Quanto à relação com o cotidiano, cinco (20%) a estabeleciam sempre, dez (40%) às vezes com a explicação docente, seis (24%) raramente e quatro (16%) nunca. O diagnóstico sustenta a pertinência de práticas que exijam explicar fenômenos cotidianos, além de reconhecê-los.

Gráfico 1 – Acertos por eixo conceitual no pré-teste e no pós-teste



Fonte: elaboração dos autores com base nas frequências consolidadas dos instrumentos (2026). n = 25 em cada item; os eixos foram alinhados por conteúdo.

Os acertos passaram de 40% para 80% em volatilidade (+40 p.p.), de 20% para 84% em pressão externa e ebulição (+64 p.p.), de 60% para 88% na adição de sal (+28 p.p.), de 48% para 76% em crioscopia (+28 p.p.) e de 40% para 88% na ebulição de caldas (+48 p.p.). Em crioscopia, o aumento no percentual de acertos indica avanço na compreensão da influência da presença de solutos sobre a temperatura de congelamento das soluções. De modo geral, os resultados apontam uma evolução no desempenho dos estudantes nos cinco eixos conceituais avaliados, com destaque para pressão externa e ebulição.

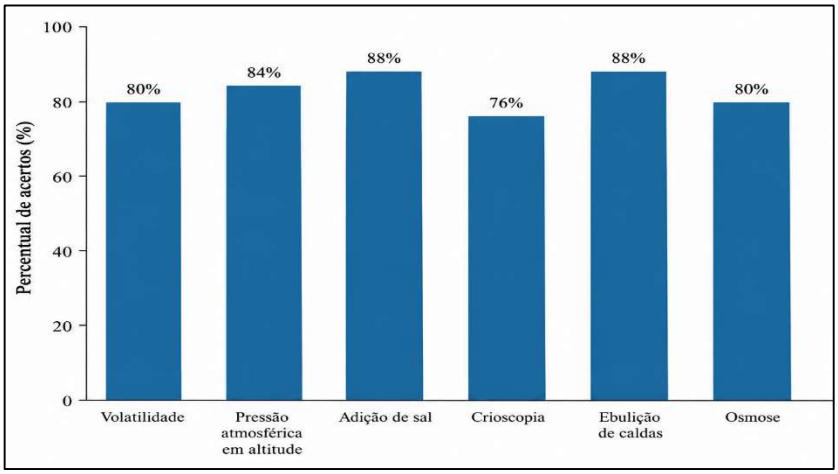
O Gráfico 1 evidencia o crescimento dos percentuais de acerto em todos os eixos conceituais comparáveis. Esses resultados indicam avanços no desempenho da turma após a intervenção, embora devam ser interpretados considerando as diferenças entre os instrumentos e a ausência de pareamento individual das respostas. Nesse sentido, Abrahams e Millar (2008) destacam que observar e recordar fenômenos não significa, necessariamente, compreendê-los cientificamente. Por isso, a análise dos resultados também considera as respostas discursivas,

que permitem examinar como os estudantes explicam os fenômenos observados e relacionam suas interpretações aos conceitos químicos.

Pressão e ebulição como dificuldade persistente

No pós-teste, os percentuais de acerto foram de 80% em volatilidade, 84% em pressão atmosférica em altitude, 88% em adição de sal, 76% em crioscopia, 88% em ebulição de caldas e 80% em osmose. Conforme apresentado no Gráfico 2, os resultados evidenciam percentuais de acerto superiores a 75% em todos os conteúdos avaliados, com os maiores índices observados nos itens referentes à adição de sal e à ebulição de caldas, ambos com 88% de acertos.

Gráfico 2 – Desempenho nas questões objetivas do pós-teste



Fonte: elaboração dos autores a partir do pós-teste (2026).

Nas respostas discursivas sobre o experimento da seringa, a maioria dos estudantes reconheceu que puxar o êmbolo reduz a pressão interna, enquanto o aluno E04 apresentou interpretação divergente. Essas respostas revelam diferentes níveis de compreensão, indicando que identificar o fenômeno observado não implica necessariamente compreender sua explicação físico-química. Essa distinção é discutida por Johnstone (1991) e Abrahams e Millar (2008), que destacam o desafio de relacionar observações experimentais à construção de explicações científicas.

Fisicamente, a redução da pressão externa diminui a temperatura de ebulição da água. A comparação desse fenômeno com a altitude e o funcionamento da panela de pressão permite ampliar a discussão e favorecer a aplicação dos conceitos em diferentes situações cotidianas (GUIMARÃES, 2009).

