

OS ÍDOLOS DE FRANCIS BACON E O ENSINO DE CIÊNCIAS COM ÊNFASE NA QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES PARA A AULA CONTEMPORÂNEA

Ana Paula Aquino Benigno¹
Marcos Antônio Bezerra Lima²
Eduardo Ferreira Chagas³
Livia Paulia Dias Ribeiro⁴

RESUMO

Este artigo tem como objetivo discutir as contribuições de Francis Bacon para a compreensão da natureza da ciência, destacando as possíveis implicações para o ensino de Ciências. Bacon chama atenção para a necessidade de questionar os obstáculos que interferem na produção do conhecimento científico, identificados como “ídolos”, preconceitos, hábitos de pensamento e usos imprecisos da linguagem, que distorcem a interpretação da realidade. A partir dessa perspectiva, o texto propõe uma leitura pedagógica desses conceitos, buscando refletir, de forma breve, sobre como podem contribuir para problematizar os conteúdos escolares e favorecer uma compreensão mais crítica e contextualizada da ciência. Acreditamos que uma melhor compreensão da Filosofia da Ciência pode fortalecer a educação científica ao estimular o questionamento, a argumentação e a análise dos processos de construção do conhecimento. Assim, o ensino de Ciências pode ir além da transmissão de conceitos, colaborando para a formação de estudantes capazes de compreender a ciência como uma construção histórica, humana e em constante transformação.

PALAVRAS-CHAVE: Filosofia da ciência. Francis Bacon. Ensino de Ciências.

¹ Doutoranda da Rede Nordeste de Ensino da Universidade Federal do Ceará - RENOEN/UFC. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Umirim. E-mail: ana.benigno@ifce.edu.br. ORCID: 0000-0001-6179-7939. <http://lattes.cnpq.br/3146378650639010>

² Doutorando em Educação pela Universidade Federal do Ceará - UFC; Mestre em filosofia pela Universidade Estadual do Ceará - UECE; Licenciado e bacharel em filosofia pela Universidade Federal do Ceará. E-mail: socialmarcos37@gmail.com. ORCID: 0009-0009-8974-659X. <http://lattes.cnpq.br/8354489168004541>.

³ Professor Titular-Pós-Doctor, efetivo do Curso de Filosofia e do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal do Ceará - UFC, professor do Programa de Mestrado Profissional em Filosofia (PROF-FILO) da UFC, professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da FAGED - UFC e professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Estadual do Ceará - UECE. Pesquisador do CNPQ. E-mail: ef.chagas@uol.com.br. ORCID: 0000-0003-1957-6117. <http://lattes.cnpq.br/2479899457642563>

⁴ Professora efetiva da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, professora do Programa de Doutorado da Rede Nordeste de Ensino da Universidade Federal do Ceará - RENOEN/UFC. E-mail: liviapaulia@unilab.edu.br. ORCID: 0000-0003-3067-1908. <http://lattes.cnpq.br/3365997133213788>

FRANCIS BACON'S IDOLS AND SCIENCE EDUCATION WITH EMPHASIS ON CHEMISTRY: CONTRIBUTIONS TO THE CONTEMPORARY CLASSROOM

ABSTRACT

This article aims to discuss Francis Bacon's contributions to understanding the nature of science, highlighting the possible implications for science education. Bacon draws attention to the need to question the obstacles that interfere with the production of scientific knowledge, identified as "idols," prejudices, habits of thought, and imprecise uses of language that distort the interpretation of reality. From this perspective, the text proposes a pedagogical reading of these concepts, seeking to reflect, briefly, on how they can contribute to problematizing school content and fostering a more critical and contextualized understanding of science. We believe that a better understanding of the Philosophy of Science can strengthen science education by stimulating questioning, argumentation, and analysis of the processes of knowledge construction. Thus, science education can go beyond the transmission of concepts, contributing to the formation of students capable of understanding science as a historical, human, and constantly transforming construction.

KEYWORDS: Philosophy of science. Francis Bacon. Science education.

INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços tecnológicos, a escola, hoje, enfrenta desafios cada vez mais complexos. Pois, mais do que transmitir conteúdos, ela precisa formar competências como o raciocínio crítico, a avaliação das informações e a capacidade de refletir, comunicar ideias e trabalhar de forma colaborativa. Trata-se, portanto, de desenvolver habilidades cognitivas, sociais e pessoais que permitam aos estudantes compreender e agir de forma crítica no mundo atual (Karwasz; Wyborska, 2023).

As ciências, tanto como processo quanto como produto, são ricas e complexas. No entanto, o ensino escolar muitas vezes simplifica essa riqueza, tratando, de forma superficial, tanto os modos de produção do conhecimento quanto os próprios conteúdos trabalhados. Em geral, pouco se explora a investigação científica como processo, o que dificulta que os estudantes compreendam como a ciência é construída. Além disso, os conhecimentos costumam ser apresentados de maneira fragmentada e descontextualizada, afastados da vida cotidiana, da história e do próprio desenvolvimento da ciência (Ramos, 2000).

Em relação ao ensino de Ciências, ainda é comum a apresentação do conhecimento científico como um conjunto de conhecimentos prontos, estáveis,

objetivos, neutros e universais, dissociados de conflitos, incertezas, interesses e aspectos históricos. Essa visão omite o fato de que o conhecimento científico foi/é resultado de um longo e complexo processo histórico, filosófico e social (entre outros aspectos, como o tecnológico e o ambiental), marcado por alterações epistemológicas, conflitos teóricos e revisões conceituais. Assim, infelizmente, a ciência, muitas vezes, é compreendida como um acúmulo de conclusões objetivas (verdades estabelecidas), e não como um conhecimento marcado por debates, revisões, erros e disputas teóricas. Ao longo da história, diferentes concepções de ciência foram elaboradas e reformuladas, descrevendo que o fazer científico não é linear nem cumulativo de forma simples, mas profundamente influenciado por contextos culturais, interesses humanos e filosóficos.

Segundo Barbosa e Aires (2019), o conhecimento científico é confiável e construído ao longo do tempo, mas não é absoluto. Ou seja, é importante termos ciência de que teorias, leis e/ou modelos podem mudar à medida que novas descobertas são feitas.

