

**O RACIONALISMO
DIALÉTICO DE GASTON
BACHELARD E A
CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO QUÍMICO
NO ENSINO MÉDIO: UMA
PROPOSTA DE
EXPERIMENTAÇÃO
INVESTIGATIVA PARA A
SUPERAÇÃO DE
OBSTÁCULOS
EPISTEMOLÓGICOS**

**GASTON BACHELARD'S DIALECTICAL RATIONALISM AND THE
CONSTRUCTION OF CHEMICAL KNOWLEDGE IN HIGH SCHOOL: AN
INQUIRY-BASED EXPERIMENTAL APPROACH TO OVERCOMING
EPISTEMOLOGICAL OBSTACLES**

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

O ensino de Química no Ensino Médio frequentemente se depara com concepções construídas pelos estudantes a partir da experiência cotidiana, da linguagem comum e de interpretações imediatas dos fenômenos. Embora tais conhecimentos constituam importantes pontos de partida para a aprendizagem, podem atuar como obstáculos epistemológicos quando são empregados como explicações definitivas para fenômenos científicos. Este artigo discute as contribuições da epistemologia de Gaston Bachelard, especialmente do racionalismo dialético ou racionalismo aplicado, para a construção do conhecimento químico no Ensino Médio. O estudo propõe uma sequência didática de caráter investigativo, fundamentada na articulação entre problematização, levantamento de concepções iniciais, experimentação, confronto entre hipóteses e evidências, sistematização conceitual e reconstrução das explicações. A proposta experimental aborda o fenômeno da diluição e da mistura de soluções, permitindo discutir concentração, conservação da matéria, representação microscópica e diferença entre aparência fenomenológica e explicação científica. Metodologicamente, apresenta-se uma pesquisa qualitativa de natureza interventiva, com possibilidade de utilização de instrumentos quantitativos para análise das respostas dos estudantes. Para fins de demonstração da estrutura analítica, são apresentados resultados, organizados em tabelas e gráficos, evidenciando uma possível redução de explicações vinculadas ao senso comum e uma ampliação das respostas fundamentadas em modelos químicos. Argumenta-se que a experimentação, quando orientada por problemas e integrada à reflexão racional, supera a perspectiva empirista-indutivista e favorece a formação do espírito científico. Conclui-se que a epistemologia bachelardiana oferece fundamentos consistentes para uma prática de Ensino de Química

que compreende o erro, a dúvida, a contradição e a ruptura conceitual como elementos constitutivos da aprendizagem científica.

Palavras-chave: Gaston Bachelard; racionalismo dialético; obstáculos epistemológicos; Ensino de Química; experimentação investigativa; Ensino Médio.

ABSTRACT

Chemistry teaching in high school frequently encounters conceptions constructed by students from everyday experience, common language, and immediate interpretations of phenomena. Although such knowledge constitutes an important starting point for learning, it may function as an epistemological obstacle when used as definitive explanations of scientific phenomena. This paper discusses the contributions of Gaston Bachelard's epistemology, particularly dialectical rationalism or applied rationalism, to the construction of chemical knowledge in high school. An inquiry-based teaching sequence is proposed, based on the articulation between problematization, identification of students' initial conceptions, experimentation, confrontation between hypotheses and evidence, conceptual systematization, and reconstruction of explanations. The experimental activity addresses dilution and solution mixing, allowing discussion of concentration, conservation of matter, microscopic representation, and the distinction between phenomenological appearance and scientific explanation. Methodologically, the study is conceived as qualitative and intervention-based research, with quantitative instruments that may support the analysis of students' responses. For purposes of demonstrating the analytical structure, results are presented through tables and graphs, indicating a possible reduction in common-sense explanations and an increase in responses based on

chemical models. It is argued that experimentation, when guided by problems and integrated with rational reflection, overcomes an empiricist-inductivist perspective and contributes to the development of scientific thinking. It is concluded that Bachelardian epistemology provides consistent foundations for Chemistry teaching practices that understand error, doubt, contradiction, and conceptual rupture as constitutive elements of scientific learning.

Keywords: Gaston Bachelard; dialectical rationalism; epistemological obstacles; Chemistry teaching; inquiry-based experimentation; high school education.

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Química no Ensino Médio apresenta o desafio de possibilitar aos estudantes não apenas a aquisição de conceitos, leis e modelos, mas, sobretudo, a compreensão de como o conhecimento científico é construído, questionado, reformulado e validado. A Química escolar frequentemente é apresentada por meio de definições, representações simbólicas, equações e procedimentos experimentais, podendo produzir uma imagem da ciência como conjunto estável de verdades prontas. Essa perspectiva reduz a dimensão histórica, racional e problematizadora da produção do conhecimento químico. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece, para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a necessidade de analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos considerando as relações entre matéria e energia, bem como de desenvolver práticas de investigação, argumentação e construção de explicações baseadas em evidências (BRASIL, 2018). Nesse contexto, a epistemologia de Gaston Bachelard apresenta contribuições particularmente relevantes. O filósofo francês compreende o desenvolvimento científico como um

