

## Efeito Estufa Usando Material Alternativo

**Cleudson Carneiro Guimarães e Rejane Cristina Dorn**

Este trabalho visa orientar a construção de um protótipo que simula o aumento do efeito estufa devido ao aumento da concentração de gás carbônico. O experimento pode ser utilizado por alunos de ensino fundamental e médio para estudar conceitos referentes a transformações químicas, efeito estufa e características da atmosfera da Terra. Além disso, o experimento pode ser utilizado para demonstrar a ação do CO<sub>2</sub> na retenção de energia oriunda do sol. Para um maior envolvimento dos estudantes, sugere-se que o experimento constitua-se como fonte de discussão dos conteúdos curriculares.

► efeito estufa, experimentação, construção de conhecimento ◀

Recebido em 04/10/2012, aceito em 22/07/2014

153

### Introdução

A atividade experimental pode ser uma estratégia metodológica útil na construção de significado de conceitos de química. A experimentação pode ser usada como demonstração, comprovação do que foi discutido em sala de aula ou como mecanismo de testar hipóteses e induzir questões nos aprendizes no intuito de respondê-las e, ao mesmo tempo, ensinar os conteúdos curriculares. Essa última perspectiva pode retirar a condição de ouvinte para inseri-lo ativamente no processo. Às vezes, algumas atividades experimentais promovem apenas o encantamento do estudante com o experimento e a aula fica apenas um pouco mais divertida. Para que haja alguma inovação, é necessário que a metodologia seja capaz de inserir o estudante no processo, não só na realização do experimento, mas em todas as estratégias que o sucedem tais como aula expositiva, produção de texto, leitura de um texto

**Esse trabalho apresenta uma alternativa de construção de experimento sobre o efeito estufa utilizando materiais de baixo custo, podendo ser útil para discutir conteúdos de química e sobre o planeta Terra.**

de forma que haja transformações na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Ausubel, 1980). Essa é uma perspectiva a qual a preocupação docente não é apenas com o ensino, mas com a aprendizagem.

Para evitar que o experimento seja meramente demonstrativo e passe a ter um caráter mais investigativo, é fundamental um trabalho prévio indicando os objetivos e as questões de investigação. Instigar os estudantes em torno de uma questão de pesquisa, a qual a experimentação buscará responder, é uma estratégia muito útil para envolvê-los e converge com as perspectivas de

uma aprendizagem significativa tal como preconizada por Ausubel (1980, p. X). “Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”. Partindo desse princípio, a experimentação pode se caracterizar como o contexto ao qual o docente pode perceber o que os estudantes já sabem e, dessa forma, planejar ações de intervenção no intuito de conduzir a aprendizagem rumo aos conteúdos curriculares.

Esse trabalho apresenta uma alternativa de construção de experimento sobre o efeito estufa utilizando materiais de baixo

A seção “Experimentação no ensino de Química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

custo, podendo ser útil para discutir conteúdos de química e sobre o planeta Terra. Segundo Tolentino e Rocha-Filho (1998), o nosso planeta apresenta características que o tornam único no sistema solar, destacando a composição e estrutura as quais promovem uma interação simultânea entre a radiação solar e a superfície terrestre e essa troca energética explica muitos fenômenos que afetam a vida no planeta. Segundo Pina, Silva e Oliveira Júnior (2010), o tema aquecimento global, por exemplo, pode se caracterizar como motivação para a discussão de conceitos nas aulas de física, sendo que os conceitos podem ser apresentados na perspectiva de maior aprofundamento acerca do fenômeno em discussão. Inclusive, aconselham estes, as controvérsias acerca do tema devem permear a discussão. No contexto da química, “o efeito estufa é um processo físico-químico complexo, que envolve a absorção de radiações ultravioleta e visível, com transições eletrônicas e emissão de radiação infravermelha e aumento de energia cinética (movimento translacional, que provoca aumento de temperatura)” (Silva et al., 2009).

## Metodologia

### Materiais utilizados

Para esse experimento, são necessários os seguintes materiais:

- 2 garrafas de refrigerante (PET) de 250 ml;
- 2 garrafas de refrigerante (PET) de 2000 ml;
- 1 garrafa pet de 600 ml;
- 0,5 metro de mangueira látex;
- Cola de silicone;
- Dois termômetros com precisão mínima de 1 °C

(com qualquer faixa de medição que abranja a temperatura do ambiente até 50 °C, podendo ser a álcool ou digital do tipo espeto);

- 200 g de bicarbonato de sódio;
- 500 ml de vinagre;
- 1 cronômetro;
- 1 ferro de soldar ou qualquer ferramenta para perfurar as garrafas.

