

## **O uso de TICs, Experimentação e Representações Mentais para a compreensão das Propriedades dos Gases**

**Karla Kilma Correia, <sup>(1,1)</sup>; Renan Amorin da Silva <sup>(1,2)</sup>; Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos <sup>(2,3)</sup>.**

<sup>1</sup> Graduandos do Núcleo de Formação Docente, Universidade Federal de Pernambuco (CAA/UFPE).

<sup>2</sup> Professora/Doutora no Núcleo de Formação Docente, Universidade Federal de Pernambuco (CAA/UFPE).

<sup>1</sup> [karlakilmacorreia@outlook.com](mailto:karlakilmacorreia@outlook.com)

<sup>2</sup> [renanamorim28@hotmail.com](mailto:renanamorim28@hotmail.com)

<sup>3</sup> [flaviacrisgomes@hotmail.com](mailto:flaviacrisgomes@hotmail.com)

### **Resumo**

O presente trabalho analisa as relações entre TIC, experimentação e modos representativos para o ensino-aprendizagem de Química através do estudo de propriedades de Gases. Realizou-se experimentação com discentes do primeiro ano do Ensino Médio, na cidade de São Caetano, Pernambuco, Brasil. Esta atividade explorou as representações mentais de discentes a partir de sua observação de um fenômeno experimental e sua representação de forma simulada. Com a simulação do PhET, foram exploradas variáveis como a pressão, temperatura e volume vislumbrando a compreensão do fenômeno. A partir dos resultados obtidos identificamos dificuldades dos discentes em relacionar os três níveis representativos, porém pode-se concluir que nessa atividade piloto o uso da simulação contribuiu para a compreensão do conceito inclusive a nível submicroscópico.

**Palavras chaves:** TICs; representação; experimentação, propriedades dos gases.

## **Introdução**

O desenvolvimento do conhecimento científico versa na explicação dos fenômenos que nos rodeiam, sendo tais explicações realizadas a partir de uma sistematização de ideias. Logo, as explicações científicas se caracterizam pela transitoriedade, no sentido de que podem sofrer modificações ao decorrer do tempo, contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento no ser (Silva; Machado; Tunes, 2010). Para este fim, no ensino de química, a experimentação investigativa contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Mas, quando realizada para comprovar algo, os estudantes se restringem a compreensão do fenômeno de modo superficial (Suart, 2010).

Outro fator preocupante para realização destas atividades é quanto a estrutura física das escolas, pois as mesmas, de modo geral, não possuem espaços adequados, uma grade curricular que inclua a experimentação de forma investigativa e ausência de materiais necessários para uso do local. Frente a tais circunstâncias, as simulações computacionais do tipo laboratório se configuram como recurso propício de inserção em propostas que versam pela atuação investigativa e que busca sanar possíveis dificuldades que poderiam ser encontradas em experimentações (Silva; Machado; Tunes, 2010).

Assim, neste trabalho defende-se a ideia de que as simulações podem contribuir para viabilizar os estudantes a compreenderem os modos representativos da Química, principalmente no modo simbólico. A compreensão das interrelações destes modos: *macroscópico*, *submicroscópico* e *simbólico*, viabilizam a compreensão do fenômeno químico (Vasconcelos, 2016). Ademais, em situações de aula, com explicações de conceitos teóricos, processos submicroscópicos e as relações a nível atômico molecular, se faz necessário também da compreensão dos modelos e suas configurações. E, o professor precisa compreender o modelo mental que é desenvolvido pelos estudantes no decorrer das aulas. Neste viés, as simulações entram como apoio pedagógico na contribuição da enunciação de tais modos de representação na Química.

Diante do exposto, este trabalho apresenta uma proposta de exploração dos modos representativos da Química, com uso da experimentação, simulação e análise de modelos mentais no estudo das “Propriedades dos Gases”, buscando entender o modo como os estudantes compreendem os conceitos e processos químicos envolvidos em um fenômeno.