ISSN: 2358-8829

Explicações dos estudantes sobre as mudanças de estado

Quadro 3 – Excertos das respostas e interpretação conceitual de parte dos estudantes:

Registro e excerto	Leitura analítica
Pós Q8, E03: "porque o êmbolo faz a pressão sobre a água diminuir"	Reconhece a direção da mudança de pressão, sem explicitar a condição de equilíbrio da ebulição.
Pós Q8, E04: "acontece porque quando puxamos o êmbolo a pressão interna abaixa e a água ferve"	Relação entre expansão do espaço interno e pressão.
Pós Q10, E19: "porque a água que tem o sal vai congelar em temperaturas mais baixas que a água sem sal, pois o sal é um soluto não volátil."	Relaciona a presença de sal ao abaixamento da temperatura de congelamento.
Pós Q10, E13: "a água pura congela primeiro porque ela é mais leve e não tem mistura com solução pouco volátil"	A resposta atribui a diferença no congelamento ao peso e à ausência de mistura, e reconhece o efeito do soluto na solvente.
Pós Q9, E18: "porque o sal baixa o ponto de congelamento da água"	Nomeia corretamente o efeito, mas não explica por completo a queda de temperatura do banho.

Fonte: respostas transcritas no pós-teste fornecido. Códigos anônimos.

A análise das respostas discursivas revela que os avanços nos resultados objetivos foram acompanhados pela permanência de diferentes interpretações sobre os fenômenos estudados. No pós-teste, embora alguns estudantes tenham explicado adequadamente a redução da pressão e a diminuição da temperatura de congelamento, outros ainda recorreram a interpretações relacionadas ao peso da água ou ao suposto aumento da pressão ao puxar o êmbolo. Essas respostas evidenciam a importância de superar a simples identificação dos fenômenos e desenvolver explicações fundamentadas nas relações entre as variáveis envolvidas (JOHNSTONE, 1991).

As expressões "atrapalha", "segura" e "bagunça", utilizadas para explicar a ação do sal, indicam que os estudantes reconheceram a influência do soluto sobre o comportamento da água, embora ainda apresentassem explicações intuitivas. Na perspectiva físico-química, a presença de partículas dissolvidas modifica o equilíbrio entre as fases líquida e sólida, ocasionando a diminuição da temperatura de congelamento da solução (ATKINS; DE PAULA, 2018). Esse resultado reforça a importância de articular a observação experimental à elaboração de explicações científicas, uma vez que a realização de atividades práticas, isoladamente, não garante a compreensão conceitual (ABRAHAMS; MILLAR, 2008).

Na questão sobre osmose, 20 estudantes (80%) identificaram corretamente a saída de água das células da alface em meio hipertônico. A resposta demonstra o reconhecimento da relação entre a concentração dos meios e o movimento do solvente através da membrana, fenômeno relacionado à pressão osmótica (ATKINS; DE PAULA, 2018). A aproximação entre

o processo biológico das células e as propriedades coligativas amplia a compreensão da aplicabilidade dos conceitos químicos em diferentes contextos.