### Observação: cuidados e riscos

É importante ressaltar que, para perfurar as garrafas, pode ser utilizado um ferro quente (tipo ferro de soldar) ou qualquer material perfurocortante, mas estes podem machucar o estudante. Para minimizar o risco, é indispensável que os alunos sejam acompanhados na execução.

### Procedimentos para montagem

Numere as garrafas de refrigerante de 250 ml com 1 e 2 e as garrafas de dois litros com 3 e 4. Para montar os sistemas 1 e 2 (Figura 1), perfure as tampas das garrafas 1, 2, 3 e 4 apenas o suficiente para a entrada do termômetro e da mangueira de látex (garrafas 1 e 2) e, em seguida, passe cola

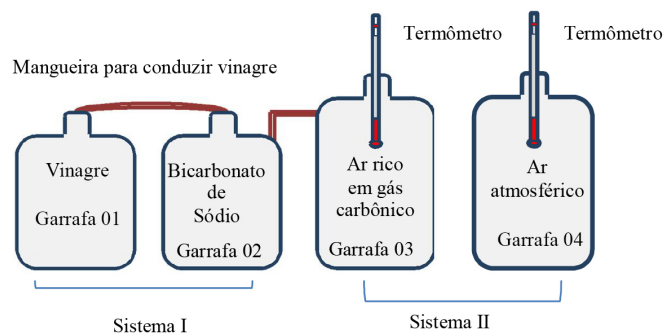


Figura 1: Esquema do experimento (fora de escala).

de silicone unindo termômetro e as mangueiras às tampas. Assegure que não haja vazamento de gás (principalmente no sistema 1) e que a cola de silicone ou a tampa da garrafa não atrapalhem a leitura da temperatura nos termômetros a álcool (caso utilize o termômetro digital do tipo espeto, esse problema não ocorre). Além disso, o bulbo do termômetro deve ficar interno às garrafas. É necessário furar as garrafas 2 e 3 e interligá-las com uma mangueira de látex que conduzirá o gás carbônico produzido pela reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre (conforme Figura 1).

### Procedimentos para executar o experimento

Retire o máximo que puder o ar da garrafa 3 (Figura 2). Coloque 200g de bicarbonato de sódio na garrafa 2 e acrescente vinagre na garrafa 1. Vire a garrafa 1 e pressione lentamente para que o vinagre entre em contato com o bicarbonato de sódio e produza o gás carbônico. Execute esse procedimento até que a garrafa 3 fique completamente preenchida por CO<sub>2</sub>.



Figura 2: Sistema 1 mostrando a garrafa amassada.

A garrafa 4 (Figura 3) ficará preenchida com ar atmosférico à pressão ambiente a qual servirá de parâmetro de comparação da variação de temperatura nos dois sistemas (Figura 3). Observe se a garrafa 4 está com água líquida no fundo ou com gotas nas paredes. Caso exista, poderá haver um aumento anômalo da temperatura nesse sistema, pois a água

é um gás estufa e, segundo Pina, Silva e Oliveira Junior (2010), nos 100 metros da atmosfera mais próximos da superfície da Terra, a maior contribuição para o efeito estufa é promovido pelo vapor d'água. Ainda, acrescentam os autores, “se considerarmos apenas o montante da energia que é absorvida pelos gases-estufa, o vapor de água é responsável por algo em torno de 92% dela”. Essa contribuição decresce com a altitude, mas se estima que, para o efeito total, ela fique em torno de 75% (Barret, 2005 *apud* Pina et al., 2010). Essa propriedade pode ser discutida com o grupo, caso eles observem que o aumento da temperatura na garrafa com água foi mais acentuado do que naquela que contém elevado teor de CO<sub>2</sub>. O professor poderá optar por borrifar água na garrafa 4 (em alguns grupos) no intuito de confrontar os dados com os demais grupos e constituir motivo de discussão.

