

# **Investigação de concepções de estudantes do Ensino Médio sobre o estado gasoso**

## **Investigation of HighSchool students' conceptions about gaseous state**

**Patrick Andersson Barreto Frasão**

Instituto de Química, UERJ  
patrick.sjm@hotmail.com

**Maria de Fátima Teixeira Gomes**

Instituto de Química, UERJ  
fatgomess@globo.com

### **Resumo**

O presente artigo relata uma pesquisa realizada com estudantes do Ensino Médio com o objetivo de identificar e analisar suas concepções alternativas sobre o estado gasoso. A investigação correspondeu ao primeiro momento de um projeto de trabalho relacionado ao tema Atmosfera desenvolvido na escola. Foi aplicada uma sequência investigativa composta por uma atividade experimental e uma tarefa que solicitava representações, por meio de desenhos, do evento estudado. A análise dos resultados mostrou que 53% dos estudantes concebem que os gases não são matéria. Entre os estudantes que assumiram um modelo de partículas, foram identificadas três concepções distintas: contínua, descontínua e híbrida. As concepções alternativas dos alunos apresentaram características epistemológicas típicas de um realismo ingênuo.

**Palavras chave:** estado gasoso, gases, concepções alternativas, conhecimento científico

### **Abstract**

The present article reports a research carried out with High School students with the objective of identifying and analyzing their alternative conceptions about the gaseous state. The research corresponded to the first moment of a work project related to the theme Atmosphere developed in the school. An investigative sequence was applied composed of an experimental activity and a task that requested representations, by means of drawings, of the event studied. Analysis of the results showed that 53% of students conceive that gases are not matter. Among the students who assumed a particle model, three distinct conceptions were identified: continuous, discontinuous, and hybrid. The students' alternative conceptions presented epistemological characteristics typical of a naive realism.

**Key words:** gaseous state, gases, alternative conceptions. scientific knowledge.

## Introdução

No ambiente escolar, a perspectiva do educador sobre como pretende que seus alunos aprendam ciência - como um conjunto de dados, que devem memorizar e reproduzir quando solicitados, ou como um sistema de conceitos e modelos explicativos, que permitem interpretá-los -, implica diretamente na forma como o ensino é orientado, relacionando-se estritamente com a seleção dos conteúdos, as atividades propostas e o critério de avaliação utilizado. Entretanto, aprender e ensinar os conteúdos conceituais da ciência é muito mais complexo do que memorizá-los e repeti-los: exige compreendê-los, dar-lhes significado, relacioná-los com conhecimentos anteriores (POZO; CRESPO, 2009).

David Ausubel e Joseph Novak enunciaram a influência dos materiais de aprendizagem (o texto, a explicação, a experiência etc.) e dos conhecimentos prévios do aprendiz sobre a aprendizagem significativa de novos conhecimentos (MOREIRA, 1999). Pozo e Crespo (2009) argumentam que a explicação ausubeliana de que, a partir de uma aprendizagem significativa de novos conceitos, os alunos os empregariam para interpretar uma nova informação, com frequência não se confirma, porque muitas vezes o que muda é a informação que é interpretada à luz dos conhecimentos prévios.

A resistência dos conhecimentos prévios ou concepções alternativas<sup>1</sup> em serem modificadas, mesmo após anos de instrução, foi objeto de estudo de inúmeras pesquisas em didática das ciências visando desenvolver métodos que favorecessem a aprendizagem de conceitos científicos e a mudança conceitual e, de certo modo, fortaleceram uma visão construtivista de ensino-aprendizagem (MORTIMER, 1996).

Nesse estudo, assumimos as ideias de concepções alternativas de Pozo e Crespo (2009)<sup>2</sup>, que consideram que elas têm três origens: sensorial (concepções espontâneas), cultural (representações sociais) e escolar (concepções analógicas). As concepções espontâneas são construções que os alunos elaboram para dar respostas às suas necessidades pessoais de interpretar fenômenos naturais (do cotidiano). Baseiam-se, essencialmente, na aplicação de regras causais (associação entre causa e efeito) sobre dados e fatos colhidos por processos sensoriais ou perceptivos. A consequência é que os alunos aceitam facilmente a existência de partículas que não podem ser vistas, mas elas são concebidas com as mesmas propriedades que a matéria tem no mundo macroscópico, que lhes é mais familiar, e, além disso, têm dificuldades de aceitar a existência de espaços vazios entre as partículas.

