



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Caroline Meneses da Silva

**ESTUDO DAS ZEÓLITAS E SUA APLICABILIDADE
NO ENSINO MÉDIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

1.º/2013



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Caroline Meneses da Silva

**ESTUDO DAS ZEÓLITAS E SUA APLICABILIDADE
NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

**Orientador: Ricardo Gauche
Coorientadora: Sílvia Cláudia Loureiro Dias**

1.º/2013

EPÍGRAFE

“Uma cabeça bem-feita vale mais do que uma cabeça cheia.” M. E. Montaigne

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, à minha Nossa Senhora que sempre ouviu minhas preces e acalmou meu coração.

A minha mãe, Maria Feitosa, sou imensamente grata pela ajuda, carinho e paciência. Ela é meu exemplo de vida, de mulher e de mãe. Agradeço também aos meus familiares, namorado e amigos pelos momentos de descontração e pela torcida para que eu continuasse nessa caminhada. Amo todos vocês!

Agradeço à minha família científica, ao meu orientador Ricardo Gauche, pela ajuda, tranquilidade e a extrema convicção que no final de tudo iria dar certo, mesmo quando pensei em desistir do curso. À minha professora e coorientadora Sílvia C. L. Dias, que além de proporcionar a minha entrada no mundo científico, foi amiga, psicóloga e fonte de inspiração para a minha vida familiar e profissional. Agradeço também a Júlia Marina que com muito carisma e boa vontade, ensinou-me a trabalhar no laboratório e ainda me aceitou como ajudante em suas pesquisas. Sheila Mendes, obrigada por ser minha dupla de bancada, companhia de almoço e de sustos experimentais. Prof. José A. Dias, Julio L. de Macedo, Andréia A. Costa, Luciana D. Borges, Elon F. De Freitas e a todos os amigos do Laboratório de Catálise, muitíssimo obrigada. Serei eternamente grata por ter participado desta maravilhosa família!

Obrigada também a Prof.^a Patrícia Lootens e a todos da Licenciatura que me acompanhou durante todo o curso. Ao professor Ary Neto que me aceitou como estagiária, dando liberdade para que eu trabalhasse, auxiliando nas minhas dúvidas e alegrando minhas manhãs como muitos risos. A toda equipe do C.E Gisno e aos meus alunos por ter me acolhido de braços abertos; propiciando a minha entrada no mundo docente. À minha amiga Lennine Rodrigues que esteve comigo desde o início do curso até a formatura, companheira de estudos, trabalhos, estágio, dúvidas, crises existenciais, alegrias, risos e sempre dando muito apoio e força para que nós concluíssemos essa etapa.

Caroline Meneses da Silva, julho de 2013.

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Contextualização no Ensino de Química.....	10
Zeólitas – possibilidades para uma abordagem no Ensino de Química	17
O trabalho – critérios de elaboração	30
Considerações finais	32
Referências	33
Apêndice.....	36

Resumo

No presente trabalho utilizou-se o tema zeólitas e suas diversas aplicabilidades para serem abordadas no ensino de Química, mais especificamente no primeiro ano do ensino médio como método de separação de misturas. O assunto a ser discorrido foi sugerido pelo meu orientador, Ricardo Gauche. Como bolsista do Programa de Iniciação Científica (PIBIC), acompanhei por dois anos, o trabalho de aplicação de zeólitas em adsorções de hidrocarbonetos policiclos aromáticos (HPAs), realizado no Laboratório de Catálise do Instituto de Química na Universidade de Brasília; sob orientação da minha co-orientadora, Sílvia Cláudia Loureiro Dias. No primeiro capítulo deste estudo, denominado como: Contextualização no Ensino de Química, abordaremos o surgimento da preocupação e a importância desta prática no ensino. Já, no segundo capítulo sugerimos uma perspectiva para o estudo de zeólitas no ensino de Química. O trabalho – critérios de elaboração é o terceiro capítulo, nele indicamos os embasamentos teóricos, os quais foram utilizados para a construção deste trabalho e do texto que se encontra no apêndice: Areia de gatos, sabões para lavar roupas e tratamento de efluentes, o que há de comum entre eles?

Palavras-chaves: Contextualização; Ensino Médio; Zeólitas.

INTRODUÇÃO

*A extensão tem-se mostrado um grande desafio para a Universidade. Ao longo da história, na maioria das vezes, tem-se caracterizado como uma atividade assistencialista, na perspectiva de “levar o conhecimento à população”. No entanto, nos últimos anos, tem-se buscado desenvolver as atividades de extensão dentro de uma política institucional, explicitando seu caráter acadêmico e suas relações com o ensino e com a pesquisa. (BAPTISTA *et alii*, 2008, p. 23).*

No trabalho aqui desenvolvido, no campo do ensino de Química, procuram-se maneiras de “articular, de modo integrado, o ensino (graduação e pós-graduação), a pesquisa e a extensão” (BAPTISTA *et alii*, p.23). O assunto proposto é sobre zeólitas, conhecidas também como peneiras moleculares, sua composição é formado por

[...] átomos de silício e alumínio, ligados por átomos de oxigênio, arranjados em uma estrutura cristalina. Os zeólitos apresentam poros com aberturas de até 20 Å e, por isso, são chamados microporosos. O primeiro zeólito, a estilbita, foi descoberto pelo Barão Axel Cronsted, um mineralogista sueco, em 1756. Ele nomeou esses minerais como zeólitos, das palavras gregas, *zeo* (ferver) e *lithos* (pedra), porque eles liberavam vapor d’água quando suavemente aquecidos. (MASCARENHAS *et alii*, 2001, p. 25)

De acordo com o conceito defendido por McBain (1932), peneira molecular é um sólido capaz de adsorver seletivamente moléculas cujo tamanho permite sua entrada dentro dos canais (LUNA *et alii*, 2001), característica presente nas zeólitas. Além dessa seletividade que as zeólitas apresentam, há outras características interessantes, como: capacidade de troca iônica, acidez interna e estabilidade térmica; podendo atuar como catalisadores em grande parte das reações orgânicas. Assim, devido a essas e outras propriedades, existem estudos fazendo uso de zeólitas para tratamentos de efluentes, com objetivo de comparar as zeólitas e suas capacidades adsorptivas de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs).

Os HPAs constituem uma família de compostos caracterizada por possuírem dois ou mais anéis aromáticos condensados. Estas substâncias têm ampla distribuição e são encontrados como constituintes de misturas complexas na natureza. Em geral, os HPAs acarretam o aumento da incidência de diversos tipos de cânceres no homem (NETTO *et alii*, 2000).

Dessa forma, pesquisas mais avançadas sobre esses impactos têm levado estudos para obter melhores dados de níveis de poluição com o fim de avaliar medidas preventivas para estas situações. Tanto os HPAs quanto as zeólitas podem e são temas necessários para serem abordados na comunidade científica e no ambiente escolar.

Observa-se que muitos professores não têm clareza de que, com a expansão do ensino, os problemas que estavam fora das salas de aulas passaram para seu contexto. Dessa forma, não procuram alterar o que ensinam e nem os meios didáticos de ensinar, insistindo em práticas docentes desvinculadas das peculiaridades das diferentes clientela. (BAPTISTA *et alii*, 2008, p. 27)

No presente trabalho apresentamos uma estratégia para se abordar zeólitas no ensino médio com os alunos, que envolve experimentação, com o objetivo de articular fenômenos e teorias.

Já se sabe que há um leque de sugestões para as atividades experimentais cujos eixos norteadores são “o ensinar e o aprender como processos indissociáveis; a não dissociação teoria-experimento, a interdisciplinaridade, a contextualização e a educação ambiental como decorrentes dos contextos escolhidos para o desenvolvimento dessas atividades” (SILVA *et alii*, 2010, p. 245). Pois, experimentos meramente reprodutivos e com o objetivo de comprovar teorias são equívocos e pobres “[...] para se alcançar a relação desejada entre teoria e o mundo concreto que o homem tem diante de si, no ensino de Ciências” (SILVA *et alii*, 2010, p. 241). No entanto, transformar “[...] uma experiência elaborada como comprobatória em uma investigativa, em razão de diversos obstáculos existentes no uso da experimentação [...]” não é tarefa simples (SILVA *et alii*, 2010, p. 241). Entre possíveis obstáculos existem alguns citados por professores para justificar a não utilização da experimentação como algo rotineiro nas aulas, são eles:

- a falta de laboratórios;
- a deficiência dos laboratórios, traduzida na ausência de materiais, tais como reagentes e vidrarias. (SILVA *et alii*, 2010, p. 241).

- [...] a organização das atividades na escola não prevê tempo para preparação das experiências, organização do laboratório antes e após as aulas experimentais. (SILVA *et alii*, 2010, p. 242).

Logo, muitos

[...] professores justificam os laboratórios desativados pela ausência de um preparador, tomando como modelo os laboratórios das universidades. Desta forma, consideram que a aula prática é uma sobrecarga ao professor, que deve preparar as aulas e manter em ordem o laboratório. Geralmente, não consideram a possibilidade de ter os alunos como parceiros na manutenção do espaço, além de atribuírem maior valor ao conteúdo teórico. (BAPTISTA *et alii*, 2008, p. 29).

Portanto, sugerimos neste trabalho que o ensino supere tais “obstáculos”, sendo realizado de forma conjunta por professores e alunos em total sintonia, um ajudando e ouvindo o outro, buscando interpretações e respostas harmonicamente do tema discutido, nesse caso, as zeólitas.

CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A Constituição de 1988, no inciso II do Art. 208, garante como dever do Estado “a progressiva extensão da obrigatoriedade e gratuidade ao ensino médio”. Em 12 de setembro de 1996, surgiu a Emenda Constitucional n.º 14/96 adicionando ao texto a seguinte frase: “a progressiva universalização do ensino médio gratuito”. Assim, a Constituição “[...] confere a esse nível de ensino o estatuto de direito de todo cidadão” (BRASIL, 2000, p.37).

O advento político “Escola para todos” ocasionou um aumento expressivo no número de alunos nas instituições de ensino, e, como consequência, houve uma ampliação da diversidade socioeconômica e cultural dos alunos. Pois este fato associado “A consolidação do Estado democrático, as novas tecnologias e as mudanças na produção de bens, serviços e conhecimentos exigem que a escola possibilite aos alunos integrarem-se ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho” (BRASIL, 2000, p. 4).

