



O ensino de química ambiental: obstáculos epistemológicos e a concepção de “buraco” na camada de ozônio

Fracielli Cavalcante Candido¹ – fran_cieillilinda@hotmail.com

Sofia Sestito Dias¹ – sofiasestito16@hotmail.com

Alexandre da Silva Avincola¹ – alexandre.avincola@ifpr.edu.br

1 – Instituto Federal do Paraná – IFPR – Paranavaí

Resumo: A existência de uma fina camada gasosa rica em O_3 é conhecida como camada de ozônio, protegendo a terra da ação nociva dos raios ultravioleta. No entanto, devido a ação antropogênica, várias regiões desta camada tem sido degradadas aumentando a incidência de radiação ultravioleta em algumas regiões do planeta. A literatura acadêmica, assim como as ferramentas de busca e livros didáticos muitas vezes utilizam de linguagens e representações que limitam a compreensão real sobre o conceito “buraco” na camada de ozônio, causando alguns obstáculos epistemológicos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar uma discussão teórica através da análise aleatório de imagem do Google Imagens e de um livro didático de química de nível médio volume 3 do autor Eduardo F. Mortimer, na tentativa de desvincular a concepção de “buracos” e substituí-la por “região de depleção”. Assim, foi realizado uma busca no Google e analisado o livro didático, no qual foi possível observar que as imagens e representações sobre a camada de ozônio tanto no Google Imagens quanto no livro didático corroboram para que o aluno não compreenda a realidade a cerca do fenômeno de destruição da camada de ozônio, imaginando que o “buraco” na camada gasosa trata-se de um buraco físico e não de uma região de menor concentração de ozônio.

1. Introdução

A atmosfera terrestre é composta por várias regiões gasosas, que desempenham funções específicas para a proteção do planeta e perpetuação de vida na Terra. Dentre estas regiões, a estratosfera é conhecida por acomodar

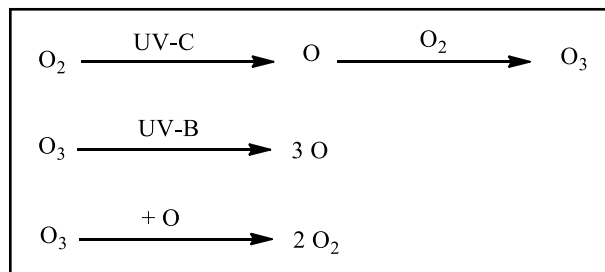
grandes quantidade de gás ozônio e oxigênio radicalar (BAIRD, 2011). Essa região, composta por ozônio, apresenta função específica de filtrar os raios UV danosos para a vida terrestre sendo conhecida como camada de ozônio (TAYLOR, 1991 apud SILVA, 2011). Quando há diminuição na concentração de ozônio em alguma região da camada, a absorção dos raios UV não é tão eficiente, e consequentemente, a incidência desses raios na superfície terrestre é maior. (SCIENTIFC, 1991 apud ASSUNÇÃO, 1993).

Nas últimas décadas, estudiosos descobriram que a camada de ozônio, tem sido danificada por fatores antropogênicos, formando “buracos” em sua estrutura comumente divulgados pela mídia e/ou literaturas científicas. A literatura científica, por exemplo tem apontado que na região da Antártida a concentração de ozônio é baixíssima, devido ao grande período de inverno, sendo comumente reportado que nessa região há um grande “buraco” na camada de ozônio (SCIENTIFC, 1991 apud ASSUNÇÃO, 1993).

A formação de ozônio na estratosfera, ocorre naturalmente, assim como, a redução (depleção) desse gás. O ozônio estratosférico é formado a partir da dissociação de uma molécula de gás oxigênio – quando absorve radiação UV em determinado comprimento de onda gerando dois átomos de oxigênio radicalar, que interage rapidamente com uma molécula de gás oxigênio formando o ozônio. Esse processo ocorre na estratosfera constantemente de forma reversível, ou seja, o ozônio absorve radiação, se dissocia, formando gás oxigênio e oxigênio radicalar e estes regeneram o ozônio, como

demonstra a figura 1 na reação conhecida como mecanismo de Chapman.