## Referencial Teórico

### Modelos representativos da Química

Considerando que a Química é uma ciência do cotidiano, mas a sua compreensão envolve aspectos abstratos, identifica-se a necessidade de se entender a mesma com uso dos modelos desenvolvidos pela comunidade científica. Assim, durante o processo de ensino e aprendizagem, identifica-se que professores e alunos possuem certa dificuldade em compreender o que são modelos, modelagem e representações (Justi, 2010). Logo, admite-se que entender os limites do modelo faz parte da construção do conhecimento, como também de compreender que não são cópias e sim, uma representação mental do que vem a ser a realidade.

Ademais, esta premissa é reforçada quando não se tem atividades de formação continuada para os professores que estão inseridos na educação básica, pois nestes encontros é possível, explorar os modelos e outros estudos que podem minimizar os equívocos que ainda estão sendo construídos como verdades absolutas na relação professor-aluno. Logo, a ciência é construída a partir de modelos, que Boulter e Buckley (2000 apud Justi, 2010, p. 213) classificaram como: *modelo mental*; *modelo expresso*; *modelo consensual*; *modelo científico e modelo histórico*. O processo de ensino-aprendizagem está adjunto aos modelos mentais, pois “o conhecimento científico é construído através da interação entre o pensar-domínio conceitual e o fazer-domínio metodológico (Moreira, 2014, p.3).

De modo complementar, segundo Johnstone (1993), a compreensão dos fenômenos químicos ocorre quando se compreende os seus modos representativos, seguindo a: I. Observação macroscópica. II. Interpretação submicroscópica, e a III. Expressão representacional. Quando o aluno compreende e explica o fenômeno perpassando por estes três modos subentende-se que o mesmo entendeu o fenômeno. Em vista disto, Johnson-Laird (1983, p. 422) apresenta duas categorias: modelos físicos e conceituais como método de representação dos modelos mentais, no qual o modelo físico possui seis tipos:

Um modelo relacional pode ser definido como um ‘quadro’ estático. Modelo e espacial consiste em um modelo relacional no qual a única relação existente entre as entidades é de natureza espacial. Modelo temporal apresenta uma ordem temporal de eventos, mas não é necessariamente linear, e a temporalidade também não é necessariamente contínua. Modelo cinemático consiste em um modelo temporal que é psicologicamente contínuo, os elementos apresentam movimentos contínuos. Modelo dinâmico é um modelo cinemático e, além disso, representam relações de causa e efeito entre os eventos representados. (Gibin; Ferreira, 2009, p. 3)

Sendo assim, propõe-se neste trabalho que é possível, a partir do uso de simulação e experimentação, que alunos sistematizem os seus próprios modelos, envolvendo os modos representativos, modelos mentais e os níveis representativos.

### **Experimentação no ensino de Química**

No ensino de Química da educação básica, geralmente, o uso de atividade experimental é visto por professores com caráter motivador e demonstrativo, os quais desconsideram os aspectos cognitivos que os alunos possam desenvolver a partir da realização de tais atividades. Logo, conforme afirmam Silva e Marcondes (2017) se faz necessário que os professores preparem as aulas experimentais com questionamentos que façam os alunos desenvolverem habilidades cognitivas, as quais relacionem os dados obtidos com o conteúdo estudado em sala de aula. Para tal, o uso da experimentação em sala de aula pode ser realizado de forma demonstrativo-investigativa e/ou investigativa, proporcionando ao aluno a resolução de situações-problemas que o estimulam a resolver o problema proposto pelo professor (Silva; Machado; Tunes, 2010).

De modo complementar ao uso da atividade experimental, se defende neste trabalho o uso da simulação em conjunto este tipo de recurso, com fins de se melhor desenvolver o processo de ensino-aprendizagem de Química na Educação básica, conforme vê-se a seguir.