Com isso, o Ensino Médio de acordo com o artigo 5.º da Resolução n.º 2, de 30 de janeiro 2012, o Ensino Médio deve ser basear em:

- I - formação integral do estudante;
 - II - trabalho e pesquisa como princípios educativos e pedagógicos, respectivamente;
 - III - educação em direitos humanos como princípio nacional norteador;
 - IV - sustentabilidade ambiental como meta universal;
 - V - indissociabilidade entre educação e prática social, considerando-se a historicidade dos conhecimentos e dos sujeitos do processo educativo, bem como entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem;
 - VI - integração de conhecimentos gerais e, quando for o caso, técnico-profissionais realizada na perspectiva da interdisciplinaridade e da contextualização;
 - VII - reconhecimento e aceitação da diversidade e da realidade concreta dos sujeitos do processo educativo, das formas de produção, dos processos de trabalho e das culturas a eles subjacentes;
 - VIII - integração entre educação e as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura como base da proposta e do desenvolvimento curricular.
- § 1º O trabalho é conceituado na sua perspectiva ontológica de transformação da natureza, como realização inerente ao ser humano e como mediação no processo de produção da sua existência.
- § 2º A ciência é conceituada como o conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade.

§ 3º A tecnologia é conceituada como a transformação da ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e a produção, marcada, desde sua origem, pelas relações sociais que a levaram a ser produzida.

§ 4º A cultura é conceituada como o processo de produção de expressões materiais, símbolos, representações e significados que correspondem a valores éticos, políticos e estéticos que orientam as normas de conduta de uma sociedade.

Art. 6º O currículo é conceituado como a proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e sócio-afetivas. (BRASIL, 2012, p. 2, sic).

Dessa maneira, o Ensino Médio deve ser um processo educativo que esteja em plena harmonia com as características socioculturais do indivíduo (aluno). Mas em 2002, já havia tentativas para atender algumas dessas exigências e consolidar a identidade do Ensino Médio, que foram os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2002). Os PCNEM estruturam-se sobre três princípios fundamentais: a interdisciplinaridade, a contextualização e a formação de um cidadão.

Dando enfoque para o Ensino de Química, ensinar

[...] a química não é promover uma ligação artificial entre o conhecimento e o cotidiano do aluno. Não é citar exemplos como ilustração ao final de algum conteúdo, mas que contextualizar é propor “situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las.” [...] Se faz necessário à prática de um ensino mais contextualizado, onde se pretende relacionar os conteúdos de química com o cotidiano dos meninos e das meninas, respeitando as diversidades de cada um, visando à formação do cidadão, e o exercício de seu senso crítico.

Um dos objetivos da química é que o jovem reconheça o valor da ciência na busca do conhecimento da realidade objetiva e insiram no cotidiano. Para alcançar esta meta buscamos trabalhar contextos que tenham significado para o aluno e possam levar a aprender, num processo ativo, acredita-se que o aluno tenha um envolvimento não só intelectual, mas também afetivo. De acordo com as novas propostas curriculares (PCNs), seria educar para a vida. (ALMEIDA, 2008. p. 2-3, sic).

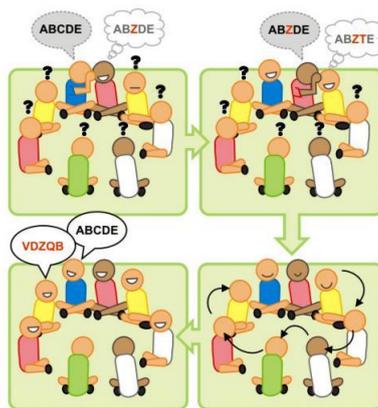
Porém, vários trabalhos nacionais e internacionais em relação ao ensinar Química mostram que a aprendizagem é na maioria das vezes marcada pela memorização de muitas informações, e que as mesmas são cobradas em provas. Essas avaliações passam a ser, portanto, previsíveis, acarretando um curso de Química bem distante do mundo em que os alunos vivem. Desta forma, há razões para se encontrar propostas de melhoria para o ensino

de Química que o aproxime aos assuntos do cotidiano, podendo ser encontradas por diversos profissionais que se dedicam a trabalhar com investigações desde o nível básico até o ensino superior (SCHNETZLER, 2004).

A decorrência dessas pesquisas é por conta da constatação da maneira que o professor demonstra as suas concepções de ensinar, aprender, e também questões políticas, sentimentais e religiosas (SCHNETZLER, 2004). Assim, tais questões são determinantes na atuação do professor, mas nem sempre estão claras para os próprios professores. Ou seja, a maneira que o(a) professor(a) de Química ensina é dependente da própria visão epistemológica da Ciência, do objetivo educacional do seu ensino, e qual é o papel do educador(a). Infelizmente, nos dias de hoje alunos ainda se deparam com um “modelo psicopedagógico da transmissão recepção, caracterizando o que se denomina de ensino tradicional” (SCHNETZLER, 2004, p. 49-50).

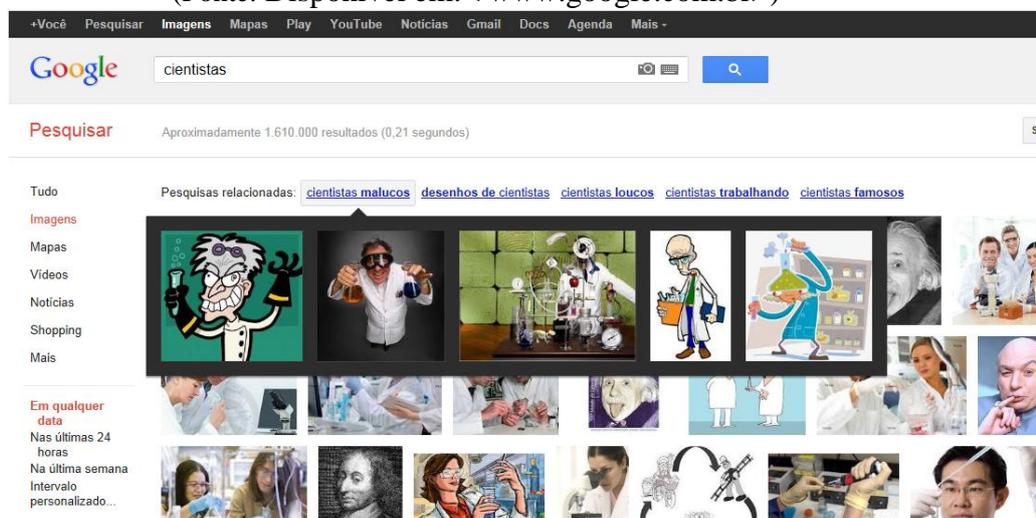
Como este ensino é caracterizado? O ensino tradicional se resume em memorização, que é aplicada da mesma forma nas provas avaliativas; que, por sinal, avaliam a capacidade do aluno ser “bom ou ruim” de memória, pois não levam em consideração a construção do pensamento explicitado na resposta. Basta que os alunos decorem o que o professor transmitiu anteriormente. Com isso não seria um exagero comparar a aprendizagem com o jogo “telefone sem fio” (ver Figura 1). Neste jogo, é o professor que comanda, ele passa a mensagem e os alunos que são receptores passam a mensagem aos outros; logo, a probabilidade da informação passada ser totalmente modificada ao longo do “fio” é enorme; gerando uma verdadeira “bola de neve”. Assim, o melhor aluno é aquele com maior potencial de memorização e transmissão, sem nenhuma preocupação de pensar no que realmente está sendo dito pelo professor. Com isso, “os conteúdos químicos, por sua vez, são transmitidos como inquestionáveis, objetivos, já que erroneamente concebidos como provenientes de inúmeras observações experimentais, isentas de crenças e visões dos sujeitos que as realizaram.” (SCHNETZLER, 2004, p.50).

Figura 1- Jogo “telefone-sem-fio”. (Fonte: Disponível em:
<www.infiltradosnomundo.com.br>)



“Cachapuz et al. (2005) resumiram o que chamam de "visões deformadas da Ciência" [...]” (PORTO, 2010, p. 171), que são conceitos espalhados entre docentes, alunos e a população que não refletem pensamentos atualizados em relação às atividades e os conhecimentos científicos. Além do desenvolvimento destas “visões deformadas”, geralmente, percebe-se desinteresse dos alunos, ou até mesmo a rejeição à Química. Os autores apresentam algumas concepções usuais que são extremamente inadequadas e perigosas para entender a Ciência, uma delas é a concepção individual e elitista, portanto, uma ciência que predomina o elitismo, individualismo e a ideia de “Eureka”, “plim”, a descoberta inesperada realizada por um gênio esquisito e solitário (PORTO, 2010). Pode-se perceber tais concepções pelas imagens de “cientistas” que são publicadas nas diversas mídias; um exemplo é buscar pelo Google, imagens de cientistas que dão como sugestão de pesquisas os termos: cientistas malucos e cientistas loucos (ver Figura 2).

Figura 2- Resultado de pesquisa no site Google, usando como palavra-chave “cientistas”.
(Fonte: Disponível em:< www.google.com.br>)



Há também visões lineares, rígidas, verdades incontestáveis, não havendo consideração da História, revoluções e crises científicas (PORTO, 2010).

A superação dessas visões inadequadas precisa estar entre os objetivos dos educadores em Ciência nos diferentes níveis de ensino - e a História da Ciência pode ter papel importante nesse processo. O estudo e discussão de episódios da História da Ciência podem propiciar aos estudantes reflexões a respeito de como os cientistas trabalham, suas motivações, suas interações com a comunidade científica e com a sociedade em geral, entre outros aspectos. Podem, enfim, ajudar os estudantes a vislumbrarem um pouco da complexidade da Ciência. Isso somente será possível se os professores se convencerem de que seu objetivo não deve ser apenas ensinar os *conteúdos* da Ciência, mas também auxiliar seus alunos a entenderem o que o conhecimento científico tem de peculiar e característico - e que o fizeram ser valorizado a ponto de ser incluído na educação básica para a cidadania. Se estiverem convencidos disso, os professores de Química encontrarão na História da Ciência uma útil aliada. (PORTO, 2010, p. 171-172).

Consequentemente, a História conciliada à Química poderá ajudar no entendimento do conhecimento científico, ideias agrupadas com a intenção de conseguir a explicação de fenômenos tanto naturais quanto laboratoriais. A explicação deverá ser feita a partir das formulações conceituais chamados de conceitos científicos, ou seja, são conceitos científicos as “[...] construções abstratas da realidade, não sendo, no entanto, a própria realidade. Logo, o significado de um conceito científico pode modificar-se ao longo da História.” (SILVA *et alii*, 2010, p. 234).