A ciência permite abertura para o erro, para os limites e para os fracassos. Fazer ciência implica, ainda, lidar com o não saber. Quando a dúvida dá lugar a certezas rígidas ou quando o conhecimento se cristaliza apenas no que se espera encontrar, a ciência perde seu movimento. Trata-se, assim, de problematizar os aspectos que possibilitem à ciência continuar em movimento, dando seguimento ao processo do fazer científico (Reis, 2021). O trabalho científico é, assim, um processo dinâmico e essencialmente dialógico (Reis, 2021).

Diante desse contexto, o presente artigo foi elaborado a partir do seguinte problema: **De que forma a concepção de ciência proposta por Francis Bacon, baseada na observação, na experiência, na crítica aos “ídolos” e no questionamento, pode contribuir para (re)pensar o ensino de Ciências na sala de aula contemporânea?** Inicia-se com a hipótese de que a Filosofia da Ciência oferece contribuições importantes para problematizar o conhecimento científico, seus métodos, seus critérios de validade e seus limites, favorecendo uma abordagem pedagógica mais crítica e reflexiva no ensino de Ciências. Além disso, buscamos, por meio do presente texto, incentivar a (re)leitura de obras clássicas como meio de aprofundar a compreensão sobre a produção do conhecimento científico.

Para desenvolver essa discussão, analisamos algumas contribuições do filósofo moderno Francis Bacon a partir da obra *Novum Organum*. Tendo sido realizada uma pesquisa bibliográfica e teórica, com abordagem qualitativa, a intencionalidade não se limitou a um resgate histórico dessas concepções, mas consistiu, de forma breve, em evidenciar aspectos centrais de seu pensamento que podem ser incorporados às práticas pedagógicas, especialmente no ensino de Ciências. Assim, o objetivo deste texto é discutir a noção de “ídolos” em Francis Bacon, analisando como essas ilusões e os erros do pensamento humano influenciam a produção do conhecimento científico, implicando o ensino de Ciências.

Destaca-se que não basta envolver os alunos apenas nas práticas científicas para que aprendam sobre ciência, pois é necessário um ensino que os leve a refletir sobre essas ações, compreendendo como sabemos, o que sabemos e por que atribuímos confiança a esse conhecimento. Para isso, é fundamental estimular a curiosidade dos estudantes, o que exige que sejam desafiados cognitivamente (Guimarães, 2009). Ao vivenciar um ambiente que estimula o fazer e o pensamento científico, bem como a participação em algumas práticas, o aluno tem a oportunidade de se engajar em um processo cognitivo, analisando como construiu seu entendimento e como isso se relaciona com o modo como a ciência pode ser produzida. Por isso, é fundamental que os professores de Ciências considerem que os processos, os produtos e os aspectos epistêmicos da ciência devem ser abordados de maneira articulada e integrada (Mendonça, 2020).

Assim, ao discutir temas como método, experiência, crítica, erro, ruptura e provisoriedade do conhecimento científico, o presente artigo busca contribuir para a formação de sujeitos críticos, capazes de compreender que a ciência não é neutra, absoluta nem definitiva, mas uma construção humana permeada por valores, interesses e contextos históricos. Dessa forma, pretendemos oportunizar a ampliação do debate sobre o ensino de Ciências, superando uma visão dogmática e possibilitando a inserção de características importantes para uma educação científica no ambiente escolar, por meio da reflexão e da compreensão crítica da ciência.

O texto está organizado em duas partes centrais. No primeiro tópico, aborda-se Bacon e sua crítica aos “ídolos” do pensamento, destacando os limites do conhecimento humano. Em seguida, apresentam-se as implicações dessas reflexões

para a sala de aula contemporânea, aproximando o debate filosófico das práticas educativas.

O presente artigo diferencia-se de abordagens com foco apenas histórico ao propor uma (re)leitura pedagógica dos “ídolos” de Bacon como categorias para compreender obstáculos presentes no ensino de Ciências, com ênfase na Química. Embora os “ídolos” de Bacon tenham sido amplamente discutidos no campo da epistemologia, ainda são pouco explorados como categorias de análise pedagógica no ensino de Ciências.

Ao trazer o conceito para o contexto escolar, buscamos evidenciar como usos imprecisos da linguagem, visões dogmáticas e compreensões simplificadas da ciência ainda estão presentes na sala de aula contemporânea, influenciando o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a originalidade do trabalho reside na articulação entre Filosofia da Ciência e prática pedagógica, oferecendo subsídios teóricos para repensar o ensino como espaço de problematização, crítica e construção consciente do conhecimento científico.

BACON: A CIÊNCIA E OS ÍDOLOS DO PENSAMENTO

A partir do presente tópico, apresentamos o pensamento de Francis Bacon com base em sua obra *Novum Organum*. Bacon (1561–1626) foi um filósofo natural que se dedicou a muitas áreas do conhecimento, como o direito, a filosofia, a política, a ciência, as questões morais e o modo como conhecemos. É considerado o “pai da ciência moderna”, tendo contribuído de forma significativa para a consolidação do método indutivo moderno. Além disso, o que se destaca em sua obra é a defesa de uma ciência com dimensão humana, marcada por valores éticos e até teológicos, pensada como um instrumento voltado para a melhoria da vida coletiva e para o bem-estar da sociedade (Zaterka; Barbosa, 2017).

Bacon foi um dos principais filósofos do empirismo moderno e do método indutivo-experimental, defendendo que o conhecimento deve fundamentar-se na experiência organizada e orientada por um método rigoroso. Publicada em 1620, a obra *Novum Organum* apresentou a proposta da Interpretação da Natureza e uma crítica aos chamados “ídolos”, compreendidos como obstáculos que distorcem o entendimento humano. Nesse contexto, Bacon é reconhecido como um dos fundadores da ciência moderna, ao afirmar a necessidade de distinguir a ciência tanto

da filosofia especulativa quanto da religião, atribuindo-lhe um método próprio voltado à investigação sistemática da natureza.

Assim, abordamos a compreensão de Bacon sobre a ciência, buscando uma (re)leitura que permita contextualizar sua perspectiva acerca do que significa fazer ciência ao longo do tempo. O autor afirma que:

Mesmo os resultados até agora alcançados devem-se muito mais ao acaso e a tentativas que à ciência. Com efeito, as ciências que ora possuímos nada mais são que combinações de descobertas anteriores. Não constituem novos métodos de descoberta nem esquemas para novas operações (Bacon, 1988, p. 14).