Misturas frigoríficas e avaliação da metodologia

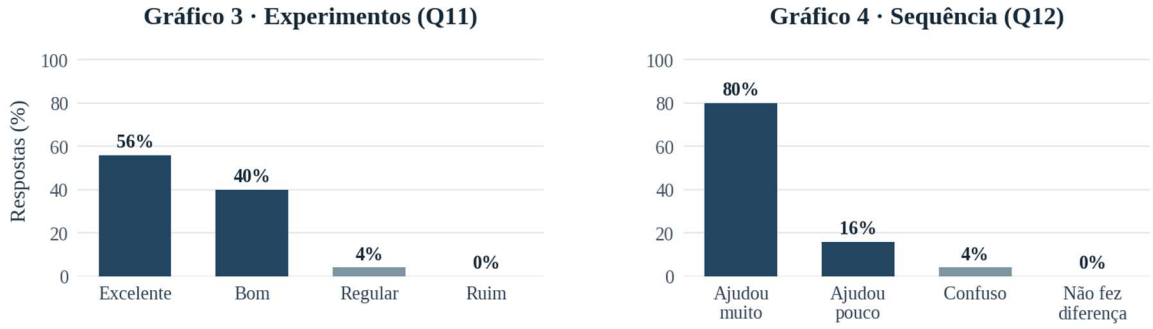
A atividade com a caixa crioscópica evidenciou o potencial da experimentação para confrontar explicações intuitivas com os fundamentos físico-químicos das propriedades coligativas. Antes da retomada conceitual, parte dos estudantes já relacionava a adição de sal à redução da temperatura de congelamento e reconhecia a transferência de energia durante o processo de resfriamento. Entretanto, outras respostas atribuíam o fenômeno exclusivamente à presença do álcool ou mencionavam a formação de "partículas negativas", revelando interpretações ainda pouco articuladas sobre a composição da mistura e o comportamento das partículas. A discussão permite destacar que a depressão do ponto de congelamento está relacionada à presença de partículas de soluto dissolvidas, que alteram o equilíbrio entre as fases líquida e sólida do solvente; no caso do NaCl, sua dissociação em íons contribui para esse efeito (FLOWERS *et al.*, 2019). Desse modo, a caixa crioscópica não se limita à demonstração de um efeito visível: constitui uma oportunidade para discutir a diferença entre resfriamento, transferência de energia e diminuição da temperatura de congelamento, aproximando a observação experimental da interpretação microscópica do fenômeno. A Figura 2 apresenta o momento em que foi apresentada a caixa crioscópica e as demonstrações relacionadas:

Figura 2 – Caixa crioscópica utilizada na demonstração



Fonte: acervo dos autores (2026).

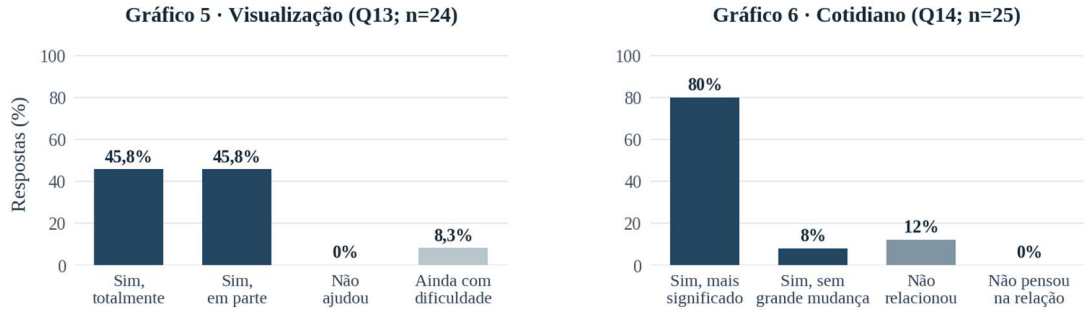
Gráficos 3 e 4 – Avaliação dos experimentos e da sequência didática (Q11 e Q12)



Fonte: elaboração dos autores com base nas respostas do pós-teste (2026). n = 25 por questão.

Nos Gráficos 3 e 4, 14 estudantes (56%) avaliaram os experimentos como excelentes e dez (40%) como bons, totalizando 96% de respostas positivas. A sequência foi considerada de grande ajuda por 20 estudantes (80%); quatro (16%) relataram ajuda parcial e um (4%) declarou confusão. Essa aceitação sugere envolvimento e sentido atribuído à intervenção, mas não pode ser confundida com validação conceitual: Hofstein e Lunetta (2004) enfatizam que a aprendizagem no laboratório depende das tarefas intelectuais e da forma de avaliação, não apenas da satisfação dos participantes.

Gráficos 5 e 6 – Percepções sobre visualização e relação com o cotidiano (Q13 e Q14)



Fonte: respostas consolidadas do pós-teste (2026). Q13: 24 marcações (22 positivas; 91,7% da base respondente); Q14: 25 marcações (22 afirmaram relacionar a Química ao cotidiano, 88%).

Participação e formação docente no PIBID

Os Gráficos 5 e 6 revelam uma percepção favorável dos estudantes sobre as atividades experimentais. No Gráfico 5, 11 dos 24 respondentes (45,8%) afirmaram que os experimentos favoreceram completamente a visualização dos fenômenos e outros 11 (45,8%) reconheceram contribuição parcial. Apenas dois (8,3%) relataram dificuldades, indicando a importância da mediação docente para relacionar a observação à construção de explicações científicas, conforme discutem Sasseron e Carvalho (2011).

