



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Podemos dizer que o átomo é real? Considerações da Filosofia da Ciência

Alice Gaier Viario* (PG), Guilherme Brahm dos Santos (PG), Alessandro Cury Soares (PQ), Bruno dos Santos Pastoriza (PQ). *alicegaier@gmail.com

Palavras-Chave: epistemologia; representação; Bachelard

Área Temática: História, Filosofia e Sociologia da Ciência

Resumo: Este trabalho problematiza a noção de real na Ciência a partir da epistemologia de Gaston Bachelard, relacionando-a ao conceito de átomo e aos modelos atômicos. Partindo de um ensaio teórico orientado por problematizações, no texto discutimos como o conhecimento científico avança por rupturas epistemológicas e pela construção abstrata de objetos. A ideia de átomo é construída pela razão instrumentalizada, não um dado sensorial. Instrumentos e modelos são teorias materializadas que produzem fenômenos e atribuem coeficientes de realidade conforme níveis teóricos e condições experimentais. A partir das ideias de Bachelard, notamos argumentos por um pluralismo de ideias, que sua validade depende da capacidade explicativa, não de correspondência imediata com a “coisa em si”. Mais que um estatuto de real para o átomo, suas representações, os modelos atômicos, têm validade ao ter sentido no encadeamento lógico de ideias. Para o Ensino de Química, buscamos contribuir ao discutir como os modelos atômicos atuam como ferramentas contextuais, mas ao explicitar suas limitações e evitar o realismo ingênuo, há uma capacidade de favorecer uma pedagogia que articule teoria, instrumento e prática na construção do real científico.

INTRODUÇÃO

Para compreender diversos fenômenos e propriedades da matéria, na Ciência, e em seu Ensino, empregamos a teoria atômica e explicações para a estrutura do átomo (Chassot, 2016; Taber 2019). Com isso, o conceito de Estrutura da Matéria, em especial a composição e estrutura do átomo, tem relevância no seu próprio desenvolvimento e no entendimento de outros conceitos. Chassot traz esse pensamento ao encadear os conceitos dizendo: “é importante, também, ter-se presente que, com os modelos de átomos, fazemos moléculas [logo, são modelos de moléculas], e com as moléculas fazemos reações [logo, são modelos de reações] (Chassot, 2016, p. 267).

Isto evidencia um caráter abstrato do entendimento do átomo, que é característico de diversos conceitos e fenômenos na Ciência. Para este trabalho, assumimos o papel da abstração na construção dos conceitos científicos, alinhado ao referencial de Bachelard: “por que não aceitaríamos considerar a abstração como procedimento normal e fecundo do espírito científico?” (Bachelard, 1996, p. 8).

O referencial de Bachelard oferece um enquadramento epistemológico que desloca a pergunta sobre o “real” da esfera do imediato para a esfera do construído e do demonstrado. Para Bachelard, a história do pensamento científico não se organiza por mera continuidade acumulativa, mas por rupturas epistemológicas e por uma “filosofia do não” que identifica obstáculos, crenças, imagens, hábitos, entre outros que impedem o avanço e a reestruturação crítica do conhecimento. Sendo assim, o

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

objetivo deste trabalho é discutir o que Gaston Bachelard entende por “real” para a ciência e relacionar essa concepção com a ideia de átomo.

Para isso, serão discutidas as noções que Bachelard apresenta de real para a Ciência, em relação ao conceito de átomo, e dos modelos atômicos. Este texto trará também algumas problematizações sobre as implicações dessa leitura para debates contemporâneos sobre realismo científico, pluralismo de modelos e a natureza da objetividade da ciência. Com isso, é possível abarcar considerações para o Ensino de Química, buscando abordar uma discussão sobre como o real científico se constrói na intersecção entre teoria, instrumento e prática.

MOVIMENTOS METODOLÓGICOS

Antes de adentrar na discussão proposta, cabe trazer a orientação metodológica adotada. Este texto trata-se de um ensaio teórico que se alinha explicitamente à forma discutida por Meneghetti (2011), a partir de uma investigação orientada por problematizações e por uma interação entre sujeito e objeto. Conforme o autor, no ensaio, a orientação prioritária dá-se pelas perguntas que instigam a reflexão crítica, e não pela aplicação de protocolos de coleta e análise empírica típicos das pesquisas experimentais.