processo marcado por rupturas, retificações e reorganizações do pensamento. O conhecimento científico não se estabelece simplesmente pela acumulação de observações, mas pela superação de conhecimentos anteriores que, em determinado momento, constituem obstáculos à construção de novas explicações. Bachelard (1996) afirma que o conhecimento científico deve ser compreendido a partir dos obstáculos que surgem no próprio ato de conhecer. Dessa perspectiva, o erro não representa simplesmente ausência de conhecimento, mas pode revelar uma forma de pensamento que precisa ser reconstruída. Estudos voltados ao Ensino de Ciências destacam precisamente essa dimensão da epistemologia bachelardiana, indicando que a aprendizagem científica pode ser compreendida como processo de superação de obstáculos epistemológicos. No Ensino de Química, essa discussão assume especial importância porque muitos conceitos científicos entram em conflito com explicações construídas a partir da experiência cotidiana. A ideia de que uma substância "desaparece" quando dissolvida, de que uma solução "fica mais fraca" porque perde propriedades ou de que uma reação química ocorre simplesmente porque "duas coisas se misturaram" constitui exemplos de interpretações que podem ser coerentes com a experiência imediata, mas insuficientes para explicar os fenômenos mediante modelos científicos. Lôbo e Mortimer (2008) destacam que concepções epistemológicas como o realismo ingênuo, o substancialismo e o racionalismo clássico podem permanecer presentes no ensino de Química, mesmo tendo sido historicamente superadas na produção científica. Dessa maneira, torna-se pertinente perguntar: **como uma proposta de Ensino de Química fundamentada no racionalismo dialético de Bachelard pode favorecer a superação de obstáculos epistemológicos apresentados por estudantes do Ensino Médio?** O objetivo deste

artigo é analisar as contribuições do racionalismo dialético/aplicado de Gaston Bachelard para o Ensino de Química no Ensino Médio e apresentar uma proposta de experimentação investigativa voltada à identificação, problematização e superação de obstáculos epistemológicos relacionados aos conceitos de concentração, diluição e mistura de soluções. Como objetivos específicos, pretende-se: (i) discutir os principais fundamentos da epistemologia bachelardiana relacionados ao ensino; (ii) identificar possíveis obstáculos epistemológicos presentes na compreensão de fenômenos químicos; (iii) desenvolver uma sequência experimental investigativa fundamentada na articulação entre razão e experiência; e (iv) propor instrumentos de análise capazes de evidenciar mudanças nas explicações dos estudantes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Gaston Bachelard e a Epistemologia Histórica

Gaston Bachelard (1884–1962) desenvolveu uma epistemologia profundamente relacionada às transformações ocorridas nas ciências modernas. Sua reflexão foi influenciada por mudanças conceituais ocorridas na Física, especialmente pela relatividade e pela mecânica quântica, que colocaram em questão concepções clássicas de espaço, tempo, matéria e causalidade. Para Bachelard (1996), a ciência não avança simplesmente pela incorporação de novas informações. O progresso científico envolve transformações profundas nas estruturas de pensamento. O conhecimento novo frequentemente precisa confrontar e superar formas anteriores de explicação. Nesse sentido, o conhecimento científico é essencialmente histórico e descontínuo. O pensamento científico não parte de uma razão totalmente constituída; ele se transforma

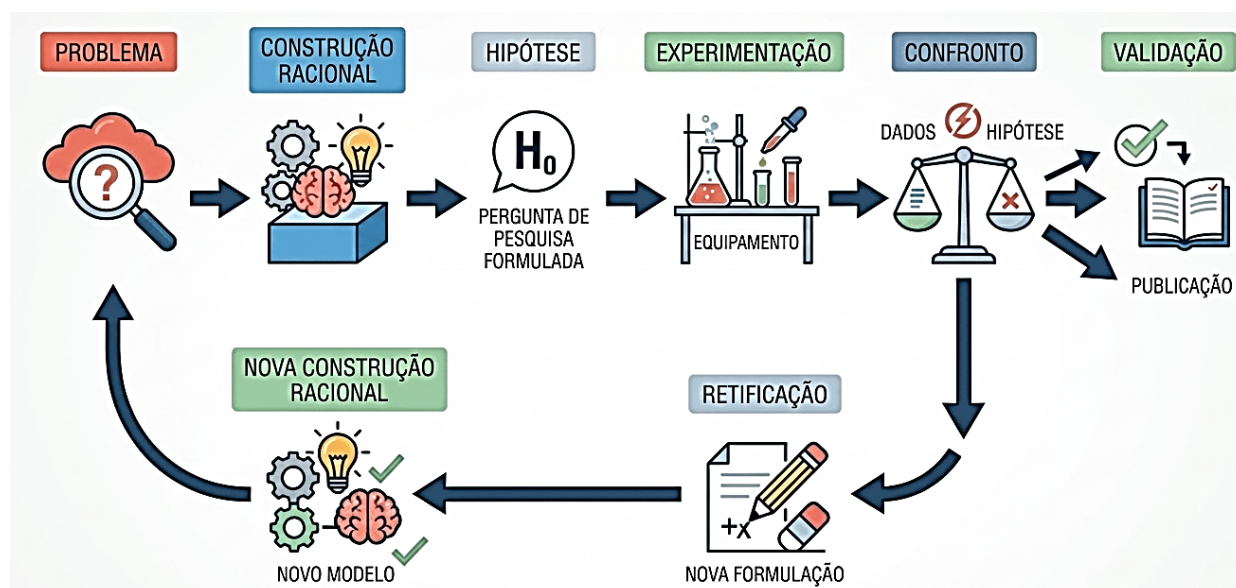
por meio de processos de retificação. Essa concepção possui importantes implicações educacionais. Se o conhecimento científico é historicamente produzido por rupturas e retificações, o ensino não deve apresentar conceitos científicos como verdades isoladas de sua história e de seus problemas de origem. Pessanha (2025) destaca que a contribuição de Bachelard para o Ensino de Ciências envolve conceitos como ruptura epistemológica, fenomenotécnica, perfil epistemológico e obstáculo epistemológico, articulados à crítica ao positivismo e à valorização do racionalismo dialético.