No Gráfico 6, 20 estudantes (80%) afirmaram que as atividades favoreceram uma relação mais significativa entre a Química e o cotidiano; dois (8%) reconheceram essa aproximação sem mudanças expressivas e três (12%) não estabeleceram essa relação. Esses

ISSN: 2358-8829

dados reforçam a relevância da contextualização para atribuir significado aos conceitos científicos (SASSERON; CARVALHO, 2011). Nas respostas abertas, E05 destacou a interação docente: “gostei que o professor interage muito com os alunos”, enquanto outros estudantes solicitaram mais práticas e participação, valorizando uma dinâmica que articula experimentação e diálogo.

No PIBID, essas manifestações também contribuem para a formação dos licenciandos, ao oferecer elementos para refletir sobre a prática e aperfeiçoar as intervenções. Gatti *et al.* (2014) destacam a aproximação entre formação acadêmica e cotidiano escolar como contribuição do programa. Nesse sentido, a inclusão de questões de previsão, justificativa de hipóteses e confronto entre observações e explicações científicas pode fortalecer a experimentação como espaço de construção do conhecimento químico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência desenvolvida no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) evidenciou as potencialidades da experimentação demonstrativa ativa como estratégia pedagógica para o ensino de propriedades coligativas, sobretudo quando articulada à problematização, à contextualização e à participação dos estudantes na construção de explicações científicas. Os resultados indicaram evolução no desempenho da turma nos cinco eixos conceituais (volatilidade; pressão atmosférica e ebulição; adição de sal à água; crioscopia; ebulição no preparo de caldas) comparáveis entre o pré-teste e o pós-teste, com destaque para pressão externa e ebulição, que apresentou aumento de 64 pontos percentuais nos acertos.

As respostas discursivas evidenciaram diferentes níveis de compreensão dos fenômenos observados. Embora alguns estudantes tenham elaborado explicações coerentes com os conceitos químicos estudados, outros ainda apresentaram pequenas dificuldades na interpretação microscópica e na articulação entre as observações experimentais e os modelos científicos. Ainda que alguns participantes tenham apresentado dificuldades, os resultados evidenciam avanços no desempenho geral da turma, conforme os dados obtidos.

A contextualização das atividades com situações presentes no cotidiano amazônico também se mostrou relevante para aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes. A avaliação da metodologia foi positiva, com 96% dos participantes classificando favoravelmente os experimentos e 80% reconhecendo uma aproximação mais significativa entre a Química e o cotidiano. Esses resultados reforçam a importância de práticas pedagógicas que atribuam significado aos conceitos científicos e estimulem o interesse pela aprendizagem.

A intervenção também promoveu reflexões sobre o planejamento e a mediação pedagógica, reforçando a importância da experimentação e do PIBID na construção de práticas de ensino de Química mais participativas e contextualizadas na escola pública da Amazônia Oriental.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMS, Ian; MILLAR, Robin. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. International Journal of Science Education, v. 30, n. 14, p. 1945–1969, 2008.

ATKINS, Peter William; PAULA, Julio de. Físico-química. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 1.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BROWN, Theodore L. et al. Chemistry: the central science. 14. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2018.

FLOWERS, Paul; THEOPOLD, Klaus; LANGLEY, Richard; ROBINSON, William R. Chemistry 2e. Houston: OpenStax, 2019. Seção 11.4, Colligative properties. Disponível em: https://openstax.org/books/chemistry-2e/pages/11-4-colligative-properties. Acesso em: 19 out. 2026.

FRANCISCO JR., Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. Química Nova na Escola, n. 30, p. 34–41, 2008. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/07-PEQ-4708.pdf. Acesso em: 19 out. 2026.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, Bernardete A.; ANDRÉ, Marli E. D. A.; GIMENES, Nelson A. S.; FERRAGUT, Laurizete. Um estudo avaliativo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid). São Paulo: FCC/SEP, 2014. 120 p. (Textos FCC, 41). Disponível em: https://publicacoes.fcc.org.br/textosfcc/issue/download/298/6. Acesso em: 19 out. 2026.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43–49, 1999. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf. Acesso em: 19 out. 2026.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em: 19 out. 2026.

HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. Science Education, v. 88, n. 1, p. 28–54, 2004. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.10106.

JOHNSTONE, Alex H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of Computer Assisted Learning, v. 7, n. 2, p. 75–83, 1991. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002257551. Acesso em: 19 out. 2026.

WHITE, Richard; GUNSTONE, Richard. Probing understanding. London: Falmer Press, 1992.