## **Simulações no ensino de Química**

De modo geral, a compreensão do modo *submicroscópico* é o mais complexo para o aluno, devido representar às interações atômico-moleculares, o que é geralmente considerado como algo abstrato. Assim, quando não explorados de forma coerente com o fenômeno, os alunos acabam desenvolvendo equívocos na construção do conhecimento. Logo, se defende a premissa do uso das simulações computacionais que auxiliam na compreensão dos fenômenos neste nível representacional, bem como o seu uso em conjunto com outros recursos que representem os outros modos representativos da Química (Vasconcelos,2016). Ressalta-se que apenas o uso de simulações não garante a aprendizagem do aluno, pois é necessário a estruturação de estratégias de ensino que valorizam o fazer por parte dos alunos (Paula, *et al.* 2014). Segundo Hernández, (1998) esta ação caracteriza a substituição de métodos tradicionais por uma metodologia ativa, incluindo também o uso das atividades experimentais investigativas (Silva; Machado; Tunes, 2010).

Portanto, o discente é capaz de construir o conhecimento utilizando-se dos métodos investigativos e computacionais, baseando-se nos modos representativos da Química para explicar determinado assunto do cotidiano. Dentre as simulações disponíveis em sites e na literatura, escolheu-se a simulação do *PhET Interactive Simulations*<sup>1</sup> por conter simulações diversas que podem ser aplicadas em diversos níveis de ensino; ser possível a tradução para diversas línguas, inclusive a brasileira e argentina. Dispondo também o seu acesso de modo on-line e off-line, de forma gratuita.

## **Metodologia**

Este trabalho versa na atividade de pesquisa qualitativa (Flick,2009) a qual versa na compreensão de como são feitas as analogias pelos alunos a partir da experimentação investigativa e uso de simulação computacional com uso de *netbooks*. Para tal foi explorado o assunto de ‘*Propriedades dos Gases*’ com 35 alunos de uma escola pública estadual no Brasil, os quais estão compreendidos em uma faixa etária de 14 a 17 anos.

A atividade foi realizada durante 50 minutos, através das etapas: 1º) lançada a problemática: “*Qual será o resultado da bola de sopro quando a mesma fica dentro da*

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://goo.gl/0ykEta> Acesso em: 17 fev. 2019.

caixa de isopor por 10 minutos e o que acontecerá ao passar 10 min fora do gelo; se observa uma garrafa que tem uma bexiga fixa em seu gargalo, sendo a mesma imersa em gelo. Posteriormente, a mesma é retirada do gelo; 2º) Realizadas as discussões sobre o experimento, foi solicitado aos alunos que os mesmos desenhassem como seria o comportamento das moléculas de gás dentro da bexiga. Após a apresentação dos desenhos, foi sistematizado no quadro como as variáveis *Temperatura*, *Pressão e Volume* são exploradas para explicar o fenômeno, corroborando na lei de Charles e Gay-Lussac que são aplicadas no experimento; 3º) No laboratório de informática, foi solicitado que eles explorassem a simulação “Propriedades dos gases”<sup>2</sup>, analisando a relação das variáveis com o experimento proposto, relacionando a caixa da simulação com a bola de sopro (Figura 1).

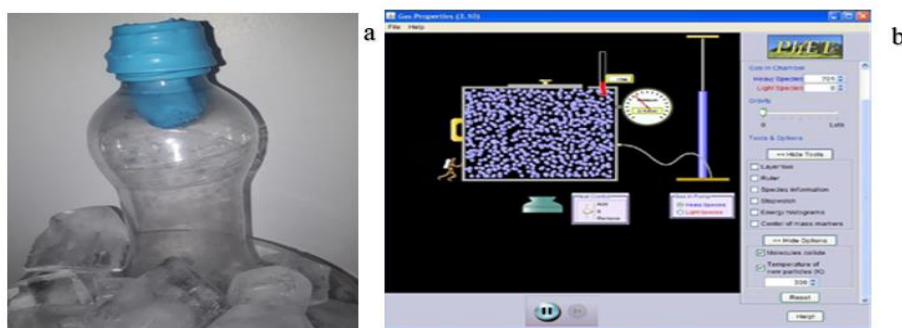


Figura 1. a. Garrafa com bola de sopro dentro do gelo; b. Simulação ‘Propriedade dos gases’ do PhET.