Diferentemente de pesquisas empíricas, estruturadas em objetivos específicos, coleta de dados e protocolos estruturados, o ensaio teórico dispensa a comprovação empírica baseada em evidências (Meneghetti, 2011, p. 327). Sua força reside na capacidade de explorar ideias por meio de reflexões conceituais, articulando pressupostos teóricos de forma não linear e aberta a outras direções. Nesse sentido, justifica-se o uso do ensaio teórico para abordar a noção de real em Bachelard, uma vez que o *corpus* do estudo é composto por obras do autor juntamente com uma discussão relacionada ao atomismo, complementadas por articulações com a literatura secundária.

Os procedimentos analíticos combinam leitura, análise conceitual e epistemológica. A leitura permite situar termos relevantes para esta discussão, como: “real”, “fenômeno”, “instrumento”, “modelo”, entre outros. A análise conceitual e epistemológica procura explicitar as discussões pelas quais Bachelard reconfigura o estatuto do real, e a crítica epistemológica articula realismo e atomismo. Dado que este ensaio busca contribuir para a área do Ensino de Química, apresentaremos possíveis interfaces tanto na abordagem do atomismo, quanto do uso do átomo e modelos atômicos para explicar outros conceitos e fenômenos.

CONSIDERAÇÕES DA FILOSOFIA E EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA

Gaston Bachelard (1996) propõe uma epistemologia centrada na ideia de que o conhecimento científico avança por meio de rupturas com noções pré-científicas, superando obstáculos que impedem a objetividade. Para ele, a Ciência não é um acúmulo linear de saberes, mas um processo dialético de reconstrução permanente,

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

no qual o espírito científico deve romper com intuições imediatas, generalizações apressadas e imagens sensoriais. Especificamente na ideia de romper com as intuições imediatas que fundamentamos este trabalho, entendemos como um movimento importante para pensar a Ciência, mas também sobre a constituição da matéria.

Bachelard (1996) define o espírito científico como uma atividade que passa por três estágios. O primeiro, Estado concreto, caracterizado com fenômenos sensíveis (imagens, analogias) e uma literatura filosófica que exalta a Natureza. Nesta fase, o conhecimento é dominado pela experiência primeira, que funciona como um obstáculo por sua carga de subjetividade e antropomorfismo. O Estado concreto-abstrato, que incorpora esquemas geométricos para ordenar fenômenos, mas mantém uma dependência da intuição sensível. É marcado pela filosofia da simplicidade, onde abstrações são validadas por representações visuais. E por fim, o Estado abstrato, que busca romper com a empiria imediata, adotando estruturas matemáticas e conceitos não intuitivos. Aqui, a ciência opera por deformação de conceitos, construindo objetos (como o átomo) que não existem na experiência comum, mas são produzidos pela razão instrumentalizada.

A consequência central dessa postura é uma suspensão do realismo ingênuo: o real da vida cotidiana perde aí seu estatuto epistemológico privilegiado, porque a observação cientificamente relevante não é uma recepção passiva de dados, mas uma produção metódica de fenômenos. Bachelard (1978, p. 94) define, assim, um realismo de segunda posição, isto é, que se constitui por meio de uma razão realizada, confirmada pela experimentação. O real científico, portanto, deve ser demonstrado em condições normativas e instrumentais. Não é a “coisa em si” imediatamente acessível, mas uma contextura numenal pensada para orientar e validar a experimentação.

Para Abbagnano (2007) númeno é definido como: “este termo foi introduzido por Kant para indicar o objeto do conhecimento intelectual puro, que é a coisa em si” (p. 718). Acerca da “coisa em si” Bachelard discorre em seu trabalho intitulado *Númeno e microfísica* contido na obra *Estudos*:

Daí uma total reviravolta dos princípios realistas da sintaxe do infinitamente pequeno. [...] Já não é portanto a *coisa* que nos poderá instruir como o proclamava a fé empírica. Não é isolando-o que se aumentará o conhecimento de um objeto ultramicroscópico. Isolado, um corpúsculo se torna um centro de irradiação para um fenômeno maior. Considerado em seu papel físico, ele é, para o conhecimento empírico, mais um meio de análise do que um objeto (Bachelard, 2008, p. 12 e 13, grifo do autor).