Figura 1: Mecanismo de Chapman: formação e depleção do ozônio. As moléculas estão no estado físico gasoso.



Fonte: (BAIRD, 2011).

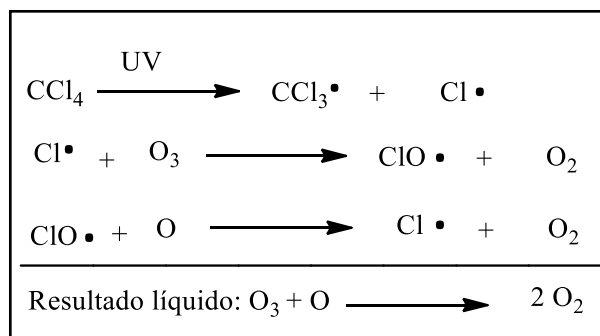
No entanto, mesmo a degradação do ozônio sendo um processo natural e constante, em equilíbrio na estratosfera, como mostra o mecanismo de Chapman, existem moléculas de ampla aplicação industrial que aceleram o processo de “destruição” do ozônio, contribuindo para o surgimento de “buracos” na camada de ozônio (BAIRD, 2011).

A concentração de gás O_3 da camada de ozônio, mesmo em constatare recuperação pelas reações radiculares, acaba sendo suscetível a variações por ação de outros gases de fontes naturais ou antropogênicas presente na estratosfera. Os gases que são emitidos para a estratosfera, capazes de acelerar a destruição do ozônio mais comumente abordados na literatura são chamados de CFCs (clorofluorcarbonetos). Estes compostos orgânicos podem ser sintéticos, contendo em sua estrutura molecular, átomos radiculares de cloro ou flúor, a exemplo, o tetracloreto de carbono (CCl_4), o metilclorofórmio (CH_3CCl_3), entre outras (BAIRD, 2011). Além dos CFCs, outros compostos podem causar a depleção da camada de ozônio, como por exemplo as substâncias halônicas – substâncias constituídas de carbono, cloro, e/ou bromo pois apresentam potencial para gerar halogênios radiculares (FILHO, 1995).

Na figura 2 é possível observar que quando essas moléculas reativas à camada de ozônio migram por difusão para a estratosfera, sofrem cisão homolítica por conta dos raios UV, gerando uma espécie halogenada radicalar. Esta espécie radicalar reage com o ozônio, causando a degradação do gás e liberando como produto

da reação, além de uma molécula de oxigênio, uma outra espécie radicalar que entra num novo ciclo de depleção, causando uma destruição do O_3 em cadeia. Esta cadeia de reações explica a rápida formação do “buraco” na camada de ozônio amplamente apresentado e discutido na literatura científica e nos veículos de comunicação (BAIRD, 2011).

Figura 2: Mecanismo de reação de depleção do ozônio em fase gasosa, catalisada por ações antropogênicas, via cloro radicalar.



Fonte: (BAIRD, 2011).

O ozônio, assim como qualquer gás, apresenta características termodinâmicas restritas à sistemas fluídos. Pode-se definir um gás, como uma substância que se expande espontaneamente, uniformemente tendendo entropicamente a ocupar o maior espaço possível, na qual seu comportamento é explicado a partir de três variáveis: volume; temperatura e pressão (RUSSEL, 1991).

Para que a aprendizagem sobre a ciência ambiental e fenômenos atmosféricos seja efetiva, é preciso apresentar aos alunos os pontos fundamentais para construir o conhecimento científico, sem o senso comum. Bachelard (1996) mostra a importância da alteração dos conhecimentos cotidianos dos alunos, pois o conhecimento científico, não pode ser formado quando os alunos possuem e acreditam em conceitos errados e equivocados enraizados ao longo de sua formação (BACHELARD, 1996 apud GOMES; OLIVEIRA, 2007).