Assim sendo, as explicações das Ciências são, efetivamente, verdades transitórias. Essa transitoriedade é evidenciada quando a teoria não consegue mais explicar novos fenômenos observados, como é o caso do modelo de átomo proposto pelos gregos, cerca de 400 anos a.C. Esse modelo explicava razoavelmente bem os estados físicos da matéria. Já em 1800, para entender os pesos equivalentes observados nas transformações químicas, o conceito de átomo teve de ser ressignificado por Dalton. Para compreender a emissão de luz por gases nos tubos de raios catódicos, ao final do século 19, foi necessário, novamente, repensar o conceito de átomo, passando este a ser definido como uma partícula divisível. (SILVA *et alii*, 2010, p. 234).

Para Silva, Machado e Tunes (2010), a importância de se conhecer a história de um conceito científico decorre do fato de que ela “permite identificar a época, o contexto em que esses conceitos foram propostos e, principalmente, que fenômenos eles buscavam explicar.” Os autores ressaltam ainda que a abordagem dos aspectos históricos não podem estar centrada

em, “dados bibliográficos ou a curiosidades exóticas da vida dos cientistas”. (SILVA *et alii*, 2010, p. 236)

Essas citações de aspectos pitorescos da vida dos cientistas, de acontecimentos do momento e de datas não se empregam a contextualização e não contribuem de forma relevante na vida do aluno. O tema a ser ensinado deve ter uma ambientalização do caso, ou seja, a abordagem precisa ser feita partindo-se de questionamentos, tais como: qual o problema que precisava ser resolvido à época? Por que surgiu a necessidade? Como surgiu? Já havia alguma explicação para o fenômeno estudado? No que esta explicação falhava? Por que houve modificação? Ao começar a estudar um determinado assunto, o professor deve situar o aluno porque está explicando, qual a importância para aquela época e para os dias atuais, e não, pelo fato deste assunto estar no livro didático.

Não acreditamos que *todos* os conteúdos de Química precisem ser apresentados a partir de estudos de caso históricos; mas, na hipótese de que os professores de Química consigam introduzir *algum* estudo de caso histórico, em algum momento de seu curso, já poderá ter mais sucesso em construir uma imagem mais fidedigna do processo da Ciência do que introduzindo dezenas de simples menções a nomes, datas e curiosidades que permanecem no nível do superficial e do anedótico. (PORTO, 2010, p. 174).

É importante preocupar-se se “as informações transmitidas em sala respondem aos questionamentos e/ou conflitos de gerações anteriores ao aprendiz.”. Desta maneira, “[...] esses conflitos e questionamentos nunca lhes foram acessíveis. Isso só enfatiza uma visão apromblemática da ciência.” Acarretando, em aulas que

[...] respondem a questionamentos aos quais os alunos nunca tiveram acesso. Então por que não criar problemas reais e concretos para que os aprendizes possam ser atores da construção do próprio conhecimento? (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

A experimentação é uma chave para se criar problemas da realidade que possam ser contextualizados e incentivar questões investigativas. Assim, as respostas explicativas para as questões feitas pelo educador durante aquela situação problema, torna-se de maneira diferenciada, uma forma de ensinar o conteúdo para os alunos. Porém deve-se deixar claro, que aulas experimentais não devem ser de forma roteirista, em que o professor segue um roteiro pronto e imutável; o educador tem a sua fala e os alunos como plateia (GUIMARÃES, 2009). Para que os alunos consigam responder as perguntas, o educador deve atentá-los para

observações macroscópicas e a partir daí inseri-los nas observações microscópicas. É importante também que os alunos percebam que suas explicações podem ser incorretas ou não, e neste primeiro caso o educador dar bastante atenção na transposição da explicação errônea do aluno para a correta, para que o mesmo não saia da aula e siga adiante com conceitos errados, gerando uma enorme “bola de neve”; uma maneira bastante eficiente de constatar que os alunos possam ter entendido a prática, é saber como os alunos explicam o fenômeno com as suas próprias palavras, verificando assim possíveis dificuldades na utilização de termos científicos e possíveis dúvidas que possam ter permanecido.

Portanto, a experimentação é bastante útil para a melhoria do ensino, logo

[...] utilizar a experimentação na resolução de problemas pode tornar a ação do educando mais ativa. No entanto, para isso, é necessário desafiá-los com problemas reais; motivá-los e ajudá-los a superar os problemas que parecem intransponíveis; permitir a cooperação e o trabalho em grupo; avaliar não numa perspectiva de apenas dar uma nota, mas na intenção de criar ações que intervenham na aprendizagem (Hoffmann, 2001; Perrenoud, 1999; Luckesi, 2003). (GUIMARÃES, 2009, p. 199).

Nesta perspectiva, no próximo capítulo deste trabalho sugerimos uma abordagem para o estudo de zeólitas no ensino de Química, que envolve a contextualização e a experimentação.

ZEÓLITAS – POSSIBILIDADES PARA UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

Em 1756 surgiu o primeiro registro histórico das zeólitas, que foi pelo mineralogista Axel Fredrik Cronsted. O termo zeólita (origem *zeo* (ferver) e *lithos* (pedra)) foi primeiramente utilizado para caracterizar uma família de minerais silicatos encontrados na natureza e que apresentavam características particulares, como a dessorção reversível de água. Cronsted encontrou a estilbita, um mineral que perdia água quando era aquecido, mas na verdade Cronsted ficou famoso por ter encontrado o elemento Níquel (MÜLLER, 2013).

Durante dois séculos, as zeólitas eram conhecidas somente por suas belezas, que essas eram expostas em museus (Figura 3 e 4). Somente em 1920 que sua estrutura, porosidade e seletividade foram estudadas. Nesta mesma década, estudiosos Weigel e Steinhoff propuseram que as zeólitas possuem poros, assim poderia inserir seletivamente substâncias com determinados tamanhos, ou seja, substâncias menores que os poros da zeólita. Por conta deste comportamento, em 1932, McBain, propôs o termo peneira molecular (Figura 5) para materiais que exibissem adsorção seleta de compostos, tal como as zeólitas (MÜLLER, 2013).

Figura 3- Zeólita natrolita usualmente encontrada nas rochas magmáticas do Reino Unido.

(Fonte: Disponível em: <<http://www.mineraltown.com>>)

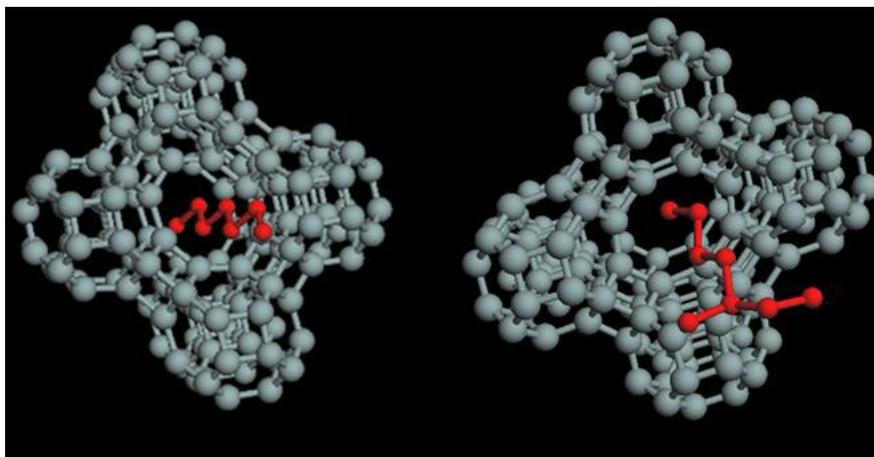


Figura 4- Zeólita heulandita geralmente achada na Escócia. (Fonte: Disponível em:

<<http://www.foro-minerales.com>>)



Figura 5- Ilustrando a zeólita selecionando moléculas por tamanhos: a zeólita do lado esquerdo da figura é uma molécula linear (menor) que tem acesso aos poros da zeólita, porém, à direita, a ramificação (maior) é impedida. (Fonte: MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D)



Durante a década de 1930, Pauling e Taylor conseguiram estudar estruturas cristalinas de vários minerais, devido aos avanços tecnológicos dos raios X. Assim, identificaram as estruturas dos minerais: analcima, natrolina e cancrinita, as quais eram formadas por átomos de alumínio e silício que formavam poros e cavidades (MÜLLER, 2013). Dentro dessas cavidades encontraram moléculas de água e cátions alcalinos retidos, com isso balanceavam cargas negativas provenientes das ligações entre átomos de silício, oxigênio e alumínio.

Só em 1949, desenvolveram a zeólita mordenita e a zeólita A que foram as primeiras zeólitas sintéticas. Em 1980 e 1990, foi necessária uma maior produção de zeólitas já que diversas clientelas exigiam cada vez mais espécies microporosas (MÜLLER, 2013). Porém, geralmente as zeólitas naturais por apresentaram muitos defeitos e impurezas em suas estruturas não conseguiam adequar às exigências dos mercados, portanto precisou se aumentar a produção de zeólitas sintéticas. Assim, na maioria das vezes usam zeólitas naturais em processos com valor agregado baixo; já as zeólitas obtidas sinteticamente são produzidas para servir uma clientela característica, como é o caso dos catalisadores, acarretando em uma maior valorização comercial do produto (SOUSA, 2007).

As primeiras aplicabilidades das zeólitas sintéticas foram nos processos de adsorções, catálise e troca iônica. Em 1965 e 1975, zeólitas ZSM (do inglês *Zeolite Socony Mobil*) foram

produzidas pelas indústrias *Mobil* e *Union Carbide*. *Mobil*, em 1968, fez uso da erionita (zeólita natural) para craquear componentes da gasolina (MÜLLER, 2013).

Conforme Müller (2013), dados de pesquisas do ano de 2005 mostrou que 56 zeólitas naturais já foram caracterizadas, sendo que na China estão os maiores depósitos. Suas maiores aplicações estão nas indústrias de matérias de construção, em caixas de dejetos de animais e também como material adsorvente de resíduos em efluentes. Já as zeólitas sintéticas já foram mais de 150 desenvolvidas, em que 60% delas são usadas em detergentes para tratamento de águas duras, ou seja, a remoção de íons como Ca^{2+} . As zeólitas retiram os íons Ca^{2+} e os substituem por Na^+ ; e assim removem a “dureza da água” (LEE, 1996). Em 2010, foram sintetizadas quase 200 zeólitas com diversas estruturas e várias publicações científicas relataram as incríveis propriedades desses materiais, tanto sua flexibilidade nos processos adsorvivos quanto na área da catálise, logo, estas particularidades impulsionaram seu uso nas indústrias. Na Tabela 1, encontra-se um resumo dos marcos históricos das zeólitas.