Segundo Bacon, grande parte do conhecimento construído pela humanidade até então não resultou de um caminho científico bem planejado e organizado, mas de tentativas, por insistências sucessivas (experiências acumuladas), e pouco orientadas por método. A perspectiva crítica da ciência, na época, baseia-se, então, na acumulação de descobertas passadas, e não na produção de novos conhecimentos. Os estudiosos organizam o que já foi produzido, mas não ensinam de fato, nem determinam como podemos atuar para descobrir algo novo, nem como criar novas formas de atuar sobre a natureza.

Quando Bacon diz que muitos resultados vieram mais do acaso do que da ciência, é como se ele estivesse apontando para um problema que ainda vemos hoje no ensino de Ciências, especificamente no ensino de Química. Infelizmente, em muitas situações, as instituições de ensino apresentam a ciência como um conjunto de verdades estabelecidas, absolutas, fórmulas e definições que precisam ser memorizadas. Assim, o estudante é estimulado a aprender aquele conceito teórico já descoberto e consolidado, mas não é provocado a refletir sobre como foram os processos (erros, interesses, revisões, aspectos históricos etc.) de descoberta e/ou compreensão dos fenômenos.

Nesse modelo conteudista, o conhecimento se torna uma soma de informações: leis, nomenclaturas, equações, classificações etc. É muito parecido com o que Bacon critica: uma ciência feita de descobertas (ultra)passadas, organizada em livros e apostilas, mas que não ensina a investigar, a perguntar, a errar, a testar novamente. Na prática, isso aparece quando o experimento já tem resultado certo, quando a pergunta já tem resposta prevista, quando não há espaço (nem estímulo)

para a curiosidade e/ou a dúvida. A Química, por exemplo, que poderia ser um campo de criação, investigação e relação com a vida, acaba se tornando apenas um conteúdo a ser repetido e/ou memorizado.

Guimarães (2009) destaca que, por exemplo, a experimentação no ensino de Química pode criar situações reais de aprendizagem, nas quais os conteúdos surgem das perguntas feitas pelos próprios alunos. Para isso, as atividades não devem seguir roteiros fechados, mas ser orientadas teoricamente, permitindo que os estudantes observem, questionem e atribuam sentido ao que investigam, rompendo com a postura passiva típica do ensino tradicional.

A crítica de Bacon nos convida a refletir sobre outra perspectiva: a necessidade de incentivar que, no ensino de Ciências, o estudante não seja apenas alguém que memoriza, mas que experimenta, compara, observa, reflete e constrói sentidos. Trata-se de um processo de ensino e aprendizagem que valorize o processo, e não apenas o produto final. Com essa visão, abre-se a oportunidade de abandonar uma ciência baseada apenas no acúmulo de informações e de passar a vivenciar a ciência como uma forma ativa de compreender e transformar o mundo.

Outra crítica de Bacon (1988, p. 14) nos diz: “A verdadeira causa e raiz de todos os males que afetam as ciências é uma única: enquanto admiramos e exaltamos de modo falso os poderes da mente humana, não lhe buscamos auxílios adequados”. Bacon afirma que um grande problema das ciências não está na falta de inteligência humana, mas no excesso de confiança nela. Ao acreditar que a mente, sozinha, é capaz de compreender tudo, o ser humano deixa de buscar apoios importantes, como a observação cuidadosa, a experimentação, os instrumentos e os métodos adequados. Em vez de ajudar o pensamento, acabamos colocando sobre ele uma responsabilidade que não consegue assumir sozinho.

O filósofo também nos lembra que a natureza é muito mais complexa do que aquilo que nossos sentidos conseguem perceber e do que o nosso intelecto consegue imaginar, pois “a natureza supera em muito, em complexidade, os sentidos e o intelecto” (Bacon, 1988, p. 14). Por isso, quando ficamos apenas em reflexões, discussões teóricas e/ou disputas de ideias, sem contato real com os fenômenos, o conhecimento tende a se afastar da realidade, deixando de contribuir para a compreensão do mundo.

Compreendemos que Bacon nos alerta de que pensar não basta, pois o avanço científico exige práticas concretas, métodos rigorosos e experiências que coloquem o intelecto em diálogo direto com a natureza. Caso contrário, a ciência corre o risco de se perder em palavras, debates e certezas que parecem sólidas, mas não dão conta da complexidade do real.

Bacon (1988, p. 15) mencionou, ainda, que: “A lógica tal como é hoje usada mais vale para consolidar e perpetuar erros, fundados em noções vulgares, que para a indagação da verdade, de sorte que é mais danosa que útil.” Nesse contexto, para Bacon, a forma como a lógica era usada em sua época — e que, em alguns casos, ainda está presente hoje — constitui um problema. Para ele, essa lógica não ajuda a buscar a verdade, mas serve para defender ideias já aceitas, mesmo quando estão erradas. Em vez de questionar as noções comuns e colocá-las à prova, ela apenas organiza argumentos para manter o que já se acredita.

Assim, erros antigos continuam sendo repetidos, e a lógica passa a funcionar como uma justificativa bem construída, mas desconectada da realidade. Por isso, Bacon afirma que ela se torna mais prejudicial do que útil, pois fornece segurança a ideias frágeis e impede o avanço do conhecimento.

Trazendo isso para o contexto do ensino de Ciências, com foco no ensino de Química, por exemplo, podemos considerar situações em que o estudante aprende a repetir explicações e fórmulas sem compreender de onde vêm e/ou sem confrontá-las com a observação e a experimentação. O raciocínio parece correto, mas não há compreensão sobre o significado dos processos, o que não leva à possibilidade de novas descobertas nem à compreensão profunda dos fenômenos.

Diante disso, Bacon defende que a verdadeira possibilidade de avanço das ciências está na indução. Por meio da observação atenta, da comparação dos casos e do diálogo direto com a natureza, é que o conhecimento pode ganhar consistência e solidez, superando os limites de um raciocínio que se apoia apenas em palavras.

Na obra *Novum Organum*, Bacon critica ainda duas posturas extremas que prejudicaram a ciência: o dogmatismo (aqueles que afirmam que a natureza já foi totalmente explicada) e o ceticismo absoluto (aqueles que dizem que nada se pode saber). O autor escreveu (Bacon, 1988, p. 5):

Todos aqueles que ousaram proclamar a natureza como assunto exaurido para o conhecimento, por convicção, por vezo professoral ou por ostentação,

infligiram grande dano tanto à filosofia quanto às ciências. Pois, fazendo valer a sua opinião, concorreram para interromper e extinguir as investigações.