As analogias, geralmente, são utilizadas como recursos didáticos para facilitar a compreensão de conteúdos abstratos. Monteiro e Justi (2000) ressaltam que o problema mais frequente associado ao uso de analogias é o estabelecimento de relações analógicas incorretas pelos alunos, daí a importância de o professor avaliar como eles as compreendem.

Apesar de diversos estudos já terem sido conduzidos a fim de documentar as concepções alternativas de estudantes sobre o estado gasoso, consideramos que conhecer as concepções dos nossos próprios alunos sobre um determinado tema e ter consciência de nossas próprias concepções no ato de ensinar pode contribuir para a criação e o uso de estratégias mais

---

<sup>1</sup>Os termos conhecimentos prévios e concepções alternativas serão usados nesse artigo como sinônimos. Porém, para Pozo e Crespo (2009), “essas denominações não são intercambiáveis entre si”. “Quando se fala de *ideias* ou *conceitos prévios*, isso equivale a colocar o acento em que eles antecedem a verdadeira aprendizagem” (p. 88).

<sup>2</sup>Segundo esses autores, concepções alternativas são ideias muito persistentes (se mantêm mesmo após muitos anos de instrução); são compartilhadas por pessoas de diversas culturas, idades e níveis educacionais; têm caráter mais implícito do que explícito (são difíceis de serem verbalizadas); são relativamente coerentes e, em alguns casos, guardam uma notável semelhança com concepções já superadas na própria história das ciências.

efetivas para o ensino-aprendizagem de Química. Nesse sentido, ao planejar o desenvolvimento de um projeto de trabalho sobre a atmosfera, prevemos um momento inicial de investigação de concepções alternativas dos estudantes sobre o estado gasoso cujos resultados apresentamos nesse trabalho.

## Metodologia

A investigação que relatamos a seguir foi realizada durante o primeiro momento de um projeto de trabalho/aprendizagem (MOURA; BARBOSA, 2013) denominado Atmosfera, desenvolvido em um colégio estadual da zona norte do município do Rio de Janeiro, sob orientação de uma professora de Química e de um estagiário de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES/UERJ). O cronograma de execução do projeto previa os momentos de investigação das concepções dos estudantes sobre gases; debates sobre a natureza e as propriedades dos gases, identificação de causas e de consequências da poluição atmosférica e produção e exibição de materiais pelos próprios estudantes. Quinze estudantes do 1º ano do Ensino Médio, do turno diurno, participaram da investigação. É importante destacar que, antes do início do projeto, os estudantes já haviam tido aulas teóricas sobre aspectos macroscópicos da matéria, descontinuidade da matéria e evolução dos modelos atômicos.

Para conhecer as concepções alternativas dos estudantes sobre a natureza do estado gasoso, foi aplicada uma sequência investigativa formada por três etapas. Em cada etapa, eram propostas uma atividade experimental e uma tarefa, ambas realizadas individualmente, que solicitavam explicações e/ou representações, por meio de desenhos, do evento estudado. Desse modo, buscava-se conhecer quais são os modelos explicativos dos estudantes para os fatos observados. Nesse trabalho, nos limitaremos a descrever e discutir os resultados relativos à primeira etapa da investigação que teve por objeto responder à questão: como os estudantes concebem os constituintes dos gases?

A primeira etapa foi proposta com o objetivo de investigar como os estudantes concebiam os constituintes da água e do ar e como eles explicavam o comportamento desses materiais ao serem comprimidos, na temperatura ambiente. A atividade experimental sugerida, denominada “Teste do êmbolo”, foi proposta originalmente por Santos e Mól (2013, p. 124). Nessa atividade, duas seringas distintas foram preenchidas com materiais diferentes – água e ar nas condições ambientes – e, em seguida, após serem lacradas com o auxílio de uma chama, tiveram seus conteúdos pressionados por meio dos êmbolos. Após a experimentação, seguiu-se a aplicação da tarefa descrita na Figura 1.