Com estes registros (Figura 2), foi possível verificar como os alunos expressaram suas representações mentais, e se utilizaram dos recursos explorados durante a intervenção.



Figura 2: Aplicação da atividade em sala de aula com a realização da exploração experimental e uso do simulador. Fonte: Próprio Autor.

Para analisar os dados, baseou-se em interpretações próprias a partir das quais se fizeram as

---

<sup>2</sup> Simulação desenvolvida pelo phET interactive simulations. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/>> Acesso: 17. fev. 2019.

inferências necessárias como em Fernandes e Colaboradores (2010, p.21) foram construídas categorias por critérios e níveis de satisfação, Os Critérios de análise para a Questão 1: “*Ilustre, qual será o resultado da bola de sopro quando a mesma fica dentro da caixa de isopor por 10 min e o que acontecerá ao passar 10 min fora do gelo*”, foi dividida em: Nível Satisfatório, a qual descreve se o aluno representa imagens que descrevem as moléculas de ar em todos os elementos que compõem o sistema (bola de sopro, garrafa, o sistema no todo); descreve sobre a pressão interna da caixa de isopor que comprime as moléculas de ar, fazendo-as com que elas entrem na bola de sopro colocando-a para dentro da garrafa; relaciona pressão e temperatura do sistema. No Nível Parcial, o aluno representa parte das moléculas de ar em um dos elementos que compõe o sistema; identifica a pressão do ar, sem explicar o fenômeno. No nível Insatisfatório, o aluno não representa os elementos que compõem o sistema para explicar o fenômeno, seja de forma imagética e/ou textual; não apresenta as respostas do antes e depois.

Os critérios de análise para a Questão 2: “*Explore a simulação modificando as variáveis e registre todas as relações possíveis, utilizando-se da discussão feita com a lei de Charles e Gay-Lussac*”, no Nível Satisfatório, o aluno descreve a lei matemática de Charles e Gay-Lussac relacionando a experimentação com o simulador explorando as variáveis (pressão, temperatura, volume) do estado gasoso, seja de forma textual e/ou imagética. No nível Parcial, o aluno identifica um dos elementos, mas sem relacionar diretamente: lei matemática, experimentação e o simulador, seja de forma textual e/ou imagética. Por fim, no Nível Insatisfatório, o aluno apenas menciona o que reproduziu no simulador, sem fazer relação direta com a experimentação, seja de forma textual e/ou imagética.

Desta forma, os dados sistematizados em níveis e critérios levam a interpretar como os desenhos estão relacionados com a construção de modelos mentais (Justi, 2010; Johnson-Laird, 1983), e a exploração de experimentação (Silva; Machado; Tunes, 2010; Silva, Marcondes, 2017) e simulação (Vasconcelos, 2016) para as os modos representativos.

### **Resultados e Discussões**

Na atividade experimental, após a imersão da garrafa no gelo, a bexiga é ‘empurrada’ para dentro da garrafa, devido a diminuição da temperatura, e por conta da diminuição da pressão interna na garrafa, pois as moléculas de ar presentes na garrafa diminuem o seu

grau de agitação. 10 minutos depois, ao retirar do gelo, o sistema começa a voltar a temperatura ambiente, fazendo com que as moléculas de ar interna da garrafa aumentem seu grau de agitação e assim, empurrando a bexiga para fora da garrafa, esta relação tem a ver com a Lei Gay-Lussac (1778-1850).