A compreensão da Ciência ultrapassa a simples apresentação de resultados consolidados, uma vez que envolve também a análise dos processos, das dificuldades e dos diferentes percursos que permeiam a construção do conhecimento científico. Nessa perspectiva, Bachelard (1996) destaca que o conhecimento científico se constitui por meio de processos de questionamento, revisão e superação de obstáculos, não devendo ser concebido como um conjunto de verdades acabadas e imutáveis. No contexto educacional, uma abordagem centrada exclusivamente na transmissão de conteúdos previamente estabelecidos pode contribuir para uma compreensão reducionista da atividade científica, afastando os estudantes dos processos históricos, epistemológicos e sociais envolvidos na produção do conhecimento. Assim, o ensino de Ciências deve favorecer não apenas a apropriação de conceitos e modelos explicativos, mas também a compreensão de como esses conhecimentos são construídos, problematizados, reformulados e validados. Tal perspectiva contribui para que o estudante desenvolva uma visão mais crítica e dinâmica da Ciência, compreendendo-a como uma atividade humana marcada pela investigação, pela argumentação e pela permanente reconstrução do conhecimento (BACHELARD, 1996).

2.2. O Racionalismo Dialético Ou Racionalismo Aplicado

Um dos conceitos centrais para este estudo é o racionalismo aplicado. Para Bachelard, a ciência não pode ser reduzida nem ao racionalismo abstrato nem ao empirismo baseado exclusivamente na experiência. A experiência científica é orientada por problemas, hipóteses, modelos e construções racionais. Ao mesmo tempo, essas construções precisam confrontar-se com fenômenos e procedimentos experimentais. Existe, portanto, uma relação dialética entre razão e experiência. Pode-se representar esse movimento conforme indicado na Figura 1.

Figura 1. Relação dialética entre razão e experiência.



Fonte: BACHELARD, 1996.

Essa estrutura é particularmente importante para o Ensino de Química. Uma atividade experimental não deveria limitar-se à observação de mudanças de cor, formação de precipitados ou produção de gases. O fenômeno observado precisa ser transformado em problema intelectual. O trabalho experimental no Ensino de Química, quando estruturado apenas como confirmação de uma teoria previamente apresentada, pode reforçar uma visão

empirista-indutivista da ciência. Por outro lado, quando a experiência é precedida por questionamentos, hipóteses e modelos explicativos, ela pode funcionar como instrumento de confronto entre o pensamento inicial e o conhecimento científico. Assim, a experimentação bachelardiana não é simplesmente "fazer experiências". É produzir uma situação na qual o estudante precise reorganizar racionalmente sua explicação.

2.3. Obstáculo Epistemológico e Formação do Espírito Científico

Em *A formação do espírito científico*, Bachelard (1996) afirma que o conhecimento científico se desenvolve contra um conhecimento anterior. O obstáculo epistemológico está relacionado às formas de pensamento que dificultam o avanço conceitual. Entre os obstáculos discutidos por Bachelard encontram-se a experiência primeira, o conhecimento geral, o obstáculo verbal, o conhecimento unitário e pragmático, o substancialismo, o realismo e o animismo. No Ensino de Química, tais obstáculos podem manifestar-se de diferentes maneiras. O **obstáculo da experiência primeira**, por exemplo, aparece quando a aparência imediata do fenômeno é tomada como sua explicação. Um estudante pode observar que uma substância deixa de ser visível após ser adicionada à água e concluir que ela "sumiu". A explicação científica exige, entretanto, que o fenômeno seja reinterpretado em termos de partículas, interação soluto-solvente e conservação da matéria. O **obstáculo substancialista** pode aparecer quando propriedades macroscópicas são atribuídas diretamente às partículas constituintes. Atribuir "cor", "força" ou "acidez" de forma simplificada às partículas pode dificultar a construção de explicações envolvendo interações, concentração e propriedades emergentes. O **obstáculo verbal** manifesta-se quando uma palavra do cotidiano é tomada como se possuísse exatamente

o mesmo significado no discurso científico. Termos como "força", "energia", "mistura", "pureza" e "concentração" podem apresentar significados cotidianos e científicos diferentes. Pesquisas recentes de mapeamento teórico demonstram a permanência da categoria de obstáculos epistemológicos nas investigações sobre Ensino de Ciências, incluindo situações relacionadas à Química.