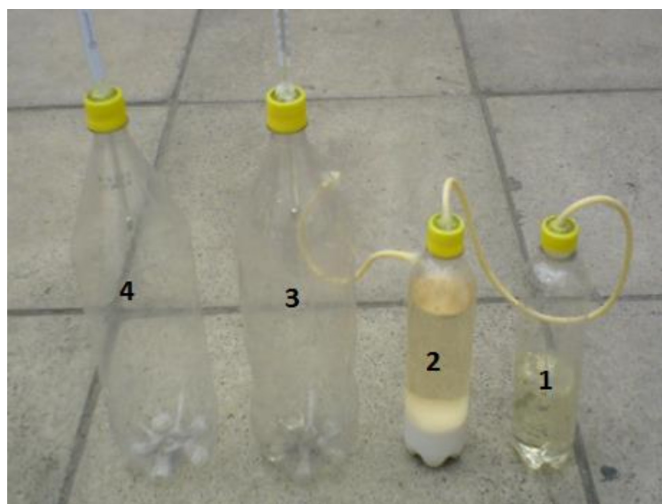


Figura 3: Experimento montado. Garrafa da atmosfera terrestre, atmosfera rica em CO<sub>2</sub>, garrafa com bicarbonato depositado no fundo e garrafa com vinagre (da esquerda para a direita).

Coloque o sistema sob a luz do sol e acione o cronômetro. Uma lâmpada incandescente pode substituir o sol e os melhores resultados são obtidos com uma potência igual ou superior a 100 W e com mesma distância entre as garrafas 3 e 4 (dispostas entre as garrafas distante, aproximadamente, 1 cm de cada uma). Faça medidas da temperatura dos dois sistemas a cada minuto, lance os dados obtidos numa tabela e, em seguida, num gráfico para comparar a variação de temperatura em cada um dos sistemas. Os mesmos resultados não podem ser obtidos utilizando lâmpadas fluorescentes, isso porque os picos característicos do comprimento de onda dessas lâmpadas não coincidem com os comprimentos de absorção do CO<sub>2</sub>. Segundo Finkler, Castelli e Rizzatti (2014), os picos característicos das fontes fluorescentes estão em 0,31 μm e 0,365 μm, ou seja, são ondas curtas (OC), enquanto

**Ao executar o experimento com os alunos, é importante destacar que os resultados obtidos podem não ser os esperados. Isso pode conduzir o grupo a pensar que o experimento não deu certo. Trata-se de um experimento de investigação, portanto, os estudantes podem se deparar com erros imprevisíveis aos quais o educador deve conduzir para transformá-los numa situação de aprendizagem significativa.**

a faixa de absorção dos gases estufa está na faixa das ondas longas (OL). Já as lâmpadas incandescentes têm picos na região do infravermelho, de 0,78-1,1 μm, sendo classificada como uma OL.

Os dados coletados pelo professor e seus alunos servirão para discutir a retenção de energia solar pelos gases atmosféricos. De acordo com Pina, Silva e Oliveira Junior (2010), grande parte da

radiação emitida pelo sol se encontra na faixa espectral em torno de 0,5 μm, enquanto que a radiação terrestre se concentra na faixa de 10 μm. Por essa razão, a radiação solar é denominada radiação de OC, e a radiação terrestre, de OL. Ainda, acrescentam os autores, os gases nitrogênio e oxigênio (presentes na atmosfera) não absorvem a radiação em OL emitida pela superfície da Terra, ao passo que H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> e gases da família do CFCs absorvem uma fração significativa de radiação em OL.

Ao executar o experimento com os alunos, é importante destacar que os resultados obtidos podem não ser os esperados. Isso pode conduzir o grupo a pensar que o experimento não deu certo. Trata-se de um experimento de investigação, portanto, os estudantes podem se deparar com erros imprevisíveis aos quais o educador deve conduzir para transformá-los numa situação de aprendizagem significativa. Nessa situação, é fundamental explorar didaticamente a oportunidade, pois um experimento com resultados não esperados pode ser, muitas vezes, mais construtivo do que quando o grupo obtém aquilo que é esperado pelo professor. É imprescindível que o docente discuta os resultados (posteriormente) sob a ótica da teoria do efeito estufa e incentive os estudantes a lançar suas hipóteses e testar suas próprias interpretações.

Esse momento de interação entre os atores da aprendizagem e o experimento pode ser fundamental para o professor resgatar o que os estudantes aprenderam e planejar ações que visem associar as descobertas dos aprendizes ao conteúdo que pretende ensinar, operacionalizando assim a aprendizagem significativa (Ausubel, 1980).