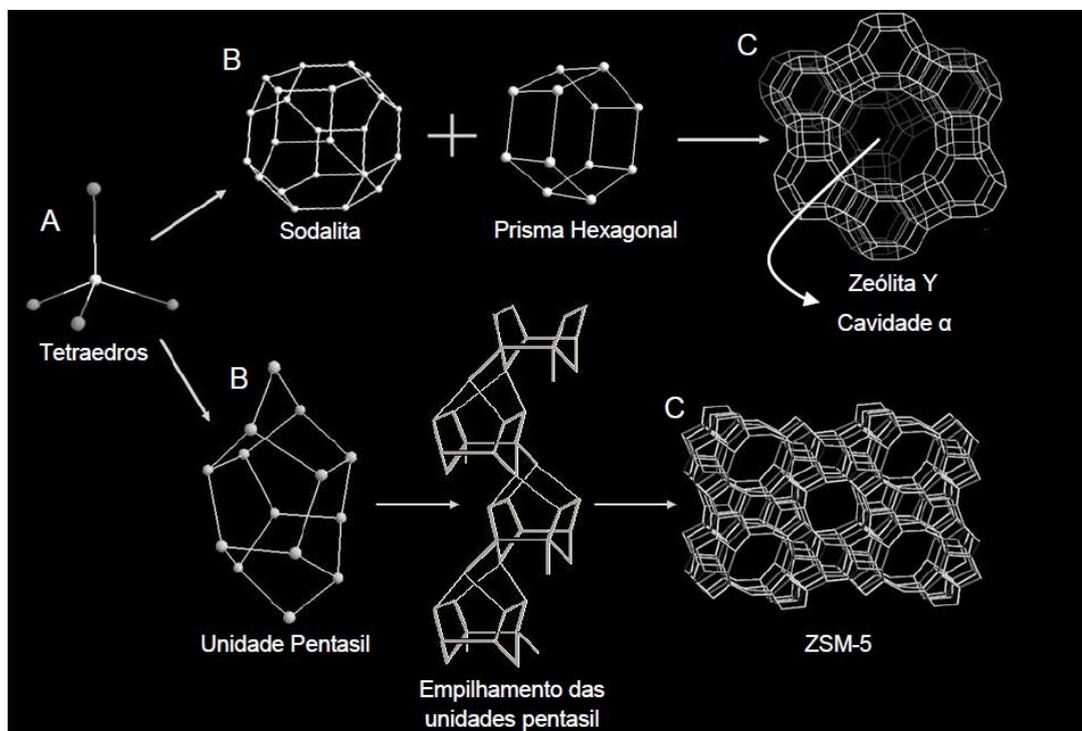
Tabela 1- Resumo dos marcos históricos das zeólitas. (Fonte: MÜLLER, 2013, p.5).

1756	Cronsted descreve as zeólitas naturais;
1840	Damour observou a desidratação reversível das zeólitas;
1858	Eichhorn reportou as propriedades de troca iônica;
1896	Friedel propôs uma estrutura aberta e esponjosa para as zeólitas ao observar sorção de líquidos orgânicos;
1909	Grandjean reportou a sorção de gases (NH_3 , ar e H_2);
1925	Weigel e Steinhoff observaram o efeito de peneira molecular na chabazita;
1930	Taylor e Pauling fizeram a primeira descrição estrutural das zeólitas analcima e natrolita;
1932	McBain: introdução do conceito de peneira molecular;

1932 - 1940's	Barrer e Sameshima realizaram trabalhos pioneiros em síntese, adsorção, troca iônica e desidratação;
1948 – 1954	Milton e Breck: descoberta e síntese das zeólitas A, X e Y;
1954	Union Carbide comercializa as zeólitas A, X e Y para aplicações em secagem e separação de n-/isoalcanos, catálise em isomerização (Union Carbide, 1959), catálise em craqueamento (Mobil, 1962) e troca iônica usando a zeólita A como substituinte dos fosfatos em detergentes (Henkel, 1974);
1955-1962	Mobil comercializa a zeólita X com terras raras para catálise no craqueamento e sintetiza zeólitas com cátions orgânicos;
1962 – 1980's	Mobi e Union Carbide: síntese de zeólitas com alto teor de sílica (MFI e BEA) e aplicação na conversão de metanol em gasolina (1970 e comercializado na Nova Zelândia em 1986), dewaxing (1981) e isomerização de xilenos (1974);
1968	É descoberta a seletividade de forma;
1980's	Pós- síntese (desaluminização e substituição isomórfica);
1985	Mobil: conversão de metanol em gasolina usando ZSM-5;
1994-1998	Corma: zeólitas nanocristalinas;

As zeólitas podem ter origem natural ou sintética, como já mencionando, apresentando estrutura cristalina formada por um esqueleto tridimensional de tetraedros unidos entre si por meio de átomos de oxigênio comuns: TO_4 em que T pode ser Si, Al, B, Ga, Ge, Fe, P, Co, entre outros (Figura 6).

Figura 6: Ilustração da formação da zeólita Y e da ZSM-5. Na letra “A” indicada na figura, representa o tetraedro TO_4 ; em que T é, geralmente, um átomo de silício (Si) ou alumínio (Al). Em “B” forma as unidades secundárias de construção e diferentes poliedros, surgindo à estrutura zeolítica final (C) com poros e cavidades específicos. (Fonte: MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D)



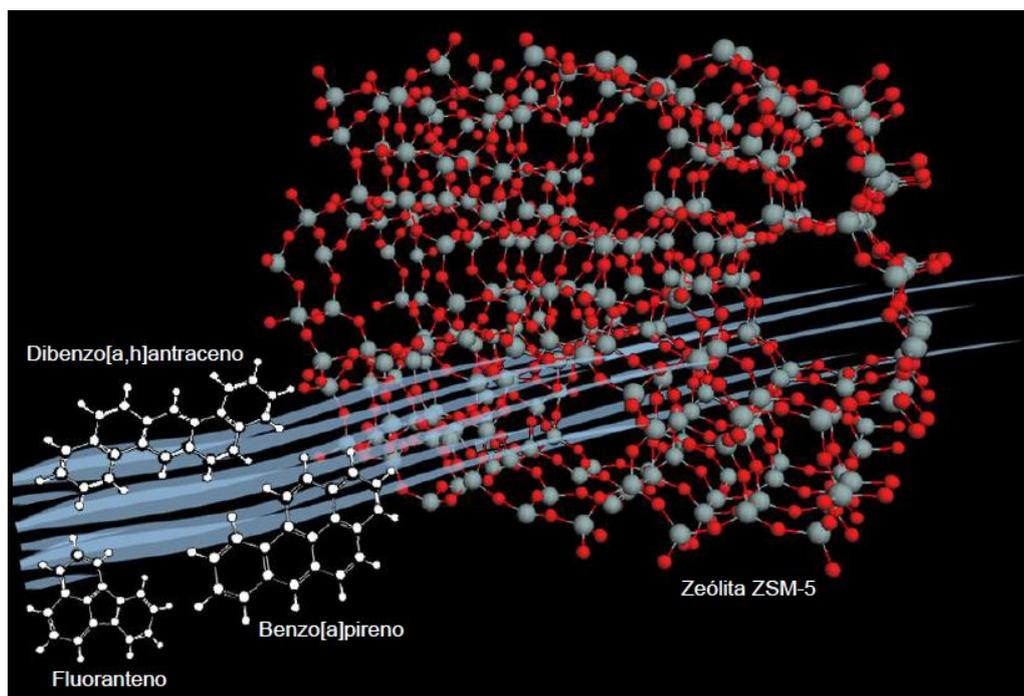
A proporção de alumínio na rede zeolítica é muito importante, cuja quantidade desse átomo afeta diretamente a concentração de sítios reativos e a estabilidade térmica do material. A explicação para esse fenômeno é que a presença de unidades tetraédricas contendo Al^{3+} acarreta uma distribuição de cargas negativas na estrutura. Assim, para ter o contrabalanceamento de cargas negativas, existem os cátions de compensação que podem ser o próton (H^+), o íon amônio (NH_4^+), os íons de metais alcalinos (Na^+ , K^+) e alcalinos terrosos (Mg^{2+} , Ca^{2+}), e que são facilmente trocados por outros, caso sejam relevantes ou interessantes (MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D). Essa facilidade de troca pode ser observada no mineral natrolita, cuja sua fórmula química é $Na_2[Al_2Si_3O_{10}]2H_2O$, ela é considerada uma trocadora natural de íons; assim, pode ser utilizada para a remoção da “dureza da água”. O mineral retira os íons Ca^{2+} e os substituem por Na^+ (LEE, 1996). Por conta dessas características, a indústria de detergentes recebe em média de 1,3 milhões de toneladas da zeólita A por ano. A zeólita substitui os sais de fosfatos, que é uma das fontes causadoras da eutrofização, as zeólitas são adicionadas aos detergentes para exercerem a função de

sequestrantes, ou seja, agem como removedoras de cátions pesados da água, como Ca^{2+} , Mg^{2+} e Fe^{3+} , que dificultam o processo de limpeza (MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D).

Além dessa aplicabilidade, as zeólitas podem ser usadas na retirada de compostos tóxicos que são encontrados no ambiente, elas funcionam como um filtro que tem a capacidade de reter substâncias prejudiciais dentro suas cavidades e poros, de maneira que, após serem tratadas, podem ser reutilizadas (MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D).

Estudos mais recentes realizados no Laboratório de Catálise da Universidade de Brasília, com a colaboração da Universidade da Flórida, revelou o rendimento das zeólitas ZSM-5, Y e Beta na remoção de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) presentes tanto em água de torneira quanto em lagos: exemplos de HPAs, na Figura 7 (MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D).

Figura 7- Modelo de adsorção da zeólita: um efluente contendo alguns HPAs de altas toxicidades passando pelo material zeolítico, que adsorve grande parte desses hidrocarbonetos, e consequentemente purificando o efluente. (Fonte: MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D).



Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são compostos caracterizados por terem dois ou mais anéis aromáticos condensados; estes compostos podem ser encontrados na natureza na forma de constituintes de misturas bastante complexas. Os HPAs estão

extremamente relacionados pelo aumento de diversos cânceres nos seres humanos (NETTO *et alii*, 2000).