Para Bachelard (1996), esse deslocamento epistemológico implica também um pluralismo do real: nem tudo o que se afirma como “real” o é do mesmo modo.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Bachelard convida a atribuir coeficientes de realidade às diferentes noções científicas, distinções que têm implicações metodológicas e ontológicas. Segundo Bachelard (1978, p.36) há verdades de “primeira aproximação” (por exemplo, padrões empíricos e medidas elementares) e verdades de aproximações sucessivas que exigem maior grau de racionalização e formalização; o real científico, portanto, aparece diferenciado em distintos regimes de objetividade, dependendo do nível teórico e das condições experimentais mobilizadas. Já no início de sua obra vemos a orientação epistemológica que Bachelard coloca:

O empirismo precisa ser compreendido; o racionalismo precisa ser aplicado. Um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas, sem leis dedutivas não pode ser pensado nem ensinado; um racionalismo sem provas palpáveis, sem aplicação à realidade imediata não pode convencer plenamente (Bachelard, 1978, p.4).

Sendo assim, para Bachelard, o real da ciência não é dado, mas construído. A objetividade surge quando a razão dialetiza a experiência (Bachelard, 1996, 2008), substituindo a observação passiva pela fenomenotécnica, técnicas que materializam fenômenos previstos teoricamente. Como ele afirma: “a ciência constrói seus objetos, que nunca ela os encontra prontos” (Bachelard, 1996, p. 73). Essa construção exige matematização, pois a geometrização inicial é insuficiente; é preciso avançar para formas abstratas que ordenem razão e experiência.

A objetividade é afirmada aquém da medida, enquanto método discursivo, e não além da medida, enquanto intuição direta de um objeto. É preciso refletir para medir, em vez de medir para refletir. Quem quiser fazer a metafísica dos métodos de mensuração deve dirigir-se ao criticismo, e não ao realismo (Bachelard, 1996, p.264).

Os modelos e os instrumentos ocupam um lugar central na constituição do real: instrumentos não são meros apêndices neutros, mas “teorias materializadas”. Ao projetar, selecionar e filtrar fenômenos, o aparato experimental traduz enunciados teóricos em condições materiais, o fenômeno cientificamente relevante é produzido no plano dos instrumentos. Em consequência, entre o fenômeno natural e o número científico instala-se uma relação dinâmica em que o instrumento realiza e transforma o objeto estudado. Logo, a fenomenologia científica, para Bachelard, torna-se uma fenomenotécnica.

Bachelard (2008), em *O mundo como capricho e miniatura*, discorre sobre a realização de representações do mundo, transformando-o em miniatura, à vontade dos caprichos humanos. Entendemos com suas ideias que buscar ou querer o real, sem aceitar que é uma forma de observar e entender o mundo, é empobrecer o espírito. Ele afirma: “É como miniatura que o mundo pode continuar composto sem cair em pedaços” (Bachelard, 2008, p.24). É possível compreender a partir destas concepções que ao nos referir às entidades presentes no mundo, estamos nos

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química



referindo às representações que criamos, e estas passam pela experiência humana, atravessadas pelos sentidos e vontades, ou interesses, que Bachelard denomina caprichos.

O mundo é minha *miniatura* porque está tão longe, tão azul, tão calmo, quando o considero onde ele está, como está, no tênue desenho do meu devaneio, no limiar do meu pensamento! Para dele fazer uma *representação*, para colocar todos os objetos em escala e medida real, em seu verdadeiro lugar, preciso quebrar a imagem que eu contemplava [...] (Bachelard, 2008, p. 23, grifos do autor).

Por isso Bachelard (1978), dentro de sua descrição das zonas filosóficas, propõe uma leitura pluralista e diferencial do realismo. Ele demonstra que, dentro do pensamento científico, coexistem coeficientes de realidade distintos: há usos empíricos pragmáticos (a balança e a medição), usos teóricos e correlacionais (a massa enquanto quociente força/aceleração na mecânica newtoniana), e usos ultra-rationais, nos quais a noção se transforma a partir de formulações e estruturas matemáticas mais complexas.