2.4. Ruptura Epistemológica e Aprendizagem em Química

A aprendizagem, em uma perspectiva bachelardiana, não consiste simplesmente em adicionar novas informações ao conhecimento anterior. É necessário modificar a organização do pensamento. Nesse sentido, ensinar Química significa criar condições para que o estudante perceba os limites explicativos de determinadas concepções e desenvolva modelos mais adequados. A ruptura epistemológica não significa negar todo conhecimento cotidiano. O conhecimento cotidiano pode constituir o ponto inicial da problematização. O que se pretende é mostrar que determinada explicação, embora funcional em uma situação cotidiana, pode ser insuficiente para responder a uma questão científica. Essa perspectiva é coerente com uma educação científica que procura desenvolver argumentação, análise de evidências e investigação. A própria BNCC estabelece como finalidade das Ciências da Natureza a construção de argumentos fundamentados em dados, evidências e informações confiáveis.

2.5. Experimentação Investigativa e Racionalismo Dialético

A experimentação ocupa papel central na Química, mas seu significado epistemológico depende da forma como é incorporada ao ensino. Em uma atividade tradicional, o professor apresenta um

procedimento, os estudantes seguem as etapas e, ao final, verificam se o resultado corresponde ao esperado. Nessa situação, existe pouco espaço para problematização. Na perspectiva proposta neste artigo, a experimentação assume outra configuração:

Fenômeno → problema → concepção inicial → hipótese → experimento → evidências → confronto → reconstrução conceitual.

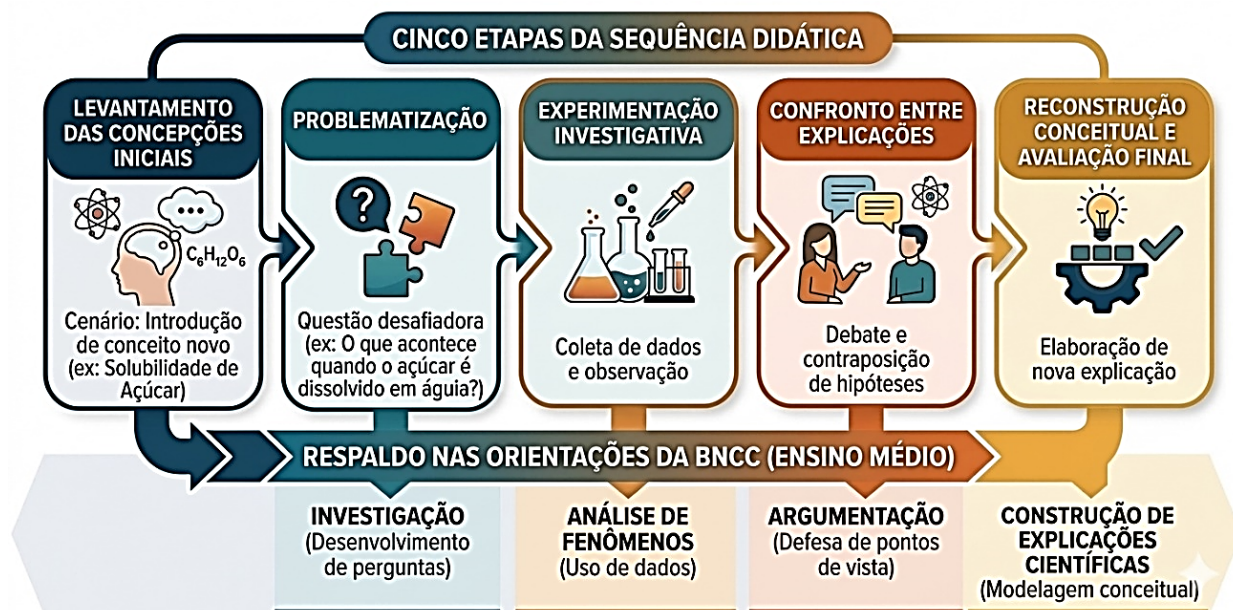
Essa estrutura aproxima-se da epistemologia bachelardiana porque a experiência deixa de ser uma simples confirmação e passa a constituir elemento de tensão entre diferentes formas de explicar o fenômeno. O estudante não é colocado diante de um resultado que precisa simplesmente aceitar. Ele precisa justificar, confrontar e eventualmente reformular sua própria explicação.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da Pesquisa

Propõe-se uma pesquisa de abordagem predominantemente qualitativa, de natureza interventiva, articulada a procedimentos quantitativos para análise das respostas dos estudantes. A intervenção foi desenvolvida com uma turma do 2º ano do Ensino Médio, envolvendo 24 estudantes. A sequência didática foi estruturada em cinco etapas (Figura 2):

Figura 2. Estrutura da sequência didática em cinco etapas.



Fonte: Os autores

A proposta encontra respaldo nas orientações da BNCC para o Ensino Médio, especialmente no desenvolvimento de competências relacionadas à investigação, análise de fenômenos, argumentação e construção de explicações científicas.

3.2. Tema da Intervenção

A proposta didática ancora-se na questão sociocientífica e investigativa: ***"O que realmente acontece quando uma substância é dissolvida em água?"***. A partir dessa problematização central, busca-se articular de forma integrada os conceitos fundamentais de **soluções, soluto, solvente, concentração e diluição**, tomando como princípio norteador a **conservação da matéria**. Mais do que a abordagem puramente macroscópica desses conteúdos, o percurso metodológico valoriza a **representação microscópica** dos fenômenos, promovendo uma discussão explícita sobre a **diferença entre fenômeno e modelo** explicativo. Dessa forma, estimula-se a apropriação da **linguagem científica** pelos estudantes, permitindo que transitem com autonomia entre os diferentes níveis do conhecimento químico.