As fontes de HPAs são as mais diversas; por exemplo: a combustão de matéria orgânica visto nos motores a diesel e a gasolina, combustão de carvão, fumaças de cigarro e inúmeros processos industriais; desta maneira dependendo de quais são as fontes emissoras pode-se avaliar a composição e a complexidade das misturas que os HPAs constituem; que geralmente são misturas muito complexas e perigosas por terem diversos níveis de concentração dessas substâncias (NETTO *et alii*, 2000).

Segundo Chang e outros autores (2004), os HPAs são hormônios ambientais e substâncias cancerígenas que são vistos por muitos países como poluentes prioritários. Compostos que alteram a função normal dos hormônios são conhecidos por diferentes denominações, como: estrógenos ambientais, desreguladores endócrinos, moduladores do sistema endócrino e hormônios ambientais (NAIR *et alii*, 2012). De acordo, com Ghiselli e Jardim (2007), há mais nomenclaturas: estrogênios ambientais, disruptivos ou disruptores endócrinos, desreguladores endócrinos, perturbadores endócrinos, interferentes endócrinos e estrogênios ambientais. Essa variedade de termos é devido à tradução para a língua portuguesa, visto que há poucos pesquisadores brasileiros trabalhando com este tema. (GHISELLI *et alii*, 2007). Conforme, com o Programa Internacional de Segurança Química (do inglês, IPCS) um interferente endócrino (IE) é classificado como:

“uma substância ou mistura exógena que altera a função do sistema endócrino e conseqüentemente causa efeitos adversos em um organismo saudável, ou em seus descendentes, ou subpopulações” (Damstra *et al.*, 2002, Ghiselli e Jardim, 2007). (SODRÉ *et alii.*, 2007).

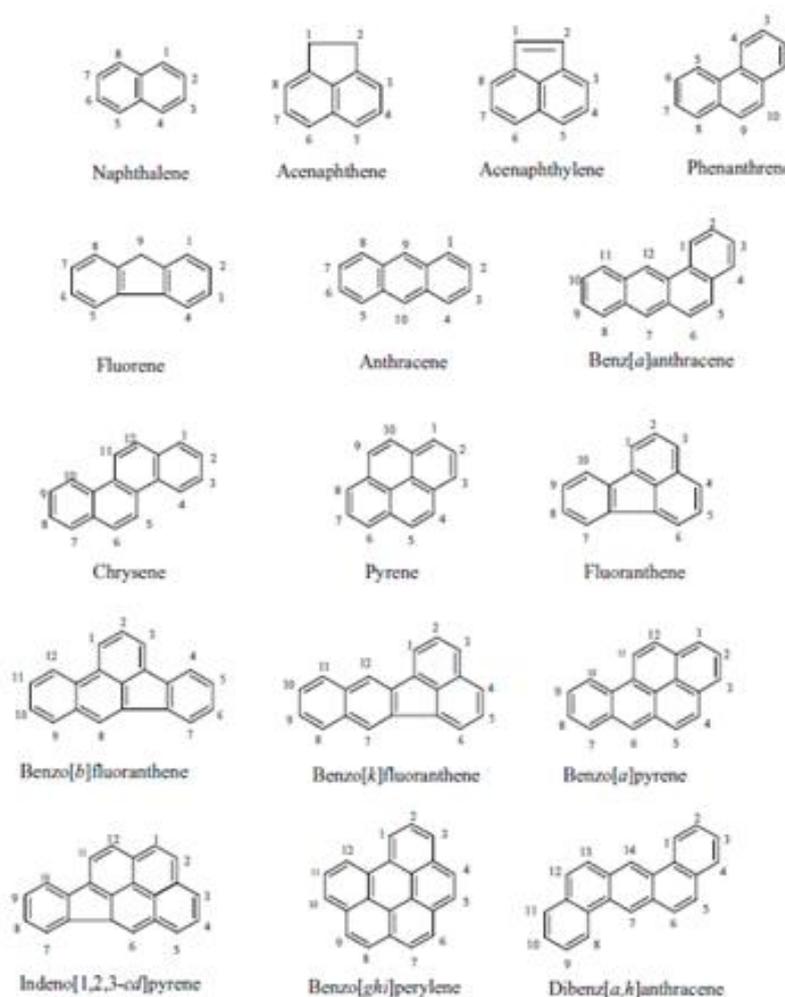
Além dessa problemática, os HPAs podem existir e serem acumulados no ambiente por longos períodos, pois têm baixa solubilidade em água e são altamente solúveis em solventes orgânicos e lipofílicos; assim, com essas características há uma maior retenção desses compostos na matéria orgânica (D'AGOTINHO, 2004). Devido à dificuldade da degradação biológica dos HPAs, verifica-se que os mesmos têm-se acumulado no ar, efluentes, solo e alimentos (CHANG *et alii*, 2004).

A EPA (sigla em inglês para Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) evidencia 16 poliaromáticos de alto nível de periculosidade (Figura 8) (YAN *et alii*, 2004).

Um desses 16 poliaromáticos listados está o antraceno ($C_{14}H_{10}$), também chamado de antracina ou paranaftaleno, que é formado por três anéis aromáticos, arranjados de forma linear (Figura 8). A obtenção do antraceno é a partir do carvão, que em uma fração é chamado como “óleo de antraceno” ou “óleo verde”, é um dos poucos HPAs obtidos industrialmente, o mesmo é utilizado para produzir corantes, fibras sintéticas e como diluente de preservantes de madeira. Em relação aos demais HPAs, o antraceno apresenta uma menor toxicidade, e por isso é utilizado como modelo para estudos destes compostos no ambiente (JACQUES, 2005).

Figura 8: Estruturas e nomenclaturas dos 16 HPAs na lista de poluentes prioritários da EPA.

(Fonte: YAN *et alii*, 2004)



Portanto, nessa perspectiva, é necessária a atenção imediata para um tratamento efetivo dos HPAs. Os métodos para tratamento dessas substâncias incluem principalmente

biodegradação, irradiação com feixe de elétron de alta energia e outras (CHANG *et alii*, 2004). Outro método de tratamento é o processo de adsorção, como visto anteriormente na Figura 7.

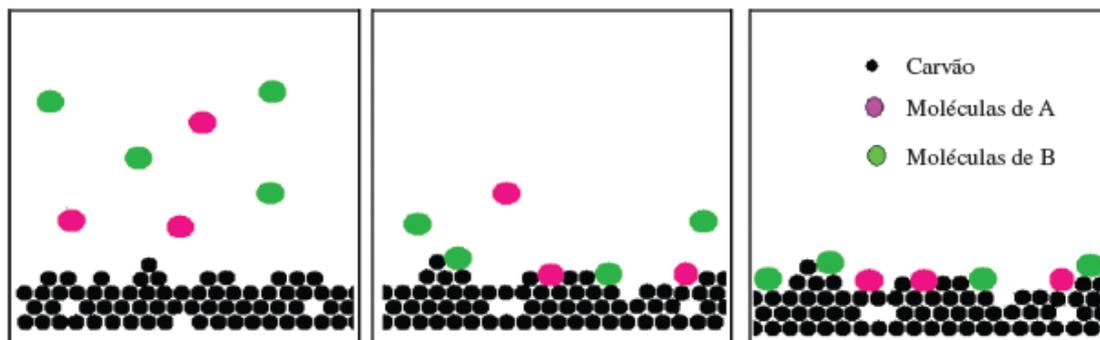
Mas o que é adsorção? Adsorção é sinônimo de absorção? Pois é, na mudança de uma consoante de “d” para “b”, muda também o fenômeno. Adsorção retém substâncias líquidas, gasosas ou dissolvidas somente na superfície; já absorção ocorre no interior. É muito difícil saber se em um fenômeno ocorreu a absorção ou adsorção; desta maneira geralmente se diz que houve uma sorção (MIMURA *et alii*, 2010).

No caso da adsorção, o fenômeno pode ser visto ao utilizar carvão no interior das geladeiras com o intuito de retirar aqueles odores que incomodam e são decorrentes da volatilização de substâncias que são produzidas na decomposição dos alimentos (MIMURA *et alii*, 2010); podemos também observar o fenômeno de adsorção na areia higiênica de gatos domésticos, que é zeólita e os gatos utilizam para defecar e urinar. O fenômeno de adsorção pode ser dividido em dois tipos de adsorção dependendo das interações: adsorção física (fisissorção) e adsorção química (quimissorção). A diferença está na natureza e intensidade das interações envolvidas entre adsorvente (material que adsorve) e o adsorvato (material que é adsorvido) (MIMURA *et alii*, 2010).

As interações envolvidas entre o adsorvente e adsorvato na adsorção física, fisissorção, são por interações que ocorrem por forças intermoleculares como as de Van der Waals: interação de dispersão ou dipolo induzido, conhecidas como forças de London, e interações dipolo-dipolo; o valor da entalpia na adsorção física está na faixa de 20 kJ mol^{-1} . Já na adsorção química, quimissorção, são ligações covalentes que unem o adsorvente ao adsorvato com valor de entalpia em torno de 200 kJ mol^{-1} . Geralmente, quando ocorre adsorção química as interações da adsorção física também estão presentes; desta maneira é dito que houve o processo de adsorção, que é uma combinação dos dois tipos: física e química (MIMURA *et alii*, 2010).

Assim o carvão e a zeólita ao serem colocadas em ambientes como a geladeira e na caixa higiênica de gatos, adsorvem aquelas substâncias que desprendem odores; ou seja, as substâncias ficam retidas em suas superfícies; diminuindo então as concentrações das substâncias e a intensidade dos odores desagradáveis (Figura 9).

Figura 9- Ilustração do fenômeno da adsorção utilizando o carvão: as bolinhas rosas e verdes representam gases hipotéticos A e B que estão presentes no interior da geladeira e que são adsorvidas na superfície do carvão (bolinhas pretas) após certo tempo. (Fonte: Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf>)



Ao colocar o carvão na geladeira com essa finalidade, ele possui a vantagem de ser reutilizável, ou seja, pode ser usado por várias vezes; quando o mesmo está saturado, basta aquecê-lo para remover as substâncias que estavam adsorvidas e coloca-lo novamente na geladeira (MIMURA *et alii*, 2010).