Com o intuito de tornar o processo de ensino aprendizagem mais contextualizado, é comum o uso de analogias, imagens, metáforas, entre outros métodos, que visam facilitar a construção do conhecimento dos alunos, principalmente nas áreas ambientais. Porém, a

aplicação equivocada dessas ferramentas, podem gerar grandes obstáculos em relação ao conhecimento científico, com assimilações inadequadas, resultando em obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996 apud TRINDADE, 2017).

Ao tratar o estudo da camada de ozônio, os alunos trazem consigo conhecimentos prévios, conceitos influenciados pela mídia e concepções distorcidas por influência de analogias ineficientes no processo de abstração e compreensão dos fenômenos ambientais. Estes conceitos muitas vezes são endossados pela literatura e/ou ferramentas de buscas que contribuem para o surgimento de obstáculos epistemológicos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar uma discussão teórica através da análise de imagens do Google e de um livro didático de química de nível médio, na tentativa de desvincular a concepção de “buracos” e substituí-la por “ região de depleção” - termo científico utilizado para regiões da estratosfera com menor concentração de ozônio.

2. Metodologia

Para a realização da análise teórica sobre o uso do termo ‘buraco’ realizou-se uma análise observacional aleatória de imagens presentes no Google Imagens (ferramenta de busca mais acessada), além de uma análise do livro didático “Química 3 – Ensino médio, Eduardo Fleury Mortimer, 3ª edição 2017”.

Para a pesquisa online foi feita uma busca no Google usando palavras relacionadas ao “buraco” na camada de ozônio sendo analisadas a percepção que as imagens coloridas causam em relação à representação gráfica e profundidade.

Na avaliação das imagens do livro, analisou-se, além do aspecto visual da figura, o conteúdo teórico da legenda e os possíveis aspectos causadores de obstáculos epistemológicos.

3. Resultados e discussão

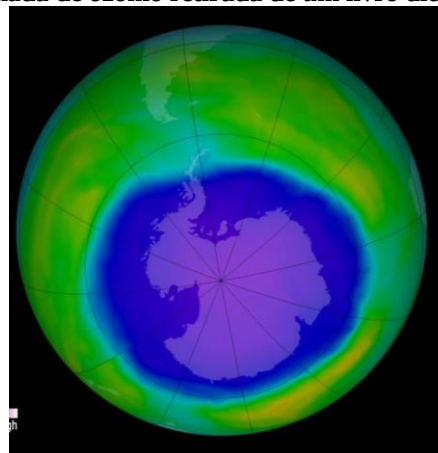
A imagem da Figura 3 foi retirada do livro didático “Química 3 – Ensino médio, Eduardo Fleury Mortimer, 3ª edição 2017” que faz uso de temas geradores para explicar o

conteúdo de química, o que colabora para aprendizagem do aluno. A imagem encontra-se no capítulo 4 denominado “Efeito estufa e mudanças climáticas” e a legenda é descrita da seguinte forma (Mortimer, 2017, pg 213):

“[...] O ozônio tem um papel muito importante para a vida na superfície terrestre: ele absorve radiação proveniente do Sol ultravioleta do tipo B (UVB), a principal causadora de câncer de pele, e portanto, muito prejudicial a vida do ser humano, dos animais e das plantas. A Antártida é a mais afetada pela destruição da camada de ozônio. Esta imagem mostra o buraco de ozônio da Antártida, que atingiu nesse mês um de seus maiores tamanhos segundo os cientistas da ONU e dos Estados Unidos”.