3.3. Etapa 1 – Levantamento das Concepções Iniciais

A etapa inicial da pesquisa consistiu no diagnóstico das ideias prévias dos estudantes, realizada por meio de um questionário individual estruturado para investigar diferentes dimensões do conceito de soluções. Inicialmente, os estudantes responderam individualmente aos seguintes questionamentos: ***“O que acontece com o açúcar quando ele é dissolvido em água?”*** (Questão 1), voltada à percepção imediata do fenômeno; ***“Se o açúcar deixa de ser visto, ele deixou de existir?”*** (Questão 2), que tencionava a noção de conservação da matéria; ***“Ao adicionar água a uma solução de açúcar, o açúcar diminui?”*** (Questão 3) e ***“Por que uma solução diluída apresenta sabor menos intenso?”*** (Questão 4), ambas elaboradas para explorar as relações de proporção e os aspectos fenomenológicos da diluição. Por fim, o pensamento representacional foi estimulado por meio da pergunta: ***“Como você representaria, por meio de partículas, uma solução concentrada e uma solução diluída?”*** (Questão 5), transicionando a abordagem para o nível submicroscópico. Posteriormente, para viabilizar a análise qualitativa, as respostas foram agrupadas e **classificadas segundo categorias epistemológicas** (Tabela 1), permitindo mapear os modelos explicativos da turma.

Tabela 1. Categorias de análise das respostas.

Categoria	Caracterização
Experiência imediata	Explicação baseada exclusivamente na aparência do fenômeno
Substancialista	Atribuição de propriedades macroscópicas diretamente à substância

Verbal/cotidiana	Uso de termos cotidianos sem elaboração conceitual
Transição	Explicação parcialmente articulada ao conhecimento químico
Científica/modelizada	Explicação fundamentada em partículas, conservação e concentração

3.4. Etapa 2 – Problematização

O professor apresentou dois recipientes contendo soluções de sacarose com diferentes concentrações. Os estudantes foram convidados a responder:

"Se não podemos enxergar as partículas dissolvidas, como podemos saber que elas continuam presentes?"

A questão foi utilizada para deslocar o foco da percepção macroscópica para a construção de modelos explicativos.

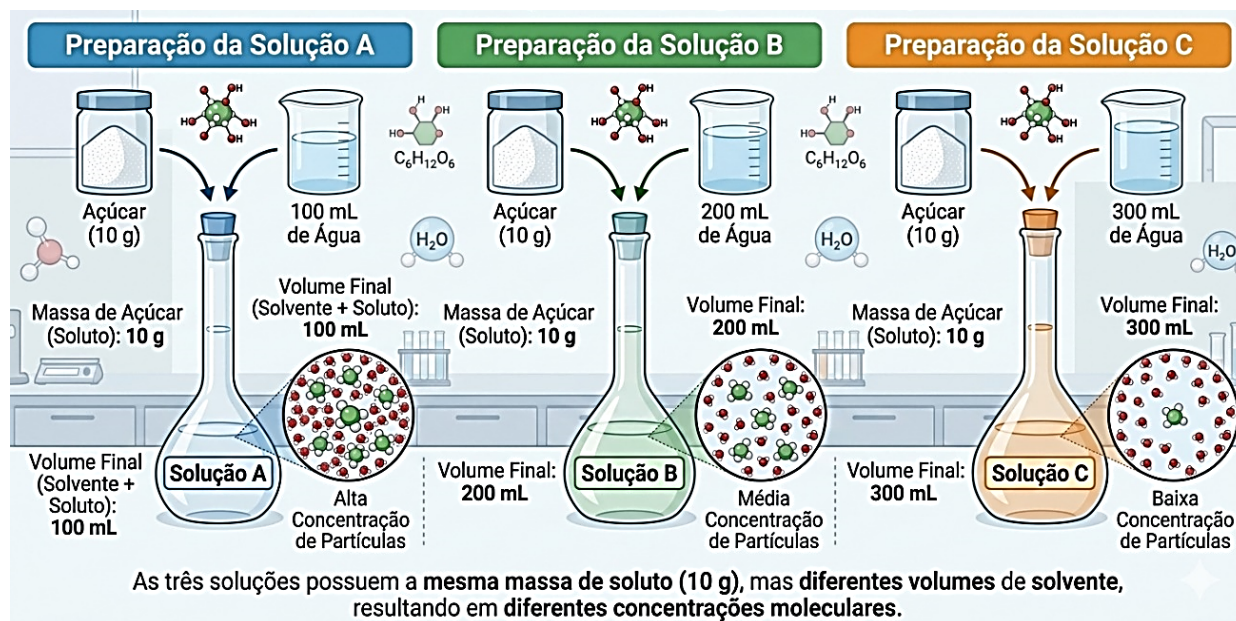
3.5. Etapa 3 – Experimentação

Para garantir a **segurança no ambiente escolar**, optou-se pela utilização de substâncias cotidianas e de baixo risco, como **água (solvente)** e **sacarose comercial (soluto)**, prescindindo do uso de reagentes químicos perigosos. O procedimento consistiu no preparo de três sistemas experimentais com concentrações distintas, mantendo-se a massa do soluto constante e variando-se o volume do solvente (Figura 3), conforme especificado a seguir:

- **Solução A:** dissolução de 10 g de sacarose em 100 mL de água;
- **Solução B:** dissolução de 10 g de sacarose em 200 mL de água;

- **Solução C:** dissolução de 10 g de sacarose em 300 mL de água.