O realismo, assim, pode ser uma verdade de primeira aproximação, mas sofre retrocessos e transformações à medida que as noções se racionalizam e se reconceitualizam. Processo claramente visível, segundo Bachelard, na passagem de concepções clássicas para as de relatividade e da microfísica (Bachelard, 1978) que cabem neste ensaio teórico por se tratar de uma entidade científica complexa e abstrata que é o átomo. Bachelard nos oferece ferramentas para discutir a presença dos átomos no mundo, a potência das representações e seu papel no estudo epistemológico da Ciência, mas também no seu Ensino. Adiante iremos aprofundar as noções aqui trazidas para o pensamento do átomo e de suas múltiplas representações, os modelos atômicos, pondo em perspectiva sua “existência real”.

Apesar de Bachelard não fornecer um referencial especificamente pedagógico ou didático, suas discussões em diversos momentos (Bachelard, 1978, 1996, 2008) têm interface com a área do Ensino. Em especial, o autor problematiza muitas vezes a Ciência ensinada ao analisar epistemologicamente o conhecimento científico. Neste caso, colocar em perspectiva a existência real do átomo e suas diversas representações podem contribuir com as diversas dificuldades colocadas no ensino de estrutura da matéria e modelos atômicos (Camargo; Asquel; Oliveira, 2018; Melo; Lima Neto, 2013; Moura; Guerra, 2016; Silva et al., 2021).

PODEMOS DIZER QUE O ÁTOMO É REAL?

Esta discussão, em nosso ponto de vista e referencial teórico, tem dois possíveis caminhos, inclusive que visam contribuir no Ensino de Química e de



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Ciências. Tanto a perspectiva de que consideramos real na Ciência aquilo realizado de forma empírica ou racional, como a de que não existe uma representação do “átomo real” ou ideal, justamente por existirem diferentes teorias e modelos. Minerbo e Rezende (2025) apresentam uma discussão sobre as imagens, representações e o estatuto de real para o átomo, fornecendo elementos para a discussão deste trabalho. Transitaremos por essas duas compreensões entendendo as possibilidades pela Filosofia da Ciência e para o Ensino.

Da primeira perspectiva, utilizamos as ideias da seção anterior para referir que não há elementos sensoriais para considerar alguma das representações do átomo como “real”, que inclusive Bachelard (2008) define: “o conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão” (Bachelard, 2008, p.14). Podemos ter a vontade de outorgar uma teoria científica como real, ou “mais próxima da realidade”, mas, conforme Bachelard (1978, 1996, 2008) a coisa em si que existe no mundo é diferente do que é possível de racionalizar a partir de resultados experimentais ou mesmo de fenômenos construídos pela Ciência.

Esperar que uma teoria científica explique a coisa em si pode não ser profícuo, principalmente quando se pensa em ensinar uma teoria ou explicar as propriedades de um ente, como o átomo. Se precisamos da abstração para entender um objeto submicroscópico, deixamo-nos no campo da abstração, desapegando da vontade de que o desenvolvimento das ideias no conhecimento científico busquem o real. Pelo contrário, Bachelard (1978) entende que o desenvolvimento das zonas filosóficas implica em um maior grau de abstração e também matematização.

Nesse sentido, Minerbo e Rezende (2025) apontam que ao longo do desenvolvimento do conceito de átomo, com a busca pela imagética, muitas vezes se confunde as propriedades do mundo macroscópico com as propriedades do átomo. E ainda, se confundem representações com o objeto em si: “assim, a imagem do átomo se confunde com o próprio átomo, refletindo suas propriedades, o que revela o primeiro obstáculo epistemológico: o realismo ingênuo” (Minerbo; Rezende, 2025, p. 844). Os autores utilizam o referencial de Bachelard em sua análise, e trazemos para além de sua proposta dos obstáculos epistemológicos:

O germe da representação, antes de se tornar um ponto preciso, antes de se aproximar do ponto real, foi um ponto imaginário situado no centro de um devaneio ou de uma lembrança. As coisas aparecem primeiro onde as procuramos, e só lentamente as colocamos onde elas estão (Bachelard, 2008, p. 30).

Percebemos um movimento científico que engloba o surgimento e elaboração da Mecânica Quântica de racionalização à priori e experimentação à posteriori. É o caso, por exemplo, do nêutron, que uma das questões deixadas por Rutherford (1914) abriu margem para sua evidência experimental, do que em 1920 ele chama de

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

isótopos. Então, há uma racionalização, que vem a partir de dados empíricos, mas que extrapola seus limites, fazendo suposições teóricas, como no trecho de Rutherford (1920) colocado abaixo, onde ele escreve “temos fortes razões para acreditar”.