Tarefa: Nas seringas identificadas pelas legendas, proponha um modelo, por meio de desenhos, para os constituintes dos materiais contidos em seus interiores. Ao lado, repita o que foi pedido com as respectivas seringas pressionadas:

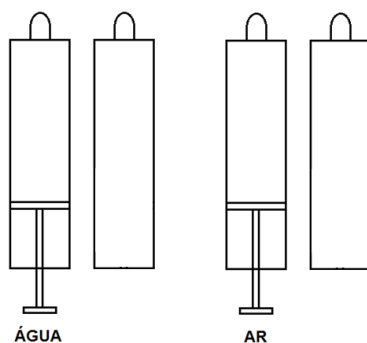


Figura 1: Tarefa aplicada aos estudantes para investigar suas concepções sobre gases. (Elaborada pelos autores).

## Discussão dos Resultados

Segundo Atkins e Jones (2012), o estado gasoso é caracterizado por apresentar partículas – que podem ser átomos, íons ou moléculas – “amplamente espaçadas que passam umas pelas outras em incessante movimento aleatório e que mudam de direção e velocidade somente quando colidem” (p. 134). Ou seja, em um sistema fechado composto por um material no estado gasoso, o espaço vazio é extremamente maior do que o espaço ocupado pelas partículas. Esta definição, portadora de um enfoque microscópico do conceito de gás, geralmente, também é reproduzida em livros didáticos de Química, como por exemplo, em Santos e Mól (2013). Assim, partindo desse modelo público e aceito pela comunidade científica para o estado gasoso, realizamos as análises que se seguem.

Analisando os desenhos elaborados pelos estudantes ao responderem a tarefa em que se solicitava que representassem os constituintes da água e do ar em seringas antes e depois de serem pressionadas, notou-se que 53% (n=8) dos estudantes representaram os gases como uma porção completamente em branco, revelando a concepção de que os gases não são matéria, ou seja, são formados por constituintes imateriais. Destacamos, na Figura 2, a resposta de um dos alunos que expressaram esta concepção, onde se pode observar que, para o estudante, o ar desaparece quando a seringa é pressionada.

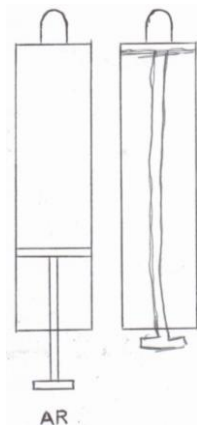


Figura 2: Representação do estudante para a compressão do ar na seringa. Gás concebido como imaterial.

Ao analisar as representações dos sete estudantes (47%) que expressaram compreender os gases como materiais, foram encontradas três concepções epistemologicamente distintas<sup>3</sup> sobre os gases: a concepção contínua, a concepção descontínua e a concepção híbrida.

A concepção contínua dos gases é associada a uma compreensão realista. Os gases são dados como um *continuum* porque assim são vistos (visão macroscópica). A concepção descontínua traz à tona o vazio, cuja existência limita os constituintes dos gases a partículas (visão microscópica). Na “concepção híbrida”, os materiais apresentam entre suas partículas constituintes, uma “substância” que compõe todo o espaço, invalidando, assim, a existência do vazio. Mortimer (1995) afirma que, “apesar de a grande maioria dos estudantes de 14 a 15 anos usar partículas para representar os materiais, eles têm dificuldades em aceitar a ideia de

<sup>3</sup> A concepção contínua dos gases encontra raiz, historicamente, em Anaxímenes de Mileto (585a.C. - 528a.C.), que acreditava que a formação e a transformação dos corpos ocorreriam por rarefação e condensação do ar, uma substância fundamental que compunha todas as coisas. A concepção descontínua da matéria tem origem no pensamento atomista grego, tradicionalmente representado por Leucipo (500a.C. - 430a.C.) e por seu discípulo, Demócrito de Abdera (460a.C. - 370a.C.). A concepção híbrida guarda uma relação com cosmologias que, abominando o vazio, admitiram a existência do éter, como a aristotélica (GLEISER, 2006).

que entre essas partículas possam existir espaços vazios” (p.24). Para Barboza et al. (2011), ocorre que os alunos “não distinguem a visão macroscópica da microscópica, não diferenciam a ideia continuísta da ideia de espaços vazios entre as partículas” (p.11).