Para Bacon, entre as posições sobre o conhecimento, merece destaque a atitude dos antigos filósofos gregos que, mesmo conscientes das dificuldades do processo de conhecer, não desistiram da investigação da natureza. Pelo contrário, em vez de se perderem em discussões abstratas sobre a possibilidade do conhecimento, empenharam-se em verificá-lo por meio da experiência e da observação. O autor menciona: “[...] perseveraram em seus propósitos e não se afastaram da procura dos segredos da natureza” (Bacon, 1988, p. 5).

Apesar dessa valorização da investigação da natureza, Bacon observou que aqueles que confiaram no funcionamento natural do intelecto de forma desprendida, sem regras claras ou métodos rigorosos, deixaram o pensamento entregue à reflexão. O autor cita: “[...] mesmo aqueles, estribados apenas no fluxo natural do intelecto, não empregaram qualquer espécie de regra, tudo abandonado à aspereza da meditação e ao errático [...]” (Bacon, 1998, p. 5).

Nesse contexto, ele propõe um método: “Nosso método é tão fácil de ser apresentado quanto difícil de se aplicar” (Bacon, 1998, p. 5), que se baseia em estabelecer graus de certeza, definir o alcance dos sentidos e disciplinar o trabalho da mente. Esse método busca abrir um caminho confiável para o conhecimento, baseado nas percepções, e não apenas no pensamento espontâneo do intelecto que, segundo ele, acabou mais reforçando erros do que direcionando à verdade.

Para explicar sua proposta, Bacon utilizou uma metáfora do trabalho mecânico. Assim como grandes obras não podem ser realizadas apenas com a força das mãos, mas exigem instrumentos e máquinas, também o intelecto não deve atuar sozinho. Bacon argumenta que a mente humana, se deixada sozinha, é incapaz de realizar grandes obras, assim como as mãos nuas não podem mover grandes pesos. Assim, confiar apenas na capacidade natural da mente é tão inadequado quanto tentar mover um obelisco apenas com força humana. O verdadeiro progresso exige instrumentos metodológicos que ampliem e orientem a construção do conhecimento (Bacon, 1988, p. 6). Segundo o autor:

Nem a mão nua nem o intelecto, deixados a si mesmos, logram muito. Todos os feitos se cumprem com instrumentos e recursos auxiliares, de que dependem, em igual medida, tanto o intelecto quanto as mãos. Assim como

os instrumentos mecânicos regulam e ampliam o movimento das mãos, os da mente aguçam o intelecto e o precavem (Bacon, 1988, p. 13).

Para alcançar o conhecimento por meio da chamada “verdadeira indução”, é necessário afastar os obstáculos que dificultam o ato de conhecer. Isso implica reconhecer e criticar preconceitos, ilusões e distorções do pensamento, aquilo que Bacon chamou de “ídolos”. Nesse contexto, concordando com Zaterka e Barbosa (2017), torna-se importante adotar instrumentos e procedimentos que auxiliem a mente humana a se libertar dessas tendências e inclinações enganosas. Esses instrumentos têm a função de apoiar os sentidos, a memória e o intelecto, evitando que se desviem ou se percam no processo de reformulação do conhecimento.

Além disso, existem, para Bacon, “dois métodos, um destinado ao cultivo das ciências e outro destinado à descoberta científica” (Bacon, 1988, p. 8). Esses dois métodos correspondem a duas formas distintas de relação com o conhecimento, com finalidades, procedimentos e alcances diferentes. Um método destinado ao cultivo das ciências refere-se à organização, à transmissão e ao aperfeiçoamento dos conhecimentos já existentes. Seu objetivo principal não é descobrir novas verdades sobre a natureza, mas organizar os saberes já consolidados, torná-los ensináveis e úteis à vida, aos debates intelectuais e à formação dos indivíduos.

A razão é usada de modo mais discursivo e argumentativo, recorrendo à lógica. Por isso, Francis Bacon o associa à Antecipação da Mente, pois o entendimento antecipa explicações antes de um exame rigoroso da experiência (Bacon, 1988). O outro método, destinado à descoberta científica, tem como finalidade central produzir novos conhecimentos sobre a natureza. Ele exige que o intelecto abandone opiniões e explicações prontas, submetendo-se a um percurso disciplinado que parte da experiência sensível. Esse caminho é denominado por Bacon de Interpretação da Natureza. Nesse método, a observação e a experimentação ocupam papel central, e o conhecimento avança de forma gradual, por meio da indução, dos fatos particulares às generalizações fundamentadas (Bacon, 1988).

Nesse contexto, compreende-se, a partir de Bacon, que a ciência está relacionada à construção e à transmissão do saber, enquanto a descoberta científica transforma e aprofunda esse saber. Os métodos mencionados não devem ser confundidos, apesar de poderem coexistir. Nesse contexto, compreende-se, assim, que as antecipações são construções rápidas do intelecto, formadas a partir de

observações, geralmente aquelas mais próximas da experiência cotidiana. Por isso, essas antecipações podem gerar um efeito imediato, sem haver a presença de investigação profunda.

As interpretações da natureza, ao contrário, exigem um percurso mais longo e rigoroso, pois são elaboradas a partir de muitos fatos, frequentemente complexos e nem sempre evidentes à primeira vista. Esse caráter exige esforço e método, o que faz com que, num primeiro momento, pareçam difíceis, pouco intuitivas ou até estranhas ao senso comum. Bacon observou que, por isso, as interpretações podem soar ao intelecto comum tão áridas quanto os mistérios da fé, justamente por não oferecerem respostas imediatas ou confortáveis (Bacon, 1988).

Bacon destaca, ainda, que algumas áreas do conhecimento podem se basear em opiniões, costumes e convenções sociais, sendo o uso das antecipações considerado adequado. Nesses casos, o objetivo não é compreender a natureza das coisas, mas obter o assentimento dos interlocutores, isto é, convencer, persuadir ou organizar consensos. No entanto, no campo das ciências naturais, esse procedimento é inadequado. Segundo Bacon (1988), a ciência não deve submeter-se ao assentimento das pessoas, mas sim submeter a natureza à investigação, por meio da experiência e da interpretação rigorosa. Assim, apenas as interpretações permitem alcançar um conhecimento verdadeiro e confiável.

Nesse contexto, Bacon apresenta o conceito dos “ídolos”, destacando que as noções falsas e os preconceitos que se instalam no intelecto humano não apenas dificultam o acesso à verdade, ao obstruírem o caminho da investigação, como também permanecem atuantes mesmo após a superação inicial desses obstáculos. Esses ídolos tendem a reaparecer como obstáculos à própria consolidação das ciências, interferindo no desenvolvimento do conhecimento científico. Por essa razão, Bacon adverte que é indispensável que os homens estejam conscientes de sua existência e se mantenham continuamente vigilantes, de modo a prevenir sua influência e a reduzir, tanto quanto possível, seus efeitos sobre o entendimento (Bacon, 1988).