O carvão é constituído por cadeias carbônicas e em suas extremidades existem elementos, como: oxigênio e o hidrogênio; estes elementos constituem os grupos funcionais carbonila, carboxila e hidroxila. Podemos encontrar diversos tipos de carvão, o carvão vegetal é o que utilizamos para colocar dentro da geladeira; obtido pela carbonização da madeira, normalmente o eucalipto a uma temperatura de 500°C. O carvão ativado, que o carvão que passa por processo de ativação; que consiste na remoção de resíduos orgânicos que possam estar obstruindo os poros, acarretando uma forma de carvão com mais poros, e assim maior área superficial. Diversos tamanhos poros podem ser formados dependendo da temperatura, da matéria-prima e as condições de ativação (MIMURA *et alii*, 2010); esses processos de modificação tem a finalidade de potencializar determinadas propriedades que podem ser visto, além do carvão, nas zeólitas. Nas zeólitas um destes métodos de modificação é a desaluminização. Esse processo torna possível modificar as propriedades das zeólitas e aumentar sua estabilidade térmica; é por essa possibilidade de modificações que as zeólitas tornam-se tão viáveis para inúmeros processos, como: a remoção de compostos orgânicos em água/tratamento de efluentes com alta eficiência de remoção. Embora, geralmente o carvão ativado seja o adsorvente mais utilizado, ele possui algumas limitações na aplicação, como: inflamabilidade e dificuldade de regeneração quando compostos orgânicos de alto ponto de

ebulição são adsorvidos; já as zeólitas não apresentam essas desvantagens, podendo assim ser utilizadas em situações mais específicas.

Sugiro, a seguir, dois experimentos simples para serem realizados junto com os alunos. Os experimentos são sobre o fenômeno de adsorção: o primeiro envolve carvão ativado e, no segundo, utiliza zeólita. Proponho que este tema, zeólitas, seja trabalhado como um dos métodos de separação utilizados pelos químicos e pela comunidade.

Tema: Separação de materiais e substâncias (SILVA, 2012).

Experimento: Adsorção por carvão ativo

Contexto: Geralmente nas geladeiras de várias casas as pessoas colocam carvão dentro da geladeira, por que isso?

Materiais:

- Corante para alimentos;
- Carvão ativo;
- 2 funis pequenos,
- 2 provetas de 25 mL
- 2 papéis filtros
- 1 béquer

Procedimento:

Dilua algumas gotas do corante em 50 mL de água. Coloque o papel de filtro no funil e filtre metade da solução. Observe a cor da solução após a filtração.

Coloque cerca de 25 mL da solução não filtrada em um recipiente e adicione 2 colheres de carvão ativo em pó e filtre com papel de filtro.

Observe a cor do filtrado.

Observação Macroscópica:

A solução (água + corante) após a filtração apresenta cor semelhante à solução que não foi filtrada. Ao se adicionar carvão ativo à solução e filtrar o material resultante (água + carvão ativo + corante), observa-se que o filtrado torna-se transparente.

Interpretação Microscópica:

O fenômeno observado (retirada do corante da água) é denominado de adsorção. Este termo que significa “aderir à superfície”. A adsorção ocorre quando constituintes de um material ficam presos na superfície dos constituintes de outro material. A adsorção é diferente da absorção, que significa passar para o interior; logo, os constituintes de um material ficam no interior do outro material, por exemplo: em uma esponja que absorve água.

Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade:

O carvão ativo, devido a suas características, é utilizado em alguns tratamentos de águas, pois adsorve substâncias orgânicas, as quais não poderiam ser removidas por tratamento de água convencional. O carvão também é utilizado em aquários para remover impurezas (compostos orgânicos) presentes. Há também a utilização de um determinado carvão ativado utilizado para pessoas que tem problemas intestinais com formação gasosa.

Tema: Separação de materiais e substâncias (SILVA, 2012).

Experimento: Xixi de gato

Contexto: Como eliminar o cheiro de xixi de animais domésticos?

Materiais:

- 1 copo descartável cheio de Zeólita (areia higiênica para animais domésticos);
- 1 chumaço de algodão;
- 1 copinho descartável,
- 5 mL de amoníaco comercial

Procedimento:

Coloque no copinho um chumaço de algodão e pingar duas ou três gotas de amoníaco. Cheire o copinho. Adicione um pouco de zeólita no copinho anterior e cheire novamente. O que foi observado?

Observação Macroscópica:

O algodão junto com o amoníaco apresentou cheiro desagradável. Ao se adicionar zeólita no copinho, o algodão não apresentou cheiro.

Interpretação Microscópica:

O fenômeno observado (retirada do cheiro) é denominado de adsorção. Este termo que significa “aderir à superfície”. A adsorção ocorre quando constituintes de um material ficam presos na superfície dos constituintes de outro material. A adsorção é diferente da absorção, que significa passar para o interior; logo, os constituintes de um material ficam no interior do outro material, por exemplo: em uma esponja que absorve água.

Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade:

As zeólitas, devido à suas mais diversas características, são bastante utilizadas em vários tratamentos de efluentes, como na limpeza de rios que estão contaminados com herbicidas e pesticidas; pois adsorve substâncias orgânicas, as quais não poderiam ser removidas por tratamento de água convencional.

O TRABALHO – CRITÉRIOS DE ELABORAÇÃO

Durante as pesquisas para este trabalho, pude perceber que são várias as fontes para pesquisa relatando sobre as zeólitas, mas não deparei com algum material que fosse destinado aos alunos de ensino médio, por isso surgiu à ideia de construção do texto, que se encontra no apêndice: Areia de gatos, sabões para lavar roupas e tratamento de efluentes, o que há de comum entre eles?

Assim, os parâmetros que estabeleci durante a obra deste texto e do presente estudo foram guiados pelos critérios descritos no edital PNLEM 2008 e pelo o Guia de Livros Didáticos – PNLD- 2012, atendendo as mais diversas normas: não houve privilégios a qualquer grupo social ou regional; não tendo qualquer discriminação em relação à cor, origem, classe econômica e orientação sexual. Mostra a Ciência Química preocupada com as questões contemporâneas cabendo as ambientais; abominando todo e qualquer pensamento maniqueísta; com discursos afirmando que a Ciência é a responsável pelas calamidades ambientais, ou qualquer evento que seja prejudicial ao meio-ambiente, tanto alimentícios quanto medicamentosos. Explora a Química como uma ciência de natureza humana, logo se torna provisória, havendo limitações de cada modelo e sabendo que poderá sofrer alterações de acordo com as necessidades, como: fenômenos que ainda não consegue ser explicados.

Mostra também a forma que o pensamento químico é constituído; símbolos, representações específicas para esta Ciência; dando ênfase a maneira de apresentar essa simbologia não sendo mecânica como a conhecida memorização mecânica, logo não ter atividades que prezam a memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada; que infelizmente ainda é possível encontrar muitos professores usando esta maneira para apresentar o conteúdo para os alunos. Respeitaram-se as proporções entre objetos e seres representados nas ilustrações que possuem caráter científico, não havendo qualquer tipo de publicidade; ilustração que mencione marcas, produtos ou serviços comerciais; não existem incentivos que violem a legislação para crianças e adolescentes, no aspecto a fumar, ingerir bebidas alcoólicas, medicamentos, drogas ou armamentos.

Sugerir experimentos que são antecipadamente testados com controle de periculosidade e que sejam cabíveis à realidade escolar; de fácil realização não constando nenhuma dificuldade possível e os materiais utilizados na experimentação são acessíveis, com custo baixo e quantidade mínima a ser utilizada; a geração de resíduos são descartados

corretamente. Sendo que a experimentação seja de forma investigativa, acarretando um pensamento da Ciência como uma eterna construção de conhecimento, andando concomitantemente com o teórico e observação, o pensar e a linguagem.

A metodologia aplicada na experimentação estimula a iniciativa dos alunos, incentivando o trabalho cooperativo que estimule o respeito às opiniões diversas; incentiva o uso do conhecimento científico como elemento essencial para compreensão dos problemas atuais, tomar decisões e a inserir os alunos em sua realidade social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação é uma ferramenta importante no processo educacional, sendo uma das formas de conseguir a contextualização do conteúdo, como foi abordado no capítulo um, é necessário saber ambientar o conteúdo: qual o problema que precisava ser resolvido? Por que surgiu a necessidade? Como surgiu? Já havia alguma explicação para o fenômeno estudado? No que esta explicação falhava? Por que houve modificação? Logo, o tema deve ser realizado de forma conjunta por professores e alunos em total sintonia, um ajudando e ouvindo o outro, buscando interpretações e respostas harmonicamente, combatendo assim as diversas “visões deformadas da Ciência”.

Portanto, a contextualização propicia a inserção de vários temas que possam ser trabalhos de forma integrada ao conteúdo, acarretando também o alcance das competências e habilidades estipuladas para o Ensino.

Ao longo do meu estágio em turmas de primeiros anos do Ensino Médio, pude evidenciar que o tema abordado, zeólitas, HPAs e sorção, neste trabalho são cabíveis para serem abordados em salas de aulas; em geral, os alunos não sabiam da diferença dos fenômenos de adsorção e absorção, entretanto não houve grandes complicações nas explicações. O assunto tratado ocasiona possibilidades para enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade, promovendo o desenvolvimento de um ensino significativo para o aluno, logo educando o indivíduo para a vida.

O Trabalho- Critérios de elaboração é a metodologia e os critérios estipulados tanto para a realização deste estudo quanto para o texto, no apêndice. Adotamos como referências para a metodologia e para os critérios o edital do PNLEM 2008 e o Guia de Livros Didáticos – PNLD- 2012.

Por fim, acredito que o texto “Areia de gatos, sabões para lavar roupas e tratamento de efluentes, o que há de comum entre eles?” possui alto potencial para contribuição de um ensino mais contextualizado, onde relaciona os conteúdos de química e as vivências dos alunos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. C. S.; SILVA, M. F. C.; LIMA, J. P.; SILVA, M. L.; BRAGA, C. F.; BRASILINO, M. G. A. Contextualização no ensino de Química: motivando alunos de ensino médio. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO DA PRAC. 10, 2008. Paraíba. **Anais...** Paraíba: PRAC, 2008. p. 2-3.

ARAÚJO, A. S.. **Desenvolvimento de catalisadores zeolíticos destinados à reforma do metano**. 2006. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2006.

BAPTISTA, J. A.; SILVA, R. R.; GAUCHE, R.; MACHADO, P. F. L.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. de S. Extensão como fontes de temas de pesquisa em ensino de Química, **Revista Participação**, Brasília, ano 8, n. 13, p. 23, outubro de 2008.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 26 abril 2012.

_____, Ministério da Educação-MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. PCNS+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas TECNOLOGIAS. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio. Brasília: MEC, 2000.

_____. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Resolução n.2, de 30 de janeiro 2012. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17417&Itemid=866>.

BORGES, L. D. **Preparação, caracterização e atividade catalítica de zeólitas Y desaluminizadas: investigação das interações fluido-sólido**. 2011. 134 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011. OK

CHAGAS, A. P. **Argilas as essências da terra**. 1 .ed . São Paulo: Editora Moderna, 1996. p. 48.