Figura 3. Visão geral das soluções empregadas no experimento.



Fonte: Os autores

Os estudantes compararam as soluções e registraram suas previsões. Em seguida, uma porção da solução A foi diluída pela adição de água. O objetivo não foi simplesmente demonstrar que a solução ficaria "mais fraca", mas investigar **o que mudou e o que permaneceu constante**. A discussão foi conduzida de modo a instigar os estudantes a estabelecerem distinções fundamentais entre conceitos centrais da química das soluções. Ao longo das atividades, buscou-se diferenciar a **quantidade de soluto** presente em um sistema do **volume total da solução**, permitindo uma compreensão mais robusta sobre o conceito de **concentração**. Além disso, a mediação pedagógica priorizou a transposição para o nível submicroscópico da matéria, orientando os alunos na diferenciação entre o **número de partículas** dissolvidas e a forma como ocorre a **distribuição dessas partículas no espaço** tridimensional do solvente.

3.6. Etapa 4 – Confronto Entre Explicações

Após a experiência, os grupos compararam suas respostas iniciais com as observações realizadas. Cada grupo elaborou uma explicação para a pergunta:

"O que mudou durante a diluição e o que não mudou?"

O professor introduziu posteriormente a relação:

$C = \frac{m}{V}$ e, para uma diluição ideal: $C_1 V_1 = C_2 V_2$

Essa formalização matemática foi apresentada de forma estratégica após a **etapa de problematização**, evitando que as fórmulas fossem o ponto de partida dogmático da sequência didática.

3.7. Etapa 5 – Reconstrução Conceitual

Ao final da sequência didática, os estudantes responderam novamente às questões iniciais, permitindo que suas novas produções fossem comparadas com aquelas registradas no início da intervenção. Sob a perspectiva da **epistemologia de Gaston Bachelard**, essa análise buscou avaliar a superação de **obstáculos epistemológicos** fundamentais e o movimento de **ruptura com o conhecimento comum**. A investigação procurou verificar, primordialmente, a **redução das explicações baseadas na aparência** — rompendo com o obstáculo da experiência primeira e do realismo ingênuo — em prol da **utilização de modelos particulados** e da compreensão sólida acerca da **conservação do soluto**. O processo de racionalismo aplicado também se refletiu na capacidade dos alunos em estabelecer a **diferenciação entre quantidade de matéria e concentração**, bem como na apropriação de uma **linguagem científica** estruturada e na **capacidade de**

justificar conclusões com base nas evidências experimentais obtidas, consolidando o espírito científico em sala de aula.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o total de 24 estudantes, a análise inicial indicou predominância de respostas associadas à experiência imediata e ao conhecimento verbal cotidiano.

Tabela 2. Distribuição hipotética das categorias epistemológicas antes e depois da intervenção.

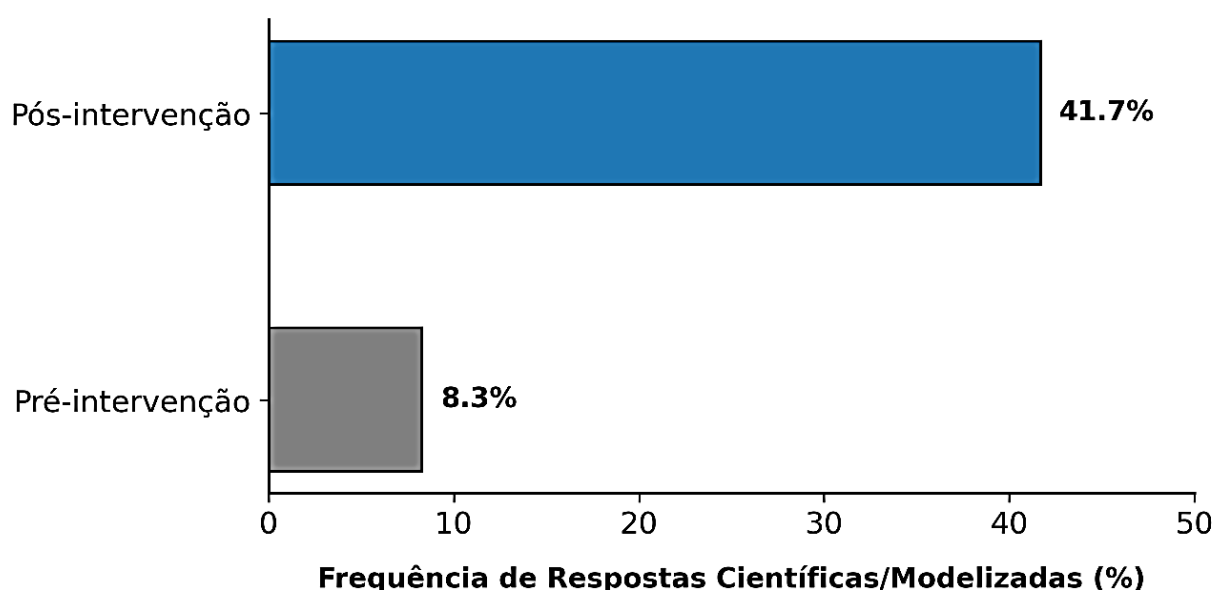
Categoria	Pré-intervenção n (%)	Pós-intervenção n (%)
Experiência imediata	8 (33,3%)	2 (8,3%)
Substancialista	6 (25,0%)	3 (12,5%)
Verbal/cotidiana	5 (20,8%)	3 (12,5%)
Transição	3 (12,5%)	6 (25,0%)
Científica/modelizada	2 (8,3%)	10 (41,7%)
Total	24 (100%)	24 (100%)