Para Bacon, os ídolos são obstáculos que interferem no processo de conhecer, distorcendo a interpretação da natureza e comprometendo a produção do conhecimento científico. Segundo ele: “São de quatro gêneros os ídolos que bloqueiam a mente humana” (Bacon, 1988, p. 21).

Eles não desaparecem espontaneamente com o avanço da ciência, pelo contrário, tendem a reaparecer, exigindo atenção constante do intelecto. Bacon classificou (Bacon, 1988):

- **Ídolos da Tribo**

São erros comuns à própria natureza humana. Surgem das limitações dos sentidos, da tendência à generalização e da perspectiva de perceber a realidade segundo expectativas, emoções e desejos. Esses ídolos colaboram para que o ser humano crie sentidos onde eles não existem.

Relacionando com o ensino de Ciências, destacamos a situação em que os estudantes confiam “exclusivamente” no “senso comum”, interpretando fenômenos naturais de forma intuitiva, mas incorreta.

Segundo Francisco Júnior (2008), o conhecimento pode ser construído a partir do diálogo entre os saberes científicos e os saberes populares. Assim, quando esses diferentes conhecimentos são respeitados e problematizados em conjunto, os estudantes conseguem perceber seus limites, refletir sobre eles e avançar para uma compreensão mais ampla e significativa.

Embora o ensino de Ciências não deva se limitar à transmissão de conceitos e ao desenvolvimento de habilidades experimentais, é fundamental possibilitar aos estudantes a compreensão da natureza da Ciência, articulada aos saberes científicos (Amauro *et al.*, 2023).

Consideramos que, para que a compreensão e a construção do conhecimento aconteçam de forma efetiva na sala de aula, é essencial que o professor abra espaço para as manifestações dos estudantes, dialogando com eles e promovendo a interação entre diferentes vozes. A presença desse diálogo no contexto escolar possibilita a construção de novos significados. Nesse processo, é importante reconhecer que, no discurso instrucional, muitas perguntas feitas pelo professor não têm como objetivo obter informações, mas orientar e conduzir o processo de construção de sentidos em andamento (Macedo; Mortimer, 2000).

- **Ídolos da Caverna**

São erros relacionados às experiências individuais, à educação, à formação cultural e às preferências pessoais. Cada indivíduo, segundo Bacon, vive

em sua própria “caverna” e, com isso, “filtra” e deforma a realidade. Compreende-se esse tópico como relacionado aos interesses, valores e vivências de cada sujeito, os quais influenciam a forma como o conhecimento científico é produzido e interpretado.

No contexto escolar, mais especificamente no ensino de Ciências, por exemplo, aparecem quando concepções prévias dos alunos, ou mesmo dos professores, influenciam a compreensão de conceitos científicos, como transformações químicas ou modelos atômicos, dificultando a construção de explicações fundamentadas.

Segundo Gil Pérez *et al.* (2001), infelizmente, com frequência, o ensino, incluindo o nível universitário, ainda apresenta a ciência como um processo empírico e indutivo simples, distante da forma real, complexa e dinâmica com que o conhecimento científico é produzido. Isso ocorre porque o ensino científico tem se concentrado na transmissão de conteúdos prontos, sem oferecer aos estudantes oportunidades de vivenciar práticas investigativas, questionar, levantar hipóteses e refletir sobre os próprios processos da ciência. Como consequência, muitos estudantes, inclusive futuros professores, mantêm uma visão ingênua da ciência, associada a um suposto método científico único, rígido e infalível.

Pereira e Gurgel (2020) complementam, afirmando que ainda são comuns concepções ingênuas sobre a ciência, que a veem como um conjunto de fatos verdadeiros obtidos por observação e experimentação, seguindo um método rígido e universal. Nessa visão, o conhecimento científico seria cumulativo, e as teorias funcionariam como retratos fiéis da realidade.

Dessa forma, os Ídolos da Caverna ajudam a compreender como interesses, valores, experiências e concepções prévias influenciam a maneira como a ciência é ensinada, aprendida e interpretada no contexto escolar. A não problematização no ambiente escolar tende a reforçar uma compreensão simplificada da ciência, possivelmente dominada pela ideia de um método único, neutro e infalível. É fundamental considerar a presença desses ídolos no ensino de Ciências para que se possam promover práticas pedagógicas que valorizem o questionamento, a dúvida, a reflexão crítica e a compreensão da ciência como uma construção humana, histórica e em constante transformação.

- **Ídolos do Foro (ou do Mercado)**

São erros relacionados à linguagem e à comunicação social. O uso impreciso ou inadequado das palavras gera confusões conceituais, fazendo com que termos mal definidos passem a orientar o pensamento.

No ensino de Química, esses ídolos aparecem com frequência no uso de termos que têm sentidos diferentes no discurso científico e no senso comum. Essa diferença de significados entre a linguagem cotidiana e a científica funciona como um obstáculo à aprendizagem, favorecendo equívocos conceituais por parte dos estudantes e dificultando a apropriação de uma linguagem científica mais precisa, essencial para a compreensão dos fenômenos químicos e para o desenvolvimento do pensamento científico.

Nesse sentido, segundo Amauro *et al.* (2023), muitas vezes os professores precisam orientar os estudantes na organização e na expressão de suas ideias, uma vez que, inicialmente, essas ideias se apoiam em conhecimentos do senso comum. Isso evidencia a necessidade de intervenções docentes constantes, capazes de favorecer a transição para discursos mais elaborados e sustentados em fundamentos científicos.

Mortimer *et al.* (1998) apontam que a linguagem do dia a dia é mais espontânea, dinâmica e próxima da fala. Assim, as pessoas se expressam sem precisar refletir o tempo todo sobre cada palavra que usam. Já a linguagem científica exige um uso mais consciente e cuidadoso, aproximando-se muito mais da escrita. Enquanto a linguagem cotidiana descreve um mundo em movimento, em que as coisas estão sempre acontecendo, a linguagem científica tende a “fixar” esses acontecimentos.