CHANG, C. F.; CHANG, C. Y.; CHEN, K. H.; TSAI, W. T.; SHIE, J. L.; CHEN, Y. H.. Adsorption of naphthalene on zeolite from aqueous solution. **Journal of Colloid and Interface Science**, 277 (2004) 29.

D'AGOSTINHO, A. **Estudo preliminar do comportamento de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) em solo por isoterma de sorção**. 2004. 119 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GHISELLI, G.; JARDIM, W.F. Interferentes endócrinos no ambiente. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.3 Maio/Junho 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000300032&script=sci_arttext. Acesso em: 19 julho 2013.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, n.3, agosto de 2009. Disponível em: <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf>. Acesso em: 11 maio 2012.

JACQUES, R. J. S. **Biorremediação de antraceno, fenantreno e pireno em um argissolo**. 2005. 172 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 4.ed. Editora Edgard Blucher LTDA, 1996. p. 190.

LUNA, F. J.; ULF, S. Modificação de Zeólitas para Uso em Catálise. **Química Nova**. v. 24, n. 6, novembro/ dezembro de 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422001000600027&script=sci_arttext>. Acesso em: 14 junho 2012.

MASCARENHAS, A. J. S.; OLIVEIRA, E. C.; PASTORE, H. O. P. Moleculares: Selecionando as Moléculas por seu Tamanho. **Química Nova na Escola**, p. 1-10, maio de 2001. Disponível em: <<http://www.qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/peneiras.pdf>>. Acesso em: 14 junho 2012.

MIMURA, A. M. S.; SALES, J. R. C.; PINHEIRO, P. C.. Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. **Química Nova na Escola**, p.53-56, fevereiro de 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf>. Acesso em: 16 outubro 2012.

MÜLLER, J. M. **Desenvolvimento de zeólitas por desaluminização para desidratação de alcoóis**. 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2013.

MÜLLER, J. M.; BORGES, L. D.; MACEDO, J. L. **Zeólitas**. Brasília. Trabalho no prelo da revista Ciência Hoje.

NAIR, P.R.A.; SUJATHA, C.H. Organometallics as Endocrine Disruptors: Organometallics, PAHs, Organochlorine, Organophosphate and Carbamate, Insecticides, Phthalates, Dioxins, Phytoestrogens. In: LICHTFOUSE, E.; SCHWARZBAUER, J.; ROBERT, D. Environmental Chemistry for a Sustainable World. v.1, New York: Springer, 2012. p. 261.

NETTO, A. D. P.; MOREIRA, J. C.; DIAS, A. E. X. O; ARBILLA, G.; FERREIRA, L. F. V.; OLIVEIRA, A. S.; BAREK, J. Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAS) e seus derivados nitrados (NHPAS): uma revisão metodológica. **Química Nova na Escola**, n. 23, maio de 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n6/3533.pdf>>. Acesso em: 16 outubro 2012. (OK)

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 160-181.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa no Ensino de Química e a Importância da Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49-54, novembro de 2004. Disponível em : <<http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a09.pdf>>. Acesso em: 27 abril 2012. OK

SILVA, R. R. **Experimentação no Ensino de Química Roteiros de Experimentos**. Notas de aula, Brasília, 2012.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 231-261.

SODRÉ, F. F.; LOCATELLI, M.A.F.; MONTAGNER, C.C.; JARDIM, W.F. Origem e destino de interferentes endócrinos e águas naturais. Caderno temático v.6, p. 1-27, abril de 2007. Disponível em: <<http://lqa.iqm.unicamp.br/cadernos/caderno6.pdf>> Acesso em: 15 julho 2013.

SOUSA, C. D. C. **Síntese e Modificação com ferro de zeólita ferrierita visando a redução catalítica de nox com propano**. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Química)- Curso de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

YAN, J.; WANG, L.; FU, P. P.; YU, H.. Photomutagenicity of 16 polycyclic Aromatic Hydrocarbons from the US EPA priority pollutant list. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 557, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383571803002821>>. Acesso em: 23 junho 2013.

APÊNDICE

Texto destinado aos alunos do primeiro ano do ensino médio podendo ser trabalhado dentro de sala de aula ou/e tarefa de casa dentro do conteúdo: métodos de separação que um Químico utiliza.

Areia de gatos, sabões para lavar roupas e tratamento de efluentes, o que há de comum entre eles?

Caroline Meneses da Silva

É estranha a pergunta, não é?

Se pensarmos que o gato fará xixi; e podemos utilizar o sabão para limpar, tal que o resíduo a ser retirado utilizaria a água também para a limpeza; e esta seria tratada; assim a pergunta inicial estaria respondida, certo? Por um lado estaria correto, mas há outro ponto em comum que é a presença de zeólitas, tanto como um dos constituintes desses materiais, ou como a “peça chave” para a produção de tecnologia.

O termo zeólitas não é muito conhecido pelo público em geral, mas por volta de 1756, já era estudada pelo Barão Axel Cronsted, um mineralogista sueco. A primeira zeólita a ser

relatada pelo Axel foi a estilbita, ele percebeu que ao aquecer suavemente a estilbita, liberava vapor d'água, assim do grego *zeo* (ferver) e *lithos* (pedra), o nome zeólitas surgiu; porém de 1756 até 1926 não havia um estudo mais aprofundado em suas propriedades; até que em 1926 a pesquisa de suas características foram impulsionadas.

Zeólitas são comumente conhecidas também como aluminosilicatos, a partir daí podemos já saber que é constituído por átomos de silício (Si) e

Do grego *zeo* (ferver) e *lithos* (pedra), por isso o nome zeólitas.

alumínio (Al), porém há zeólitas formadas por outros elementos, como: Boro (B), Gálio (Ga), Ferro (Fe), Fósforo (P), Cobalto (Co) e outros. Em 1930 William

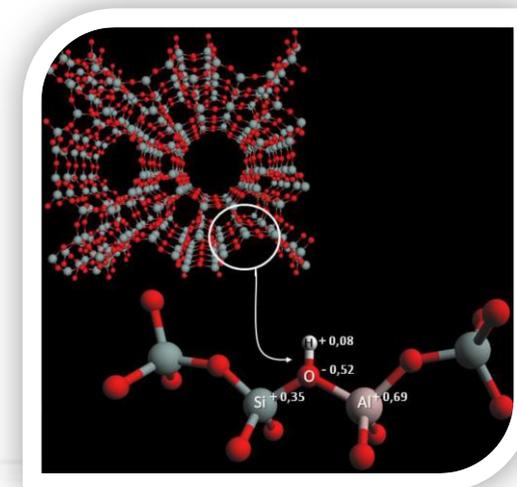


Figura 1- Representação da estrutura zeolítica, formada por átomos de silício, alumínio e oxigênio. (Fonte: MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D)

Hodge Taylor e Linus Pauling deram outras contribuições no estudo das zeólitas. Ao estudar as zeólitas naturais, eles

determinaram suas estruturas, que são formadas por tetraedros tridimensionais, ligados entre si por meio de átomos de oxigênio; ou seja, além das zeólitas serem constituídas por átomos de silício e alumínio, átomos de oxigênio também faz parte da sua constituição (Figura 1).

Eles também observaram que estes tetraedros vão se repetindo e se agrupando, formando assim as mais diversas geometrias com pequeníssimas cavidades internas. Olhando então, ao longo de todo o material percebe-se uma rede extensa cheia de pequenos poros, na ordem de nanômetros (10^{-9} metro) que são classificadas em microporosas, de acordo com a União Internacional e Químicas Puras e Aplicadas (sigla em inglês IUPAC). Podemos olhar em nossa volta, materiais porosos, como a pedra-pomes (Figura 2) que a olho nu conseguimos enxergar seus poros, já na areia de gato não conseguimos enxergar seus



Figura 2- Pedra-pomes pode ser encontrada em farmácias. (Fonte: Disponível em: <<http://www.olivre.com>>)

poros, precisamos utilizar um aparelho específico para isso.

É por conta dessa rede de

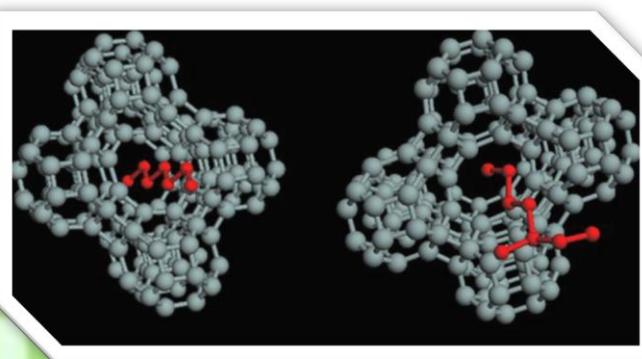
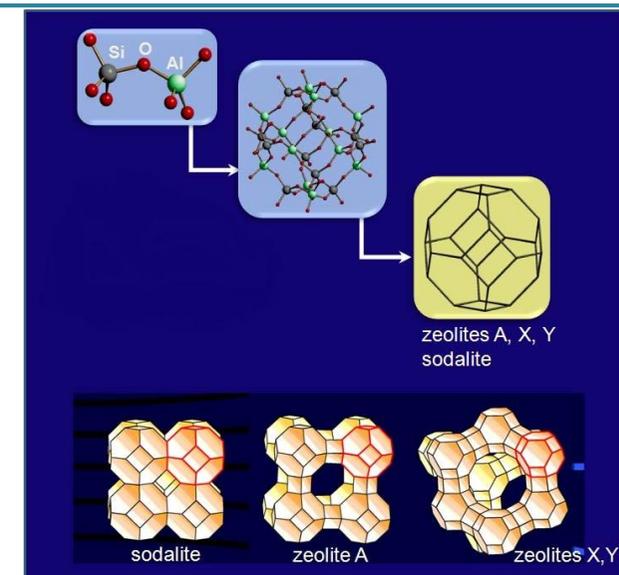


Figura 3- Ilustração da zeólita selecionando moléculas por tamanhos: a zeólita do lado esquerdo da figura é uma molécula menor que tem acesso aos poros da zeólita, porém, à direita, a maior é impedida. (Fonte: MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D)

Exemplos de estruturas tridimensional para zeólita sodalita, zeólita A e zeólitas X e Y; que consistem em tetraedros de SiO_4 e AlO_4 ligados através do oxigênio. (Fonte: Disponível em: <<http://www.uni-muenster.de/Chemie.pc/Koller/zeolites.html>>).