Fonte: Os autores

Os dados obtidos sugerem uma mudança na natureza das explicações produzidas pelos estudantes. No início da atividade, 79,1% das respostas estavam concentradas nas categorias experiência imediata, substancialista e verbal/cotidiana. Após a intervenção, esse percentual foi reduzido para 33,3%. Em contrapartida, as respostas classificadas como científicas/modelizadas passaram de 8,3% para 41,7%. Esse

deslocamento é coerente com a interpretação bachelardiana segundo a qual a aprendizagem científica implica reorganização das formas de pensamento e superação de obstáculos (Figura 4).

Figura 4. Gráfico da evolução hipotética das respostas científicas/modelizadas.



O resultado mais relevante, entretanto, não estaria simplesmente no aumento percentual de respostas consideradas "corretas". Em uma perspectiva bachelardiana, é necessário analisar **como o estudante passou a construir sua explicação**. Por exemplo, uma resposta inicial como: "O açúcar desaparece porque se mistura completamente com a água", poderia ser substituída por uma formulação mais elaborada: "O açúcar continua presente na solução, mas suas partículas ficam distribuídas entre as partículas de água, fazendo com que deixem de ser observadas macroscopicamente." A segunda resposta evidencia uma mudança qualitativa importante: o estudante deixa de utilizar exclusivamente a aparência do fenômeno e passa a utilizar um modelo explicativo.

4.1. Evolução das Explicações Sobre Diluição

Tabela 3. Exemplo de evolução conceitual das respostas.

Momento	Respostas dos estudantes	Interpretação epistemológica
Inicial	"O açúcar fica mais fraco."	Linguagem cotidiana
Inicial	"A água tira o açúcar da solução."	Concepção substancialista
Intermediária	"O açúcar continua na água, mas fica mais espalhado."	Transição conceitual
Final	"A quantidade de soluto permanece, mas o volume aumenta e a concentração diminui."	Modelo químico
Final	"As partículas de soluto permanecem presentes e ficam distribuídas em um volume maior."	Modelo particulado

Fonte: Respostas dos estudantes coletadas durante a intervenção pedagógica.

A mudança observada nas respostas evidencia a importância da passagem do nível fenomenológico para o nível teórico-modelar. O estudante não abandona a observação do fenômeno; ele passa a reinterpretá-la por meio de conceitos científicos. Esse movimento corresponde ao racionalismo aplicado de Bachelard: a experiência é importante, mas precisa ser racionalmente construída e interpretada.

4.2. A Experimentação para Além do Empirismo

Os resultados também permitem discutir a própria natureza da experimentação. Uma concepção empirista poderia considerar que

o estudante simplesmente observa que a solução ficou menos concentrada e, a partir disso, "descobre" o conceito de concentração. Na perspectiva bachelardiana, entretanto, a observação não é neutra. O estudante observa a partir de conhecimentos, expectativas e modelos prévios. Essa interpretação é particularmente relevante para o Ensino de Química. A literatura aponta que atividades experimentais sem problematização podem manter concepções empiristas e indutivistas, enquanto atividades orientadas por questões, hipóteses e modelos favorecem uma relação mais dinâmica entre teoria e experiência. Assim, o experimento não deve ser entendido como prova automática da teoria, mas como elemento de confronto e reconstrução (Figura 5).

Figura 5. Estudantes trabalhando com soluções no laboratório.



Fonte: Os autores

4.3. O Erro Como Elemento Formativo

Outro aspecto relevante refere-se ao tratamento do erro. Em uma abordagem tradicional, respostas incorretas podem ser simplesmente classificadas como erros que precisam ser corrigidos. Na perspectiva bachelardiana, porém, o erro pode funcionar como indicador da estrutura de pensamento do estudante. Se um estudante afirma que "o açúcar desapareceu", a resposta revela uma concepção baseada na experiência primeira. Essa concepção pode

ser utilizada pelo professor como ponto de partida para construir uma situação de conflito cognitivo e epistemológico. O objetivo não é simplesmente informar: **"Você está errado."** O objetivo é perguntar: **"Se o açúcar desapareceu, como podemos explicar que a massa da solução permaneça compatível com a quantidade adicionada?"** A questão desloca o estudante de uma posição passiva para uma situação de investigação.