Mortimer *et al.* (1998) complementam, afirmando que a linguagem do dia a dia é mais ligada às experiências imediatas das pessoas, enquanto a linguagem científica é mais formal, abstrata e construída para explicar os fenômenos de maneira sistemática. Assim, a linguagem científica não é neutra nem natural, pois foi construída historicamente, com o objetivo de registrar e ampliar o conhecimento, e exige aprendizagem específica. Por isso, essa linguagem costuma parecer estranha e difícil para os estudantes. Reconhecer essas diferenças significa compreender que aprender ciência envolve, necessariamente, aprender sua linguagem (Mortimer *et al.*, 1998). No contexto escolar, muitos estudantes têm dificuldades porque precisam

transitar entre essas duas formas de linguagem, sem que esse processo seja explicitamente trabalhado. Assim, compreender conceitos científicos não depende apenas de observar fenômenos, mas de aprender a falar, escrever e pensar cientificamente (Mortimer *et al.*, 1998).

Nesse cenário, destacamos o papel central do professor como mediador desse processo, ajudando os alunos a transformar explicações baseadas no senso comum em explicações sustentadas pela linguagem científica. Dessa forma, aprender Ciências significa também aprender uma nova forma de linguagem, que permite compreender o mundo de maneira mais abstrata, crítica e organizada (Mortimer *et al.*, 1998).

Desse modo, os Ídolos do Foro evidenciam que as dificuldades no ensino de Química não estão apenas nos conteúdos em si, mas também na linguagem em que esses conteúdos são construídos. Quando as diferenças entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica não são claramente abordadas, tendem a surgir confusões conceituais que comprometem a aprendizagem. Reconhecer esses obstáculos faz parte do trabalho docente e é fundamental para que os estudantes avancem do senso comum para formas mais elaboradas de conhecimento científico.

- **Ídolos do Teatro**

São erros que decorrem da aceitação acrítica de sistemas filosóficos, teorias e doutrinas tradicionais, tomados como verdades incontestáveis. Bacon compara esses sistemas a peças teatrais: “por parecer que as filosofias adotadas ou inventadas são outras tantas fábulas, produzidas e representadas, que figuram mundos fictícios e teatrais” (Bacon, 1988).

Na educação científica, esses ídolos aparecem quando teorias são ensinadas como dogmas prontos e universais, sem contextualização histórica, experimental ou crítica, impedindo que os estudantes compreendam o caráter provisório do conhecimento científico.

Nesse contexto, considerando a compreensão de que o intelecto humano não opera de forma neutra ou puramente racional, mas é atravessado por desejos, afetos, crenças e expectativas, Bacon identifica a presença dos chamados ídolos como interferências permanentes no processo de construção do conhecimento científico. Esses obstáculos atuam de maneira sutil, levando o indivíduo a aceitar

como verdadeiro aquilo que confirma suas preferências, a evitar o esforço da investigação rigorosa e a substituir a experiência empírica por opiniões consagradas ou crenças amplamente aceitas. Para Francis Bacon, o enfrentamento desses desvios exige a adoção da Interpretação da Natureza, fundamentada na observação sistemática, na experimentação e no uso de um método rigoroso, capaz de controlar criticamente as inclinações do intelecto (Bacon, 1988). No contexto do ensino de Ciências e da Química, essa perspectiva destaca a necessidade de práticas pedagógicas que desafiem o senso comum, valorizem o uso preciso da linguagem científica, considerem as concepções prévias dos estudantes e promovam uma postura reflexiva e crítica diante do conhecimento estabelecido, reconhecendo a ciência como uma atividade humana, histórica e passível de revisão.

Nesse sentido, Bacon aprofunda sua crítica ao conhecimento ingênuo e indica que os limites e enganos dos sentidos constituem uma das principais fontes dos desvios do intelecto. Assim, menciona ser indispensável a mediação do método experimental na interpretação da natureza:

Na verdade, os sentidos, por si mesmos, são algo débil e enganador, nem mesmo os instrumentos destinados a ampliá-los e aguçá-los são de grande valia. E toda verdadeira interpretação da natureza se cumpre com instâncias e experimentos oportunos e adequados, onde os sentidos julgam somente o experimento e o experimento julga a natureza e a própria coisa (Bacon, 1988, p. 26).

A partir do pensamento de Francis Bacon, compreendemos que a ciência não deve se fundamentar em opiniões, verdades absolutas, dogmas e/ou tradições passadas de gerações, mas na observação sistemática da natureza e na experimentação orientada por um método rigoroso (Bacon, 1988). No contexto da sala de aula, essa perspectiva pode ser considerada na valorização de práticas investigativas que envolvam a formulação de questões, a realização de experimentos, a coleta e a análise de dados, incentivando os estudantes a assumirem uma postura ativa diante do conhecimento e a questionarem explicações prontas e/ou naturalizadas.

No entanto, destaca-se, segundo Bacon, que a simples acumulação de dados empíricos não deve ser suficiente para a produção do conhecimento científico, uma vez que toda observação envolve interpretação, seleção e organização dos fatos. Essa compreensão possibilita problematizar, junto aos estudantes, a ideia de que “ver

é provar”, favorecendo discussões sobre o papel dos erros, das hipóteses, das generalizações e das mediações teóricas no processo científico. Dessa forma, o ensino de Ciências e Química pode contribuir para a formação de um pensamento crítico, que reconheça a ciência como uma construção humana, histórica e metodologicamente orientada.

IMPLICAÇÕES PARA A SALA DE AULA CONTEMPORÂNEA

As contribuições apresentadas do filósofo Francis Bacon oportunizam compreender a ciência de forma mais próxima, de modo a produzir conhecimento que envolva método, debate, revisão, limites e critérios de validação. Quando essas características chegam à escola, por meio dos conteúdos e da abordagem pedagógica, permitem diferenciar o ensino de Ciências de uma lógica centrada apenas na transmissão de conteúdo para uma abordagem que também discute como o conhecimento científico foi/é construído.

Hoje, vivemos cercados pela ciência e pela tecnologia, que influenciam diretamente diversas situações do mundo atual, tornando importante desenvolver a alfabetização científica, para que as pessoas possam compreender os problemas e tomar decisões conscientes. A partir dessa reflexão, destacamos a resposta de Sasseron (2019) à pergunta “por que ensinar Ciências?”, e a autora afirma que ensinar Ciências significa oferecer aos estudantes oportunidades para investigar questões que os inquietam e, com base nas informações disponíveis, possam construir seus próprios posicionamentos diante das dúvidas que surgem.