Inicialmente, a discussão é feita de forma efetiva, todavia, ao finalizá-la, utiliza-se o termo “buraco” para se referir a região com menor concentração de gás ozônio. De acordo com Silva (2016), o senso comum muitas vezes está contido nos obstáculos epistemológicos, pois durante o ensino não houve uma ruptura entre esse conhecimento prévio e o conhecimento científico, assim, embora a diminuição da concentração de ozônio nas regiões de depleção tenha sido discutida na legenda da imagem, não houve uma contribuição para um conhecimento significativo, pois a analogia usada remete a ideia de um buraco físico, o que se trata de senso comum.

Figura 3 – Representação gráfica do “buraco” na camada de ozônio retirada de um livro didático

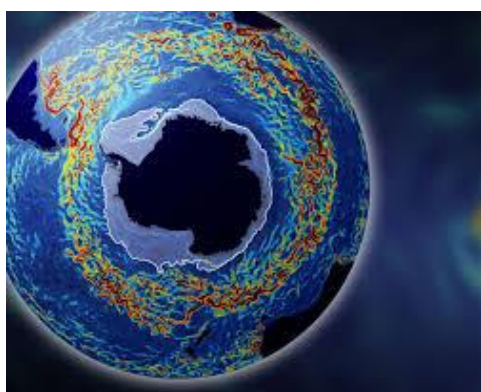


Fonte: Química 3 – Ensino médio, Eduardo Fleury Mortimer, 3ª edição 2017

Segundo Lima Toledo & Ferreira (2015), a qualidade dos conteúdos abordados nos livros didáticos utilizados no ensino médio tem sido avaliada desde 2008. Apesar da história ser rigorosa, a comunidade científica ainda tem encontrado erros conceituais nesse material. Ainda de acordo com Lima Toledo & Ferreira (2015), outras fontes de pesquisa podem ser consultadas pelos professores e alunos como internet, sites do governo ou revistas de divulgação científica, mas se faz necessário ter uma visão crítica sobre o conteúdo acessado, afim de averiguar a legitimidade das informações e se elas estão de fato de acordo com as teorias científicas.

Ao pesquisar o termo “buraco” na camada de ozônio em outra fonte de informação, no caso o Google Imagens as representações mais encontradas foram semelhantes a imagem da Figura 4, na qual o local com menor concentração de ozônio é demonstrado com cores escuras que remetem à profundidade e lembram um buraco físico. Essa imagem é um exemplo de como as pesquisas online também podem favorecer o desenvolvimento de obstáculos no aprendizado dos alunos, caso ele opte por conhecer mais sobre o tema através da internet.

Figura 4 - Representação gráfica do “buraco” na camada de ozônio mais encontrada nas buscas online



Fonte: OpenBrasil.org

Utilizar o termo “buraco” para se referir a região da camada de ozônio com menor concentração de O_3 , assim como as representações cartográficas adotadas, contradiz os conceitos físicos e químicos relacionados ao comportamento dos gases. Além de sua expansão espontânea e uniforme, os gases

sofrem efeitos de difusão e efusão. Para Brown (2005) a difusão é a disseminação de uma substância pelo espaço ou por uma segunda substância. Essa informação permite inferir que ao ser deplegado pelos CFCs, ou até mesmo por ações naturais, o ozônio não degradado presente na estratosfera irá permanecer difuso em outros gases presentes nesta camada. Isso não permitiria a existência de um buraco, se não uma região de baixa concentração de O_3 , se comparada às condições naturais.

Dessa forma, de acordo com as propriedades dos gases, torna-se impossível provocar buracos em um gás o que ressalta a necessidade de substituir o uso da expressão “buraco” pelo termo depleção que se refere de forma cientificamente adequada a região da camada de ozônio com menor concentração de O_3 .

A discussão da camada de ozônio seria mais eficiente se abordada em conjunto com o ensino de gases e suas propriedades, o que facilitaria a compreensão do discente entre o conteúdo visto em sala e sua aplicação em uma situação real. Neste caso, vale ressaltar que o ensino de gases e camada de ozônio deve ser contextualizado e apresentado de forma dialogada, abordando o estudo da atmosfera. Além disso é pertinente discutir as reações que ocorrem mais especificamente na estratosfera e o impacto que as produções industriais, bem como os fatores antropogênicos, estão associadas ao processo de depleção evitando assim, possíveis obstáculos epistemológicos.