Nos desenhos elaborados pelos estudantes, a concepção contínua dos gases, apresentada por 13% (n=2), se caracteriza pela representação de uma área completamente hachurada. As representações descontínuas (27%, n=4) caracterizam-se pelo desenho de partículas isoladas na forma de fitas, de asteriscos ou de círculos. A representação híbrida (7%, n=1), por sua vez, apresenta as duas características. Na Figura 3 destacamos algumas representações dos estudantes que ilustram as três concepções epistemológicas sobre gases. Na Figura 3d, por exemplo, pode-se perceber a presença de uma concepção híbrida ao observar que no desenho do estudante há uma porção hachurada sobre a qual partículas na forma de círculos estão posicionadas.

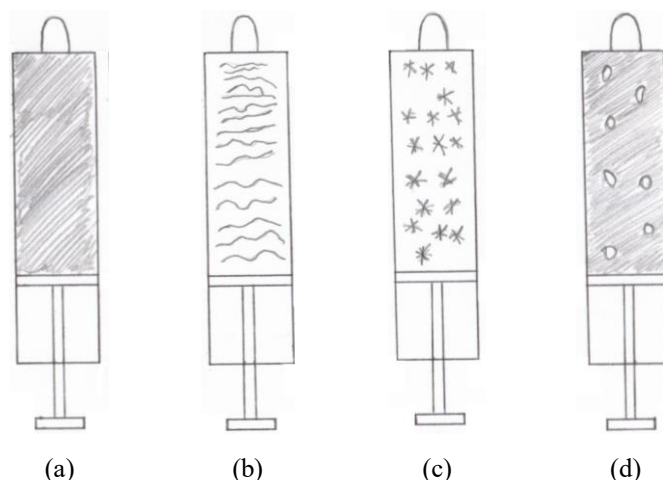


Figura 3: Representações dos estudantes para os constituintes dos gases e suas correspondentes concepções epistemológicas: (a) contínua; (b) e (c) descontínuas e (d) híbrida

Não deixou de surpreender o número considerável de concepções diferentes para os constituintes materiais dos gases presentes em uma mostra de, apenas, quinze investigados. As concepções alternativas dos estudantes possuem várias origens possíveis. Além da sensorial – justificada na tendência do senso-comum às concepções realistas –, existe também a possibilidade de uma origem escolar, analógica.

Apresentações deformadas ou simplificadas de certos conceitos [no ambiente escolar] levam a uma compreensão errônea, desviada, por parte dos alunos [...]. A consequência mais direta disso é uma incompreensão da própria natureza do discurso científico, que se confunde e mistura com seu conhecimento sensorial e social. Em outras palavras, os modelos científicos [...] misturam-se, tornam-se difusos, naqueles âmbitos do discurso cotidiano [...] com referenciais comuns (POZO; CRESPO, 2009, p. 94).

Nos livros didáticos de Ciências e/ou de Química, não raro as imagens utilizadas para representar os gases em frascos ou balões retratam seu aspecto macroscópico, como pode ser visto em Fonseca (2013, p. 104-106). É provável que o contato com imagens desse tipo ao longo da Educação Básica induza ou potencialize a construção de concepções analógicas por parte dos estudantes ao não diferenciarem representações macroscópicas das microscópicas.

A análise da representação dos estudantes para os constituintes do ar e da água revelou um dado interessante: a substancialização dos constituintes dos materiais. Alguns investigados demonstraram ter a concepção que o “formato” do constituinte depende do estado físico do material. Pesquisas sobre dificuldades específicas na aprendizagem de Química, mais

precisamente sobre a utilização do modelo corpuscular da matéria, apontam para as ideias substancialistas dos estudantes, em que propriedades das substâncias são atribuídas às suas partículas (MORTIMER, 1995). Pozo e Crespo (2009) declaram que, “em geral, observa-se uma tendência a interpretar o mundo microscópico em termos macroscópicos, atribuindo às partículas constituintes da matéria propriedades similares às características observáveis do sistema” (p. 151).

Todos os estudantes que assumiram uma concepção descontínua para a matéria (27%) substancializaram as partículas constituintes em função do estado físico do material, líquido (água) ou gasoso (ar). A Figura 4a, por exemplo, exibe a representação do constituinte da água desenhada pelo mesmo autor da Figura 3b. Observa-se que, enquanto os constituintes do ar foram representados por linhas, os constituintes da água foram representados por figuras bidimensionais com forma indefinida. Outro exemplo é dado na Figura 4b, que exibe a representação do constituinte da água feita pelo mesmo autor da Figura 3c. Neste caso, observa-se que, ao invés dos asteriscos, desenhados para o ar, foram feitos círculos para a água. Os desenhos evidenciam que os estudantes concebem os constituintes do ar como menores ou menos volumosos do que os da água; talvez, porque ser o ar menos denso que a água ou, ainda, porque, geralmente, os gases são menos densos do que os líquidos.