Para o primeiro questionamento, apenas o aluno A8 apresentou a seguinte resposta categorizada como *satisfatória* (figura 3):

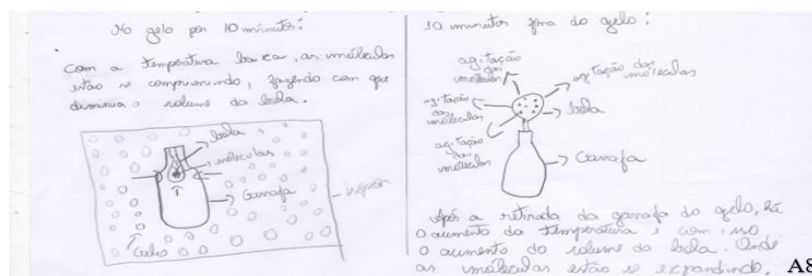


Figura 3: Representação do modelo mental com expansão do gás, relacionado a temperatura, pressão e volume. Fonte: Próprio Autor.

Dezessete alunos apresentaram respostas parciais, dos quais 9 alunos relacionaram a experimentação apenas com a temperatura, desconsiderando as demais variáveis; e 5 representaram as moléculas de ‘forma aumentada’, como se fosse com *zoom* na ilustração e uso de setas, subentendendo a representação da pressão exercida. Este modo mental apresenta características do modelo dinâmico de Johnson-Laird (1983), causando a intenção de movimento, na qual a pressão exercida apresenta compreensão e expansão do gás na figura 4 e 5.



Figura 4: a. e b. são representações dos Alunos A10 e A12, respectivamente, na questão 1, categorizado como parcial, apresentando o Modelo Mental segundo Justi (2010). Fonte: Próprio Autor.



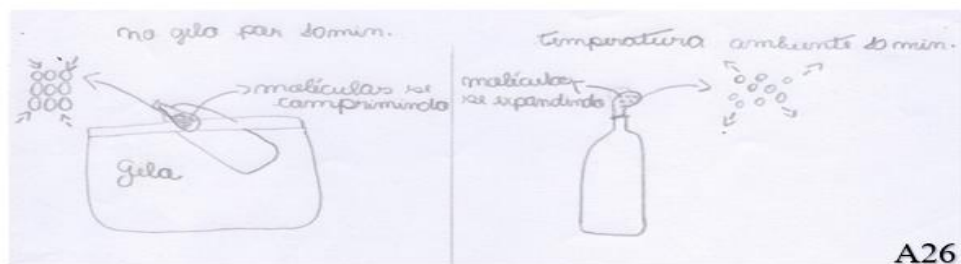


Figura 5: Representação categorizada como Parcial do aluno 26, apresentando o Modelo Cinemático/ dinâmico segundo Johnson-Laird (1993). Fonte: Próprio Autor.

Os 17 insatisfatórios, embora tenham abordado a compressão do gás, 9 discentes apresentaram a maneira inversa do experimento, mesmo tendo o termo ‘ilustre’ registrada na folha, foi solicitado aos alunos que explicassem o fenômeno, conforme identificou-se nas respostas parciais e satisfatória apresentadas e 8 responderam equivocadamente.

Para o segundo questionamento, não houve respostas satisfatórias; 14 responderam parcialmente, 19 responderam de forma insatisfatória e apenas um discente deixou em nulo a pergunta. Dentre estes parciais, os discentes conseguiram apenas relacionar de forma textual o simulador com as variáveis de pressão e temperatura, ainda assim, sendo possível identificar relações convenientes, como é descrito por A 3 “*A caixa explode com o aumento da temperatura. As moléculas ficaram extremamente agitadas. A pressão esteve constante durante todo o procedimento*”. As respostas insatisfatórias foram meramente descritivas sobre a exploração do simulador, entretanto, em nove respostas insatisfatórias observou-se erros conceituais como “*augmentei o calor e as moléculas se agitaram*”, sem mencionar a temperatura como fator para o grau de agitação. Explicitando a dificuldade de diferenciarem Calor e Temperatura, o erro conceitual é encontrado na literatura, no qual a associação calor e temperatura serem expressa no cotidiano de forma idêntica. (Araújo, Mortimer, 2013).