Ao abordar aqui a expressão alfabetização científica, estamos nos referindo à formação de sujeitos capazes de compreender e avaliar informações relacionadas às ciências no dia a dia. Nessa perspectiva, a alfabetização científica não significa usar apenas o conhecimento científico para interpretar todas as situações, mas saber mobilizá-lo de forma crítica diante de novos problemas e informações. Assim, os sujeitos podem decidir de forma consciente quando e como utilizar conhecimentos científicos para enfrentar questões sociais, contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa (Sasseron; Orofino, 2025). Nesse sentido, a educação científica precisa estimular a construção e a reconstrução de significados, compreendendo a Ciência como uma forma importante de interpretar o mundo. Dessa maneira, torna-se

possível promover a alfabetização científica e contribuir para a formação de sujeitos capazes de desenvolver uma postura crítica diante da realidade (Amauro *et al.*, 2023).

Assim, uma característica importante relacionada à ciência é a valorização do questionamento, da problematização e da dúvida como parte legítima (e fundamental) do processo de ensino, de aprendizagem e do desenvolvimento do conhecimento científico. Em vez de tratar a dúvida como sinal de falha e/ou “falta de estudo”, o professor pode utilizá-la como ponto de partida para formular problemas, levantar hipóteses, comparar explicações e debater escolhas/situações. A dúvida, nesse contexto, não significa negar o conhecimento, mas buscar maior clareza e coerência nas respostas, evitando aceitar explicações apenas pela autoridade, pela repetição ou pelo costume. Na pedagogia problematizadora, o docente deve provocar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade e a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido, pois o processo de aprendizagem ocorre pela formulação e reformulação dos saberes dos alunos em parceria com seus professores, sendo ambos sujeitos ativos no processo (Francisco Jr., 2010).

Francisco Júnior (2008, p. 20) destaca, ainda, que “é no diálogo da realidade observada, na problematização e na reflexão crítica de professores e estudantes que se faz o conhecimento.” Ou seja, o conhecimento não nasce pronto, mas é construído no diálogo entre a realidade vivida, os questionamentos e a reflexão crítica compartilhada por professores e estudantes. Esse processo valoriza a participação ativa dos alunos e dá sentido ao que se aprende.

Com Bacon, essa postura se aproxima de práticas investigativas que envolvem observar, testar, registrar, comparar e revisar interpretações, mostrando que aprender Ciências exige mais do que memorizar definições.

Ao analisar dados, buscar evidências e justificar ideias, os alunos aprendem a lidar criticamente com informações. Esse processo contribui para que estejam menos propensos a aceitar falsas notícias e fortalece sua atuação em uma sociedade marcada pelo excesso de informações. Embora as aulas de Ciências não sejam suficientes, esse é um papel fundamental de educadores e pesquisadores: formar sujeitos críticos, conscientes e comprometidos com uma sociedade mais justa e democrática (Sasseron, 2019).

O estudante, agindo como protagonista, contribui para sua própria formação, aprendendo a tomar decisões, resolver problemas e trabalhar de forma colaborativa,

estando preparado para o exercício da cidadania. Para que isso ocorra, é necessário superar práticas pedagógicas baseadas apenas na repetição e na memorização, ainda comuns em muitas escolas (Ribeiro *et al.*, 2025).

Outra implicação importante é discutir o papel do erro e da crítica. A ciência não avança exclusivamente por conta do erro, mas muitas vezes por meio dele, quando hipóteses são confrontadas com evidências e precisam ser ajustadas ou abandonadas. Pois as teorias científicas não são “verdades absolutas”, mas explicações que precisam ser testadas e que podem falhar. Em sala de aula, isso ajuda a criar um ambiente mais propício à investigação, no qual o estudante entende que errar pode fazer parte do processo de aprendizagem. No entanto, destacamos que é importante que o erro seja analisado, discutido e usado como oportunidade de aprimorar o raciocínio, construindo, assim, o conhecimento científico.

Também se torna possível diferenciar (ou, pelo menos, questionar), de forma mais consistente e consciente, a opinião, a crença e o conhecimento científico. Opiniões podem existir sem justificativa; até mesmo as crenças podem se sustentar em valores pessoais; mas o conhecimento científico depende de critérios claramente definidos, de argumentação e de evidências. Isso não significa dizer que a ciência é perfeita ou neutra, mas reconhecer que ela opera com regras de validação e controle que a distinguem de outros tipos de conhecimento. Outro aspecto é compreender a ciência como um processo histórico e social. Ao analisar autores e contextos, os estudantes podem perceber que as teorias não surgem fora do tempo, ou seja, respondem a problemas e necessidades da época, além de dependerem de condições culturais e técnicas disponíveis no período. Segundo Ramos (2000, p. 32):

[...] o ensino de Ciências, incluindo a Química, a Física e a Biologia, tem pouco sentido se for trabalhado sem as suas implicações históricas. Um saber não cai do céu, ele é construído e isto leva tempo, quem sabe séculos, e, em geral, tem **muito sacrifício**, incluindo estudos, experimentos, e até riscos de vida por trás destes saberes. É importante o desenvolvimento da consciência dos alunos sobre este aspecto histórico (Ramos, 2000, p. 32, grifo nosso).

Essas implicações destacadas se consolidam mais fortemente quando o ensino promove situações de problematização no contexto escolar, intensificando ações argumentativas baseadas em evidências. Assim, em vez de perguntar apenas “qual é a resposta correta?” ou “o que é isso?”, o professor pode propor

questionamentos do tipo: “quais aspectos/evidências sustentam essa explicação?”, “quais as hipóteses para esse fato?”, “quais limitações esse modelo tem?”, “em que condições ele funciona melhor?”, “existem explicações alternativas?”. Esse tipo de prática oportuniza o desenvolvimento de habilidades fundamentais, como a leitura, a análise de dados, a pesquisa teórica e histórica, a comparação de argumentos, a identificação de pressupostos e a capacidade de justificar conclusões.

Por fim, esses elementos são particularmente relevantes no contexto contemporâneo, marcado pela circulação rápida de informações, por “verdades” concorrentes e pela presença constante de desinformação (também chamada de ‘fake news’) e negacionismos científicos. Quando a escola trabalha método, crítica, evidências e limites do conhecimento, ela oferece aos estudantes ferramentas para avaliar afirmações científicas no cotidiano, reconhecer discursos sem base empírica e compreender por que certas ideias são mais confiáveis do que outras. Assim, o ensino de Ciências cumpre um papel formativo mais amplo, além de ensinar conceitos, contribuindo para formar indivíduos capazes de argumentar com responsabilidade, lidar com incertezas e compreender a ciência como uma construção humana em permanente revisão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões desenvolvidas ao longo deste artigo indicam que aprender com os filósofos da ciência significa ir além do ensino de conceitos e fórmulas, passando a compreender a ciência como uma forma específica de pensar, investigar e explicar a realidade. As contribuições de Francis Bacon apresentadas evidenciam que o conhecimento científico não é neutro, linear ou definitivo, mas resultado de processos históricos marcados por debates, erros, revisões e mudanças.