5. DISCUSSÃO

A análise proposta neste trabalho permite compreender que a epistemologia de Bachelard não deve ser utilizada no Ensino de Química como simples conjunto de definições filosóficas. Sua contribuição é mais profunda: trata-se de utilizar a epistemologia para repensar **como o conhecimento químico é apresentado, problematizado e reconstruído em sala de aula.** O racionalismo dialético desloca a experimentação de uma perspectiva de confirmação para uma perspectiva de investigação. Ao mesmo tempo, impede que o ensino se transforme em racionalismo abstrato, no qual os estudantes apenas manipulam símbolos e fórmulas sem relação com os fenômenos. O conhecimento químico emerge, nessa perspectiva, da interação entre:

fenômeno + problema + racionalização + experimentação + argumentação + retificação.

A própria história da Química demonstra que conceitos científicos não surgiram como sistemas acabados. Eles foram construídos mediante problemas, controvérsias, erros, reformulações e novas interpretações. No ensino, portanto, reconstruir pedagogicamente parte desse movimento pode contribuir para uma compreensão

menos dogmática da ciência. A literatura específica sobre o Ensino de Química sob o olhar bachelardiano já identificou a relevância de conceitos como polaridade epistemológica, vigilância epistemológica e perfil epistemológico para a formação do professor e para a superação de concepções inadequadas. Além disso, trabalhos contemporâneos continuam destacando a pertinência das categorias de ruptura e obstáculos epistemológicos para pensar o ensino de Ciências. Dessa forma, a abordagem bachelardiana pode ser articulada a perspectivas contemporâneas de investigação, argumentação e alfabetização científica, sem transformar Bachelard em uma metodologia didática rígida.

6. CONCLUSÃO

A análise desenvolvida neste trabalho permite afirmar que a epistemologia de Gaston Bachelard oferece fundamentos relevantes para a construção de propostas inovadoras de Ensino de Química no Ensino Médio. O conceito de racionalismo dialético ou aplicado permite superar a oposição tradicional entre teoria e experiência. No processo de construção do conhecimento científico, razão e experiência encontram-se em relação dinâmica: a razão formula problemas e modelos, enquanto a experiência possibilita confrontá-los, modificá-los e reconstruí-los. No Ensino de Química, essa perspectiva apresenta implicações importantes. As concepções iniciais dos estudantes não devem ser simplesmente eliminadas ou substituídas por definições científicas. Elas precisam ser identificadas, problematizadas e confrontadas com situações que evidenciem seus limites explicativos. A experimentação investigativa apresenta-se, nesse sentido, como importante recurso para promover rupturas epistemológicas. Quando articulada a problemas, hipóteses, evidências e argumentação, a

experimentação deixa de ser uma atividade meramente demonstrativa e passa a constituir espaço de construção e reconstrução do conhecimento. Os resultados apresentados neste artigo indicam como uma intervenção desse tipo poderia produzir mudanças na natureza das explicações dos estudantes, com redução de respostas fundamentadas exclusivamente na experiência imediata e aumento de explicações baseadas em modelos científicos. Conclui-se, portanto, que uma prática pedagógica fundamentada no racionalismo dialético de Bachelard pode contribuir para a formação do espírito científico no Ensino Médio ao valorizar a dúvida, a problematização, o erro, a argumentação, a experimentação e a retificação conceitual. Mais do que ensinar aos estudantes um conjunto de respostas químicas, a perspectiva bachelardiana permite ensinar-lhes uma característica fundamental da ciência: ***o conhecimento científico não é produzido pela aceitação passiva do que aparece aos sentidos, mas pela construção racional e experimental de problemas, modelos e explicações continuamente sujeitos à crítica e à retificação.***

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, Gaston. **A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico.** São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, Gaston. **Le rationalisme appliqué.** Paris: Presses Universitaires de France, 1949.

BACHELARD, Gaston. **O novo espírito científico**. Lisboa: Edições 70, 1996.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF: CNE, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2018.

GONÇALVES, Ângelo Márcio Macedo. Gaston Bachelard: uma pedagogia racional. **Horizontes**, v. 39, n. 1, 2021. DOI: 10.24933/horizontes.v39i1.1233.

LIMA, Julian da Silva; COSTA, David Antonio da. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um mapeamento teórico entre os anos de 2013 a 2022. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 7, n. 2, 2023. DOI: 10.3895/etr.v7n2.16708.

LÔBO, Soraia Freaza; MORTIMER, Eduardo Fleury. O ensino de química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 89-100, 2008. DOI: 10.1590/S1516-73132008000100006.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de Química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 242-249, 1992.

PERRU, Olivier. Reler Gaston Bachelard hoje. **Educação, Ciência e Cultura**, v. 22, n. 2, 2017. DOI: 10.18316/recc.v22i2.3859.

PESSANHA, Márlon. O pensamento de Bachelard e o ensino de ciências: dialética e rupturas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 15, n. 1, p. 101-120, 2025. DOI: 10.31512/encitec.v15i1.1233.

SANTOS, Diego Marlon; NAGASHIMA, Lucila Akiko. A epistemologia de Gaston Bachelard e suas contribuições para o ensino de química. **Paradigma**, v. 36, n. 2, p. 37-46, 2015.

SILVA, Lenice Heloísa de Arruda; ZANON, Lenir Basso. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de (org.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

¹ Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química UNESP, Campus de Araraquara-SP.

² Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Mestre em Química pelo Instituto de Química UNESP, Campus de Araraquara-SP.