## Conclusão

Na segunda questão mesmo com o número elevado de respostas insatisfatórias, identifica-se nessa atividade piloto que o uso da simulação é viável para a compreensão a nível submicroscópico, visto que os alunos conseguiram compreender melhor a atividade experimental. De modo informal, identificou-se que os alunos não conseguiram relacionar

o modo macroscópico (atividade experimental) com o submicroscópico (simulador) devido o tempo de realização da atividade e das explicações realizadas pela investigadora desta pesquisa. Ainda assim, se defende a premissa do uso conjunto dos dois, pois os discentes no contexto atual não estão habituados a relacionarem modo macroscópico, submicroscópico e matemático ao fenômeno estudado, logo este método de construção do conhecimento é possível a partir de tentativas, reflexões e experiências.

### **Referências bibliográficas**

- Araújo, A. O de. Mortimer, E. F. (2013). Estudo preliminar sobre a utilização do perfil conceitual de calor em um curso para manutenção e instalação de aparelhos de refrigeração. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química / X Encontro de Educação Química da Bahia. Bahia, Brasil.
- Boulter, C. J.; Buclkey, B. C. (2000). Constructing a Typology of Models for Science Education. GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J. (Ed.). Developing Models in Science Education (pp.41-57). Dordrecht: Kluwer
- Fernandes, L. S.; Campos, A. F. & Marcelino Júnior, C. A. C. (2010) Concepções alternativas dos estudantes sobre ligação química. Revista Experiências em Ensino de Ciências. V.5 (n.3), 19-27.
- Flick, U. (2009) Introdução à pesquisa qualitativa. Porto Alegre: Artmed
- Gibin, G. B. Ferreira, L. H. (2009, novembro). Investigação de modelos mentais dinâmicos sobre a dissolução de NaCl por meio da elaboração de animações. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação e Ciências. Florianópolis, Brasil.
- Hernández, F. (1998). Transgressão e mudança na educação: Os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artmed.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johstone, A.H. (1993) The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. Journal of chemical Education, v.70 ( n.9), 701-705.

- Justi, R. (2010). Modelos e modelagem no ensino de química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. En B: SANTOS e MALDANER (Ed.), Ensino de química em foco (pp. 210-230). Rio grande do Sul: Editora Unijuí.
- Justi, R.; Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of “the atom”. International Journal of Science Education, London, v. 22, (n. 9), 993-1009.
- Moreira, M. A. (2014). Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. R. Bras. De Ensino de C&T, v.7 (n.2), 1-20
- Paula, A. C. de; Vergara, L.; Luz, R. M. da; Viali, L. ; Lahm, R. (2014) Softwares educacionais para o ensino de física, química e biologia. Revista Ciências & Ideias, vol. 5, (n.1), 107-121
- Silva, D.P. ; Marcondes, M.E.R. (2017, setembro) Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de Química: reflexões de um grupo de professores. X congresso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Sevilla, Espanha.
- Silva, R. R. da,. Machado, P.F.L., Tunes, E. (2010). Experimentar sem medo de errar. En B: Santos, L.P. dos , Maldaner, O. A (Ed.,) Ensino de química em foco (pp. 232-261). Ijuí: Unijuí.
- Suart, R.C.(2014). A experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e caminhos. En B: Santana, E. M. Silva. E. L. (Ed.,) Tópicos em Ensino de Química (pp. 63-88). São Carlos: Pedro & João Editores.
- Vasconcelos, F. C. G. C. (2016). Estratégia Flexquest, possibilidades para a flexibilização do conhecimento. Curitiba: Appris.