Outro aspecto importante é que o professor execute o experimento antes para conhecê-lo melhor. Nessa perspectiva, a atividade foi realizada e os dados obtidos estão apresentados nos Gráficos 1 e 2. Os dados do Gráfico 1 foram coletados num dia em que a temperatura ambiente era de 26 °C num local cuja longitude é de 38°58'00" (Feira de Santana, Bahia). As informações do Gráfico 2 foram obtidas pela exposição das garrafas 3 e 4 à lâmpada incandescente. Pelo Gráfico 1, é possível observar um período (entre 15 e 20 minutos) em que ocorreu decréscimo da temperatura. Tal fenômeno pode ser explicado pelo aparecimento de nebulosidade nesse período. Diferente da radiação emitida pela lâmpada incandescente, que promove aumento contínuo da temperatura até a estabilização desta, a entrada da luz solar até a superfície

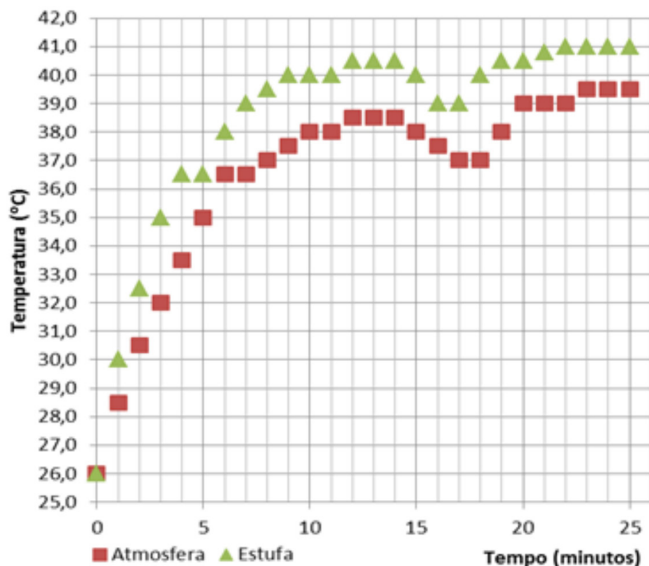


Gráfico 1: Variação de temperatura na atmosfera e no sistema estufa sob a ação da luz solar.

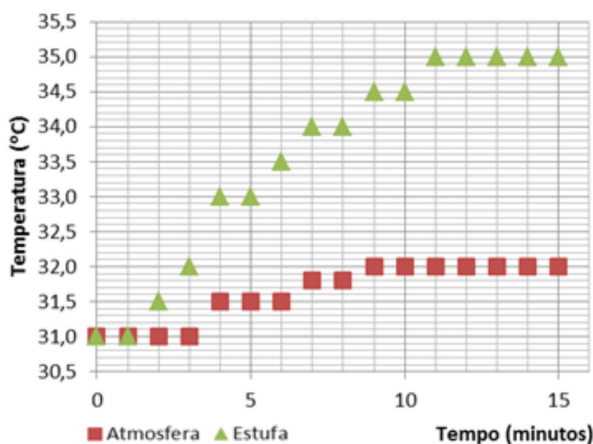


Gráfico 2: Variação da temperatura na atmosfera e no sistema estufa sob a ação da lâmpada incandescente de 100 W.

da Terra varia conforme as condições atmosférica. As cinzas vulcânicas, quando lançadas na atmosfera, promovem efeito similar ao observado no intervalo supracitado.

Os Gráficos 1 e 2 apontam a influência do  $\text{CO}_2$  na absorção das ondas eletromagnéticas emitidas tanto pela lâmpada quanto pelo sol e essas radiações são convertidas em ondas de calor. Percebe-se, nos Gráficos 1 e 2, uma tendência à estabilização da temperatura (após aproximadamente dez minutos) tanto no sistema estufa quanto no que representa a atmosfera, embora a temperatura de estabilização do sistema estufa ( $35,0^\circ\text{C}$  e  $41^\circ\text{C}$ , luz da lâmpada e solar, respectivamente) seja superior à do sistema com ar atmosférico ( $32,0^\circ\text{C}$  e  $39,5^\circ\text{C}$  luz da lâmpada e solar, respectivamente). É importante destacar que o aumento da concentração dos gases estufa na atmosfera da Terra promove o mesmo efeito ao observado nos Gráficos 1 e 2, ou seja, estabiliza a temperatura do planeta numa temperatura superior à anterior. À medida que aumentam as emissões de gases estufas, há o contínuo aumento da temperatura do planeta. Caso cessemos as emissões de gases estufa, teremos um novo patamar

de temperatura no planeta. Essas características podem ser estimuladas na observação dos dados do experimento e diferentes equipes podem realizar experimentos com concentrações de  $\text{CO}_2$  diferentes.