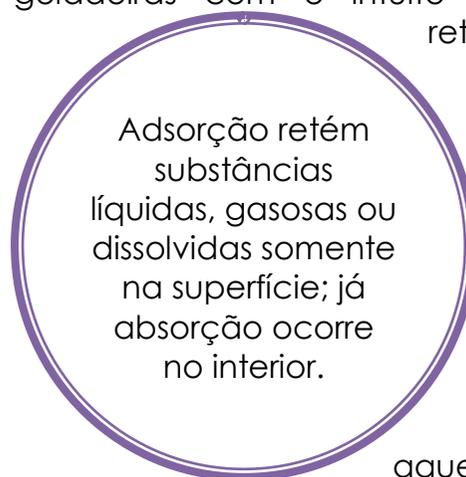
microporos que as zeólitas tornam-se tão atrativa; pois elas são capazes de selecionar moléculas com as mais diversas dimensões, ou seja, não são todas as moléculas que conseguem “penetrar” nas zeólitas, como visto na figura 3; a zeólita permite que moléculas pequenas a atravessem, porém as grandes acabam ficando retidas. É por isso que as zeólitas são também chamadas de *peneiras moleculares*. Utilizar as zeólitas é uma das maneiras que os químicos utilizam para separar moléculas de diferentes tamanhos.

Vamos entender um pouco melhor, como funciona essa separação que as zeólitas fazem. Esse processo de separação só é capaz por uma das diversas propriedades que esses materiais apresentam: a propriedade de adsorção.

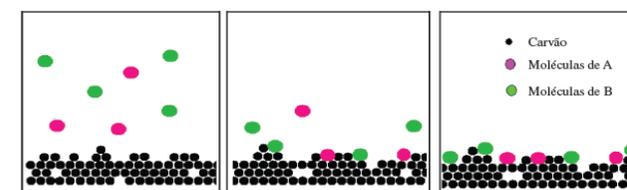
Mas o que é adsorção? Adsorção é sinônimo de absorção? Pois é, na mudança de uma consoante de “d” para “b”, muda também o fenômeno. Adsorção retém

substâncias líquidas, gasosas ou dissolvidas somente na superfície; já absorção ocorre no interior. É muito difícil saber se em um fenômeno ocorreu à absorção ou adsorção; desta maneira geralmente se diz que houve uma sorção.

No caso da adsorção, o fenômeno pode ser visto ao utilizar carvão no interior das geladeiras com o intuito de retirar



aqueles odores que incomodam e são decorrentes da volatilização de substâncias que são produzidas na decomposição dos alimentos; podemos também observar o fenômeno de adsorção na areia higiênica de gatos domésticos, que contém



Fonte: Disponível em: <qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf>

Ilustração do fenômeno da adsorção utilizando o carvão: as bolinhas rosas e verdes representam gases hipotéticos A e B que estão presentes no interior da geladeira e que são adsorvidas na superfície do carvão (bolinhas pretas) após certo tempo.

zeólita e os gatos utilizam para defecar e urinar. O fenômeno de adsorção pode ser dividido em dois tipos de adsorção dependendo das interações: adsorção física (fisissorção) e adsorção química (quimissorção).

A diferença está na natureza e intensidade das interações envolvidas entre adsorvente (material que adsorve) e o adsorvato (material que é adsorvido).

Assim ao colocar a zeólita presente nas areias ou caixas higiênicas de gatos, adsorvem aquelas substâncias que despreendem odores; ou seja, as substâncias ficam retidas em suas superfícies; diminuindo então as concentrações das substâncias e a intensidade dos odores desagradáveis.

Mas será que existem quantidades de zeólitas suficientes para serem utilizadas? Pois bem, além de não terem quantidades suficientes, ou regiões que são ausentes destes materiais, existem outros fatores que

acarretam a síntese das zeólitas, fatores como: ao utilizar zeólitas nos processos industriais, as indústrias exigem que estes materiais tenham alto grau de pureza, ou seja, a composição seja uniforme, exigem também que suas características como porosidade e tamanho sejam reprodutíveis.

E ainda, as zeólitas sintéticas apresentam vantagens em relação às zeólitas naturais, pois as sintéticas ao serem produzidas, possuem um alto controle em sua produção para que não tenham defeitos estruturais e variações na sua composição, já nas naturais não temos esse controle. Mas mesmo assim, as zeólitas naturais têm utilidades em processos que não exigem alta tecnologia, como em antimônio, produção de fertilizantes, controle da acidez do solo e em rações de animais.

As zeólitas naturais ou sintéticas estão presentes em grandes áreas, como na biomedicina, utilizadas no tratamento antiacne.

De acordo com os dados de 2010, a produção mundial de zeólitas, sintéticas e naturais, é aproximadamente de 4 milhões de toneladas anuais, das quais 1,5 milhões de toneladas de zeólitas sintéticas e 2,5 milhões de toneladas de zeólitas naturais (Gráfico 1).



Gráfico 1- Produção Mundial de zeólitas naturais e sintéticas.

Em torno de 1,3 milhões de toneladas da zeólita A por ano são destinadas a indústria de detergentes, para substituírem a utilização de fosfatos, que causam a eutrofização. As zeólitas são adicionadas aos

detergentes para exercerem a função de sequestrantes, ou seja, retiram os íons Ca^{2+} , Mg^{2+} e Fe^{3+} , esses cátions dificultam o processo de limpeza.

Além dessa aplicabilidade, as zeólitas podem ser usadas na retirada de compostos tóxicos que são encontrados no ambiente, elas funcionam como um filtro que tem a capacidade de reter substâncias prejudiciais dentro suas cavidades e poros, de

maneira que, após serem tratadas, podem ser reutilizadas. Estudos mais recentes evidenciaram a eficácia de algumas zeólitas para retirada de substâncias tóxicas, presentes tanto em água de torneira quanto em lagos e rios, como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, abreviados como HPAs. (Figura 4). O HPA, benzo[a]pireno é considerado o mais tóxico.

Caroline Meneses da Silva
(unbcaroline@gmail.com),
licencianda em Química da
Universidade de Brasília.

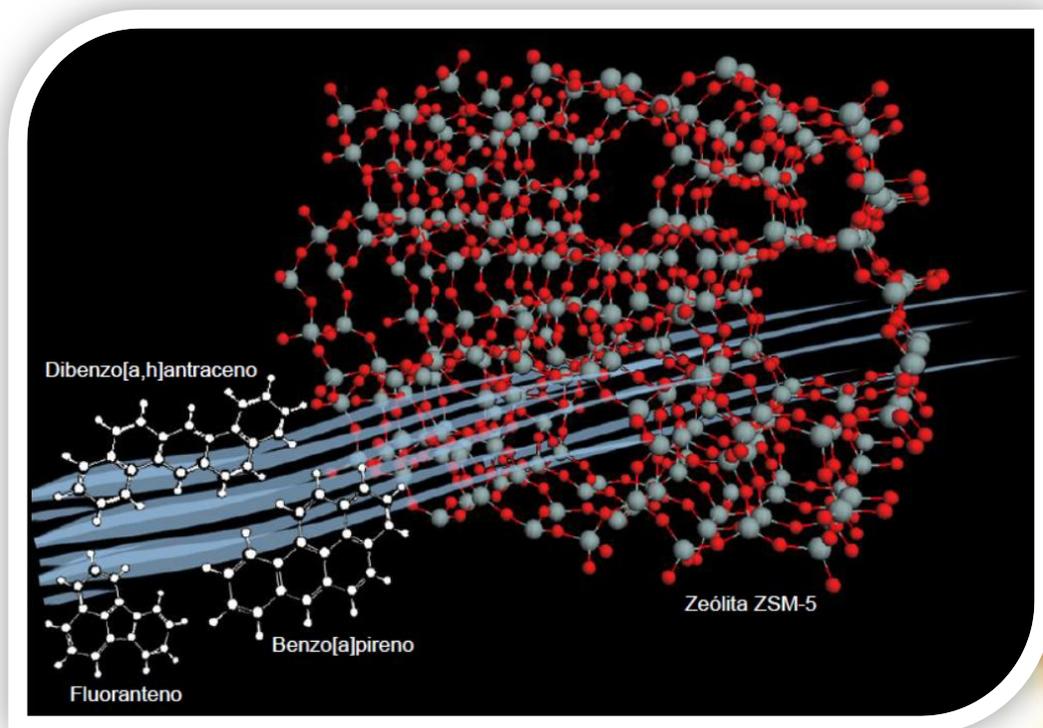


Figura 4- Modelo de adsorção da zeólita: um efluente contendo alguns HPAs de altas toxicidades passando pelo material zeolítico, que adsorve grande parte desses hidrocarbonetos, e conseqüentemente purificando o efluente. (Fonte: MÜLLER; BORGES; MACEDO, S/D).



Referências:

BORGES, Luciana Diniz. **Preparação, caracterização e atividade catalítica de zeólitas Y desaluminizadas: investigação das interações fluido-sólido.** 2011. 134 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011.

CHAGAS, Aécio Pereira. **Argilas as essências da terra.** 1 .ed . São Paulo: Editora Moderna, 1996. p. 48.

LEE, John D. Química Inorgânica não tão concisa. 4.ed. Editora Edgard Blucher LTDA, 1996. p. 190.

MIMURA, Aparecida Maria Simões; SALES, Janilson Ribeiro Castro; PINHEIRO, Paulo César. Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. **Química Nova na Escola**, p.53-56, fevereiro de 2010. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/>

qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf>. Acesso em: 16 outubro 2012.

MÜLLER, J. M. **Desenvolvimento de zeólitas por desaluminização para desidratação de alcoóis.** 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2013.

MÜLLER, J. M.; BORGES, L. D.; MACEDO, J. L. **Zeólitas.** Brasília. Trabalho no prelo da revista Ciência Hoje.

Para saber mais:

MASCARENHAS, Arthur J. Santos; OLIVEIRA, Erica C.; PASTORE, Heloise O. Peneiras Moleculares: Selecionando as Moléculas por seu Tamanho. **Química Nova na Escola**, p. 1-10, maio de 2001. Disponível em: <<http://www.qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/02/peneiras.pdf>>. Acesso em: 14 junho 2012.

BORGES, Luciana Diniz; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens. Lavagem a seco.

Química Nova na Escola, p. 11-18, fevereiro de 2013. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_1/03-QS-64-11.pdf> Acesso em: 23 junho 2013.

MÜLLER, J. M.; BORGES, L. D.; MACEDO, J. L. **Zeólitas.** Brasília. Trabalho no prelo da revista Ciência Hoje.