4. Conclusão

Analisando a discussão formulada durante esse trabalho é possível afirmar que o termo “buraco” na camada de ozônio tem sido utilizado como um meio de facilitar o processo de ensino/aprendizagem, assim como as imagens que representam essa região da atmosfera. Porém, o uso equivocado desses instrumentos facilitadores, podem gerar obstáculos epistemológicos nos alunos em relação ao tema, dificultando a construção do conhecimento científico.

A camada de ozônio é uma camada gasosa, portanto, apresentam as mesmas propriedades físico-químicas de outros gases, o

que explica quimicamente a impossibilidade de se fazer buraco em gases, portanto, para o ensino de temas relacionados à camada de ozônio sugere-se que contextualize a temática junto ao ensino de gases e suas propriedades, construindo junto ao aluno a percepção de impossibilidade de causar furos em gases, evitando e/ou superando possíveis obstáculos epistemológicos, assim como deixar claro as reações que ocorrem na estratosfera, e de que maneira as indústrias influenciam no processo de depleção do ozônio.

A partir dessa percepção, e conhecimento construído com o aluno, a substituição do termo “buraco” por “região de depleção”, se torna inevitável, pois os novos conceitos obtidos e a forma com que o tema foi/será trabalhado, evita o uso de termos equivocados, assim como as imagens, que em sua grande maioria, apresentam cores escuras que levam os alunos a concluir que existe um “buraco” ao redor da terra.

5. Referências

- ASSUNÇÃO, J. V. Viabilidade e importância da redução da emissão de clorofluorcarbonos (CFCs) por reciclagem e controle no uso. Faculdade de saúde Pública. São Paulo. 1993.
- BAIRD, Colin. Química ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BROWN, T., LEMAY, H., BURSTEN, B., & BURDGE, J. **Química: a ciência central**. 9ª Edição. 2005.
- CIRINO, M. M; SOUZA, A. R; O discurso de alunos do ensino médio a respeito da “camada de ozônio”. UNESP. 2008.
- DA SILVA, Dileize Valeriano. Reflexões sobre obstáculos epistemológicos e níveis de representação na aprendizagem do conceito de equilíbrio químico. **Ensino & Pesquisa**, v. 14, 2016.
- DE LIMA TOLEDO, Evelyn Jeniffer; FERREIRA, Luiz Henrique. Transposição didática como reforço de obstáculos epistemológicos em livro texto e em experimentos didáticos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 223-245, 2015.
- GOMES, Henrique José Polato; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 12, nov., 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347194.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2018.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química para o ensino médio. Editora Scipione, São Paulo, 2017.
- MIRANDA, F. A; ARAÚJO, S. C. M; Identificação de obstáculos epistemológicos presentes em alguns livros didáticos de química do ensino médio. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química. 2012.
- RUSSEL, Jhon B. **Química Geral**. 2ª edição. Editora Makron, São Paulo, 1994.
- SILVA, Dileize Valeriano. Reflexões sobre obstáculos epistemológicos e níveis de representação na aprendizagem do conceito de equilíbrio químico. **Ensino & Pesquisa**, v. 14, 2016.
- SILVA, Flávia Cristiane Vieira; DE MELO, Daniele Alves; JÓFILI, Zélia Maria Soares. Estudo sobre a construção do conceito de buraco da camada de ozônio: uma tentativa de aproximação entre Ausubel e Galperin. Atas–VIII ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas: São Paulo: ABRAPEC, 2011.
- TRINDADE, D.J; NAGASHIMA, L. A; ANDRADE, C. C. Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de bachelard. UNESPAR. 2017.