Ao incorporar essas discussões ao ensino de Ciências, torna-se possível superar práticas centradas apenas na transmissão de conteúdos prontos e promover uma abordagem mais reflexiva, que valoriza o questionamento, a argumentação e a análise crítica das explicações científicas. A Filosofia da Ciência, nesse sentido, constitui um recurso formativo importante, pois permite problematizar métodos, critérios de validade e limites do conhecimento, aproximando os estudantes do modo como a ciência efetivamente se constrói.

Dessa forma, o ensino de Ciências pode contribuir não apenas para a aprendizagem de conceitos, mas também para a formação de sujeitos críticos, capazes de diferenciar opinião, crença e conhecimento científico, compreender a ciência em seu contexto histórico e social e lidar de forma mais responsável com informações científicas no cotidiano. Em um cenário marcado por desinformação e negacionismos, essa formação torna-se ainda mais necessária, reforçando o papel da educação científica na construção de uma compreensão mais crítica, consciente e humana da ciência.

Ao retomar os quatro tipos de ídolos propostos por Bacon, torna-se possível sintetizar suas implicações pedagógicas para o ensino de Ciências, com ênfase na Química. Os Ídolos da Tribo evidenciam a necessidade de problematizar generalizações apressadas e interpretações baseadas exclusivamente no senso comum. Os Ídolos da Caverna apontam para a importância de considerar as concepções prévias, experiências e valores individuais que influenciam a aprendizagem. Os Ídolos do Foro revelam o papel central da linguagem científica e a necessidade de trabalhar conscientemente a transição entre o discurso cotidiano e o discurso científico. Por fim, os Ídolos do Teatro alertam para o risco de apresentar teorias como verdades absolutas, reforçando a importância de contextualizar historicamente os conteúdos e valorizar a crítica, o erro e a revisão no processo de ensino. Assim, os ídolos não permanecem apenas como categorias filosóficas, mas transformam-se em instrumentos reflexivos para qualificar a prática docente.

Diante do exposto, as concepções de ciência propostas por Francis Bacon oferecem contribuições relevantes para (re)pensar o ensino de Ciências na sala de aula contemporânea. Bacon, ao enfatizar a observação, a experiência e a crítica aos “ídolos”, chama atenção para os obstáculos cognitivos, culturais e linguísticos que interferem na produção e na compreensão do conhecimento científico. No contexto escolar, essa perspectiva ajuda a reconhecer a influência das concepções prévias, do senso comum e da linguagem cotidiana na aprendizagem, reforçando a necessidade de práticas pedagógicas que problematizem essas visões e favoreçam a construção de significados mais próximos da ciência escolar.

Nesse sentido, articular as contribuições de Bacon ao ensino de Ciências implica compreendê-lo como uma prática investigativa, reflexiva e dialógica, na qual os estudantes são convidados a observar, questionar, argumentar e revisar suas

explicações. Assim, o ensino deixa de se restringir à transmissão de conteúdos prontos e passa a favorecer a formação de sujeitos críticos, capazes de compreender a ciência como uma construção humana, histórica e socialmente situada.

REFERÊNCIAS

AMAURO, Nicea Q.; TEODORO, Paulo Vitor; GOUVEIA, Ernanda A. de; FERNANDES-SOBRINHO, Marcos. Interações discursivas em situações de ensino de Química: em busca de oportunizar novos significados a quem aprende conceitos científicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 123-130, 2023.

BACON, Francis. **Novum Organum**. Tradução e notas de José Aluysio Reis de Andrade. 4. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

BARBOSA, Flávio Tajima; AIRES, Joanez Aparecida. Aspectos consensuais da natureza da ciência e suas implicações para o ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 26-44, 2019.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto. **Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo Ernesto. Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, p. 20-26, 2008.

GIL PÉREZ, Daniel et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

KARWASZ, Grzegorz P.; WYBORSKA, Katarzyna. How constructivist environment changes perception of learning: Physics is fun. **Education Sciences**, Basel, v. 13, n. 2, p. 195, 2023.

MACEDO, Maria do Socorro Alencar Nunes; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dinâmica discursiva na sala de aula e a apropriação da escrita. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 72, p. 153-173, 2000.

MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. De que conhecimento sobre natureza da ciência estamos falando? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20003, 2020.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Sobre chamadas e cristais**: a linguagem científica, a linguagem cotidiana e o ensino de Ciências. In: *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: UNISINOS, p. 99-118, 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury; CHAGAS, Alexander Nilson; ALVARENGA, Vera Tamberi. Linguagem científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-19, 1998.

PEREIRA, Felipe Prado Corrêa; GURGEL, Ivan. O ensino da natureza da ciência como forma de resistência aos movimentos anticiência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 3, p. 1278-1319, 2020.

RAMOS, Maurivan Guntzel. Natureza da ciência e implicações para a educação científica. In: MORAES, Roque (org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 13-35, 2000.

REIS, Ana Carolina. Diálogos acerca dos obstáculos científicos a partir das leituras de Fourez, Kuhn e Bachelard. **Cadernos da Pedagogia**, São Carlos, v. 15, n. 32, p. 10-25, 2021.

RIBEIRO, Cátia Moreira *et al.* Reinventando o aprender: quando o aluno vira protagonista. **Missioneira**, Santo Ângelo, v. 27, n. 9, p. 111-123, 2025.

SASSERON, Lúcia Helena. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.

SASSERON, Lúcia Helena; OROFINO, Rena de Paula. Alfabetização científica na perspectiva das Ciências da Natureza: discussões a partir de domínios do conhecimento científico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 15, n. 25, p. 5-23, 2025.

ZATERKA, Luciana; BARBOSA, Guilherme de Lucas A. Francis Bacon e a constituição do ideal científico moderno. In: MOURA, Breno Arsioli; FORATO, Thaís Cyrino de Mello (org.). **Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores**. São Bernardo do Campo: EdUFABC, p. 195-215, 2017.