É concebível que existam vários átomos com a mesma carga nuclear, mas com massas atômicas diferentes. As evidências radioativas certamente apoiam essa visão, mas provavelmente apenas alguns desses átomos possíveis seriam estáveis o suficiente para sobreviver por um tempo mensurável (Rutherford, 1914, p. 498, tradução própria).

Também temos fortes razões para acreditar que os núcleos dos átomos contêm elétrons, bem como corpos carregados positivamente, e que a carga positiva no núcleo representa o excesso de carga positiva (Rutherford, 1920, p. 377, tradução própria).

Cassini (2012) apresenta uma análise epistemológica acerca do núcleo atômico e suas subpartículas, e com isso, diversos debates científicos e teorias conflitantes acerca da composição do núcleo e o que explicaria fenômenos observados, como a emissão de partículas β (cargas negativas) de dentro do núcleo atômico. Chadwick (1932) apresenta com resultados experimentais sua teoria que o núcleo atômico, a partir da problemática da diferença de carga e massa, e da emissão de partículas β contém uma partícula diferente, o nêutron: “as dificuldades [de explicar resultados experimentais] desaparecem, no entanto, se se assumir que a radiação consiste em partículas de massa 1 e carga 0, ou nêutrons” (Chadwick, 1932, p. 312, tradução própria).

Esse movimento teórico, da busca pela racionalização e matematização, para tornar as teorias científicas aceitas e plausíveis, pode ser analisado pelas lentes de Bachelard: “essa numerologia esclarece uma fenomenotécnica pela qual fenômenos novos são não apenas encontrados, mas inventados, integralmente construídos (Bachelard, 2008, p.17). Como no exemplo acima, sobre a existência do nêutron no núcleo atômico, os cientistas buscaram descrever, ou mesmo explicar, a partir da racionalização e/ou matematização, um fenômeno abstrato. É preciso ir além da abstração, por isso Bachelard tece a crítica, argumentando que “é a ciência experimental dos decretos ministeriais: pese, meça, conte, desconfie do abstrato, da regra; dirija a mente dos jovens para o concreto, para o fato. Ver para compreender é o ideal dessa estranha pedagogia” (Bachelard, 2008, p.12).

Com este exemplo, da existência e observação experimental do nêutron, percebemos o caráter provisório da Ciência, as retificações que ocorrem das teorias, ou mesmo das próprias lacunas e questionamentos que permanecem após o surgimento de uma ideia. Pensemos na Ciência como uma ferramenta de interpretação do mundo, que nem sempre, como no caso do átomo, fornece



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

informações correspondentes ao mundo sensível (Bachelard, 2008). Ainda, Taber (2003) corroborando com esta visão, pontua que: “não existe um modelo único do átomo utilizado pelos cientistas no seu trabalho; não existe um modelo único do átomo ensinado nas escolas e faculdades; e não existe um modelo único do átomo construído nas mentes dos alunos” (Taber, 2003, p. 47, tradução própria).

Independente se algum dos modelos de átomo corresponde ao átomo na realidade, este é válido desde que expliquem satisfatoriamente os fenômenos e comportamentos desejados. Mais do que um estatuto de real do átomo para sua validação, é a relevância das ideias na explicação de outros conceitos. Como Bachelard (2008) coloca, um caráter descritivo não traz tanto sentido ao conhecimento científico:

Por que desejamos conhecer o número de elétrons de um átomo? Apenas esse número não nos oferece nenhum conhecimento positivo, já que nesse mundo oculto um simples caráter descritivo é evidentemente ilusório. Se contamos os elétrons, é para explicar indiretamente fenômenos que têm origem no domínio intra-atômico (Bachelard, 2008, p. 20)

CONSIDERAÇÕES FINAIS E ATRAVESSAMENTOS COM O ENSINO

O átomo que conhecemos através da Ciência é real por ser realizado por meio de teorias que respondem satisfatoriamente às questões colocadas e os fenômenos estudados. Este mesmo átomo não é real no mundo sensível. Este deve ser respeitado como miniatura, como representação criada para interpretar o mundo, a partir dos caprichos do próprio observador. É o que Bachelard (2008) defende com suas ideias, e ainda, afirma:

É preciso reduzir o que não se vê àquilo que não se vê, passando pela experiência visível. Nosso domínio de verificação material só fornece uma prova supranumerária para quem não crê na racionalidade. Pouco a pouco, é a coerência racional que suplanta em força de convicção a coesão da experiência usual (Bachelard, 2008, p. 15).