### Considerações Finais

Quem vivencia uma aula em que os alunos sentem-se atores do processo de construção do próprio conhecimento percebe que o envolvimento do grupo costuma ser diferente daquele na qual o aprendiz tem apenas que ouvir as informações. Não se trata de condenar a aula expositiva, pois ela é uma importante ferramenta para associar o conteúdo que se pretende ensinar ao que os estudantes já sabem operacionalizando a aprendizagem significativa.

A experimentação pode ser uma ótima estratégia para permitir que os estudantes saiam da condição de ouvinte para a condição de agente ativo da construção do saber. Durante a realização do experimento, eles costumam se envolver muito com a atividade, mas isso não garante a apropriação, por parte dos aprendizes, dos saberes que o professor pretende ensinar. Depois de algum tempo, podem até se lembrar do experimento e dos passos para realizá-lo. No entanto, nem sempre conseguem associar o saber científico à atividade realizada. A construção da relação teoria e prática precisa ser mediada pela ação docente.

Fazer o experimento com o grupo, observar as dúvidas dos estudantes e dificuldades pode constituir um momento ímpar ao professor para coletar os indícios do que os alunos já sabem para, em seguida, planejar ações que associem o que ele pretende ensinar às descobertas destes durante a realização do experimento, operacionalizando a aprendizagem significativa.

**Cleudson Carneiro Guimarães** (cleidsonguimaraes@ufrb.edu.br), graduado em Engenharia Civil, especialista em Astronomia, mestre em Ensino, Filosofia e Historia das Ciências, é professor do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA - BR. **Rejane Cristina Dorn** (recri30@yahoo.com.br) é professora da UNIFACS de Feira de Santana, BA - BR.

### Referências

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Trad. Eva Nick et al. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.
- FINKLER, C.M.; CATELLI, F.; RIZZATTI, M.R. *Desenvolvimento de técnicas espectroscópico para as aulas práticas do ensino médio*. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/research/salao/2006-VIISalaoIC/Arquivos2006/CienciasExatasedaTerra/37337%20-%20CAUE%20MATEUS%20FINKLER.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de Ciencias*, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

PINA, A.; SILVA, L.F.; OLIVEIRA JUNIOR, Z.T. Mudanças climáticas: reflexões para subsidiar esta discussão em aulas de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, v. 27, n. 3, p. 449-472, 2010.

SILVA, C.N.; LOBATO, A.; LAGO, R.M.; CARDEL, Z.L.; QUADROS, A.L. Ensinando a química do efeito estufa no ensino médio: possibilidades e limites. *Química Nova Na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 268-274, 2009.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.C. A química no efeito estufa. *Química Nova Na Escola*, São Paulo, n. 8, p. 10-14, 1998.

### Para Saber Mais

LIMA, M.A. Emissão de gases de efeito estufa. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, n. 17, p. 38-43, 2000.

LIMA, M.A. et al. *Estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira*. Brasília: Embrapa, 2012.

SILVA, T.D.; MENEZES, M.S. Uma discussão ambiental: o aquecimento global e a busca pelo desenvolvimento sustentável. *Geografia em Atos*, n. 7, v. 1, p. 29-43, 2007.

**Abstract:** *Greenhouse effect using alternative material.* This work aims to guide the construction of a prototype that simulates the increase of the greenhouse effect due to the increased concentration of carbon dioxide gas. The experiment can be used by students of Middle and High School for studying the concepts related to chemical transformations, greenhouse effect and characteristics of the Earth's atmosphere. In addition, the experiment can be used to demonstrate the action of CO<sub>2</sub> retention of energy from the sun. For a greater involvement of students, it is suggested that the experiment constitutes itself as a source of discussion of curriculum content.

**Keywords:** greenhouse effect, experimentation, construction of knowledge.