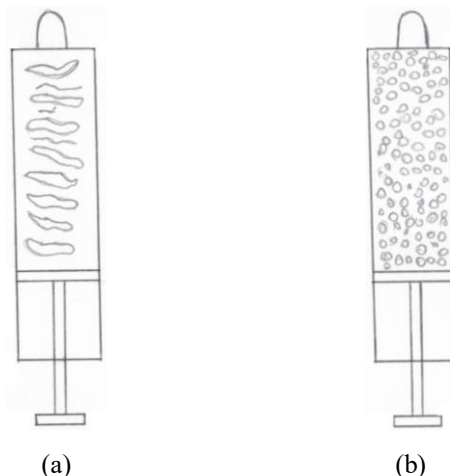


Figura 4: Representações dos estudantes para os constituintes da água.

## Considerações finais

A aplicação da sequência investigativa possibilitou conhecer as concepções alternativas dos estudantes sobre a natureza do estado gasoso, o que foi importante para a condução dos demais momentos do Projeto Atmosfera desenvolvido com os estudantes do Ensino Médio, especialmente em relação ao reconhecimento das propriedades físicas e químicas desses materiais.

A partir da análise dos resultados da primeira etapa da sequência investigativa constatou-se a presença de duas concepções antagônicas quanto à materialidade dos gases. Isto porque nem todos os alunos expressaram conceber os constituintes dos gases como materiais. Em meio àqueles que assumiram, em consonância com o conhecimento científico vigente, um modelo de partículas, três outras concepções foram identificadas: a contínua, a descontínua e a híbrida.

As ideias expressas nas representações dos alunos de uma concepção contínua para o estado gasoso e da negação do vazio na concepção híbrida se relacionam a “uma visão do mundo centrada em seus aspectos perceptivos”, ou seja, a matéria é tal como a vemos, e se

caracteriza, epistemologicamente, como típica de um “realismo ingênuo” (POZO; CRESPO, 2009, p. 142). Também por meio de uma lógica substancialista, que concebe que “as partículas possuem as mesmas propriedades do sistema macroscópico” (idem, p. 143), alguns alunos demonstraram ter a concepção que o “formato” das partículas constituintes depende do estado físico do material.

A natureza das concepções alternativas levantadas com a atividade sugere que os alunos, muitas vezes, não aprendem os conceitos científicos ensinados nas aulas de Química porque, talvez, não compreendam um conceito central: a teoria corpuscular da matéria. Por essa razão, indica-se que a reflexão sobre a estrutura da matéria (tanto em nível macro, como em nível microscópico) não seja objetivada, apenas, no estudo de atomística, mas que se estenda aos demais conteúdos dos devidos planejamentos pedagógicos.

Acredita-se que o estudo compilado nesse trabalho é uma ferramenta interessante para o ensino e para a aprendizagem não somente do tema investigado, mas, principalmente, do que é Ciência. Espera-se que os resultados inspirem novos projetos de trabalho e que os métodos registrados sejam úteis para nortear outras pesquisas.

## Referências

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BARBOZA, L. D. R.; DINIZ, C. F.; ARAÚJO, A. O. Concepções Alternativas de Estudantes do Ensino Médio de Diamantina na Representação de Mudanças de Estados Físicos da Matéria. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 13., 2011, Campinas. Anais do ENPEC, Campinas, 2011, p. 1-12.
- FONSECA, M. R. M. **Química**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.
- GLEISER, M. **A dança do universo: dos mitos de criação ao Big Bang**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- MONTEIRO, G. M.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de Química brasileiros destinados ao Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 1, n. 2, 2000, p. 67-91.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 1999.
- MORTIMER, E. F. Concepções atomísticas dos estudantes. **Química Nova na Escola**. n.1, maio, 1995, p. 23-26.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 1, 1996, p. 20- 39.
- MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. **Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais**. 8.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química Cidadã**. V. 1. São Paulo: AJS, 2013.