Devemos nos perguntar ao estudar os modelos atômicos, dentro da constituição da Estrutura da Matéria, que percepção queremos colocar em perspectiva sobre o conhecimento científico e o estatuto de “real” que este representa. Qual a finalidade de trazer determinado modelo atômico? Se para estudar cinética os subníveis de energia não têm tanta relevância quanto para estudar as ligações entre os átomos, podemos dizer que o átomo segundo a Mecânica Quântica representa mais a realidade do que a ideia de átomo indivisível?

Se o átomo, por ser uma entidade submicroscópica, traz dificuldades de entendimento pelos estudantes, podemos nos perguntar se algumas destas dificuldades não surgem ao tentarmos atribuir uma imagem real ao átomo, a partir de

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

teorias, muitas vezes matemáticas. Uma densidade eletrônica, ou “nuvem” eletrônica, não é mais real que um pudim de passas ou uma bola de bilhar. É preciso entender o papel das representações dos modelos atômicos, mas principalmente suas limitações. As ideias apresentadas articulam que o conhecimento científico tem caráter provisório, o átomo deve ser visto como um objeto construído por modelos, instrumentos e matematização, cuja realidade varia conforme o enquadramento teórico e as condições experimentais.

É como ferramenta e forma de enxergar o mundo que vemos potência no conhecimento científico ser ensinado na sala de aula. E ainda, pensamos que um ensino descontextualizado e que tenta trazer ao mundo sensível aquilo que pertence ao mundo das ideias não apresenta as potencialidades da Educação em Ciências e das ferramentas da Filosofia e Epistemologia da Ciência. Se algum dos modelos atômicos já postulados é ou não próximo do que pode ser o “átomo real” tampouco importa, desde que faça sentido no desenvolvimento e no estudo da Ciência.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. *A Filosofia do Não; O Novo Espírito Científico; A Poética do Espaço*. Trad. Joaquim José Moura Ramos et al. São Paulo: **Abril Cultural**, 1978. (Os Pensadores).

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise*. Tradução de Estrela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: **Contraponto**, 1996.

BACHELARD, G. *Estudos*. **Contraponto**, 2008.

CAMARGO, L. C. de; ASQUEL, S. de S.; OLIVEIRA, B. R. M. Problematizando o ensino de modelos atômicos: estudo das representações e o uso de um jogo didático. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 197-213, 2018.

CASSINI, A. La invención del neutrino: un análisis epistemológico. **Scientiae Studia**, v. 10, n. 1, p. 11-39, 2012.

CHADWICK, J. Possible Existence of a Neutron. **Nature**. 129, 1932.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 7. ed. Ijuí: **Unijuí**, 2016.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. de. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44ª EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio-teórico? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320-332, abr. 2011.

MINERBO, J.; REZENDE, D. da S. A imagem, a realidade e o ensino do átomo sob a luz de Gaston Bachelard. **Ensino & Pesquisa**, v. 23, n. 1, p. 839-852, 2025.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. Reflexões sobre o processo de construção da ciência na disciplina de química: um estudo de caso a partir da história dos modelos atômicos. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 64-77, 2016.

RUTHERFORD, E. The Structure of the Atom. **Philosophical Magazine**. 27, 1914.

RUTHERFORD, E. Bakerian Lecture: Nuclear constitution of atoms. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 97, n. 686, 1920.

SANTOS, D. M.; NAGASHIMA, L. A. LA EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD Y SUS CONTRIBUCIONES A LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA. **Paradigma**, Paranavaí, Pr, v. 36, n. 2, p. 37-47, maio 2015.

SILVA, F. C.; SILVA, E. P. C.; DUARTE, D. M.; DIAS, F. D. S. Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação** (Bauru), 27, e21061, 2021.

TABER, K. S. The Atom in the Chemistry Curriculum: fundamental concept, teaching model or epistemological obstacle?. **Foundations Of Chemistry**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 43-84, jan. 2003. Springer Science and Business Media LLC.

TABER, K. S. Foundations for teaching chemistry: Chemical knowledge for teaching. **Routledge**, 2019.