



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Sheila Mendes Franco

ZEÓLITAS E SUA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2.º/2015



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Sheila Mendes Franco

ZEÓLITAS E SUA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada(o)emQuímica.

Orientador: Renata Cardoso de Sá Ribeiro Razuck

2.º/2015

AGRADECIMENTOS

Enfim, Licenciada em Química!

Agradeço primeiramente, a Deus por todas as bênçãos em minha vida.

A minha família: pai Edjael, mãe Josefa, irmãos Anderson e Daniel, irmã Shirlei e sobrinhas Eduarda e Sophia pelo carinho e apoio. Sem vocês não teria conseguido essa conquista.

As minhas amigas de infância: Cinthia Ramos, Paula Torres, Fabiana Emerick, Fabíula Silva, Melina Cotrim e ao amigo Lucas Dalferth, pela amizade de longa data e por me aguentarem falar de química mesmo quando não tinham interesse em ouvir.

Aos amigos que conquistei na Universidade: Sarah Cristine, Diógenes Serejo e Ana Luísa. Sem vocês, a graduação teria se tornado muito mais cansativa e enfadonha.

A minha orientadora prof^a Renata Rasuck, pela paciência, pelo auxílio e pela tranquilidade de que tudo daria certo. Muito obrigada! A todos os professores da Divisão de Ensino de Química-UnB.

Agradeço aos amigos do Laboratório de Catálise da UnB – LabCat, em especial a prof^a Sílvia Dias por me aceitar como membro do grupo e aluna de iniciação científica, pela amizade, dedicação à pesquisa e docência e pelas conversas científicas e particulares. Júlia Müller, pela paciência e por me auxiliar nas pesquisas de bancada. Caroline Meneses, minha parceira de bancada e risadas. Prof. Zeca, Júlio Lemos e demais integrantes do grupo.

Por fim, gostaria de agradecer aos integrantes do Muay Thai BFC, por me auxiliarem a manter minha sanidade nessa reta final de curso. Oss

Sheila Mendes Franco

Dezembro, 2015

Sumário

Introdução.....	7
Zeólitas	9
Sugestões de abordagem do tema proposto.....	18
Metodologia.....	21
Análise das propostas	24
Considerações finais.....	27
Referências	28
Apêndices	30

RESUMO

Este trabalho utilizou-se do tema zeólitas e suas aplicabilidades para abordagem no Ensino Médio. Zeólitas são materiais cristalinos microporosos com a capacidade de selecionar moléculas cujo tamanho é permitido ou não a entrada, saída e estados de transição em seus canais. Possuem elevada área superficial e capacidade de adsorção e sua estrutura é formada pela combinação tridimensional de tetraedros TO_4 , onde $T = Si, Al, B, Ge, Fe, P, Co$, entre outros; unidos entre si por meio de átomos de oxigênio comuns. As zeólitas são empregadas na purificação de gases, no craqueamento de petróleo, em detergentes na substituição de fosfatos, na síntese de produtos orgânicos, dentre outras.

Palavras-chaves: Zeólita, Meio ambiente, Ensino Médio, Aplicações

INTRODUÇÃO

Conforme o PCN+, a abordagem de Química no Ensino Médio “deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.” (BRASIL, 2002, p. 87). A recomendação em documentos como os PCN, é que essa abordagem não seja focada na memorização de fórmulas, nomes e conteúdos isolados e desconexos da realidade dos estudantes. Ainda de acordo com esses documentos:

“a Química deve ser apresentada sobre o tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos. Um ensino baseado harmonicamente nesses três pilares poderá dar uma estrutura de sustentação ao conhecimento de química do estudante especialmente se, ao tripé de conhecimentos químicos, se agregar uma trilogia de adequação pedagógica fundada em:

- contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento;
- respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo, que garanta ao estudante tratamento atento a sua formação e seus interesses;
- desenvolvimento de competências e habilidades em consonância com os temas e conteúdos de ensino.” (BRASIL, 2002, p.84)
-

Dessa forma, essa abordagem permite ao aluno capacidade de interpretar e analisar dados, argumentar de forma crítica temas propostos, reconhecer e compreender de forma significativa os conteúdos estudados com o mundo social e físico.

Nesse sentido, utilizando-se do tema zeólitas e suas aplicações no cotidiano, o presente trabalho propõe uma atividade experimental e elaboração de um texto sobre o uso de zeólitas em detergentes em substituição ao fosfato e de novos

materiais empregados para lavagem de roupas como as bolas ecológicas que já estão substituindo os sabões em pó para lavagem de vestimentas.

A descrição do fabricante a respeito da constituição das bolas ecológicas é descrita como: são constituídas de minerais naturais, íons trocadores Na^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 e ímãs envoltos em uma esfera plástica.

Esse trabalho está organizado com um capítulo inicial que aborda o conceito de zeólitas e algumas de suas diversas aplicações; no segundo capítulo é sugerido um experimento utilizando areia para gatos e amoníaco e a verificação da eficiência das bolas ecológicas para lavagem de roupas; o capítulo seguinte faz uma análise do experimento realizado em sala de aula e da utilização da bola ecológica e no capítulo final, as considerações a cerca da abordagem do tema proposto em sala de aula do ensino médio e sua relevância na contribuição do processo ensino-aprendizagem e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).

ZEÓLITAS

1. Um pouco de história.

O termo zeólita foi empregado para designar uma família de minerais silicatos naturais com propriedades particulares, deriva do grego *zein* (ferver) e *lithos* (pedra), que significa pedra que ferve. (FIGUEIREDO, 1987).

Em 1756, o mineralogista sueco Axel Fredrik Cronstedt, reportou a descoberta do mineral estilbita que intumescia quando aquecido, ou seja, perdia água quando aquecido com a chama de um maçarico. Publicou dois anos depois de forma anônima o ensaio “*An Essay Towards a System Mineralogy*”, introduzindo a classificação mineralógica das zeólitas. (GUINET; RIBEIRO, 2004).

Por quase 200 anos, esses minerais foram considerados um grupo obscuro e eram mantidos em museus e utilizados para ornamentação devido à sua beleza. (MACEDO, 2007)



Figura 1. Zeólita naturais encontradas em museus. À esquerda, zeólita natrolita e a direita heulandita. (MÜLLER, 2013, p. 3)

Na década de 20, Weigel e Steinhoff relacionaram porosidade à zeólita, conferindo seletividade de moléculas nos poros desses materiais.

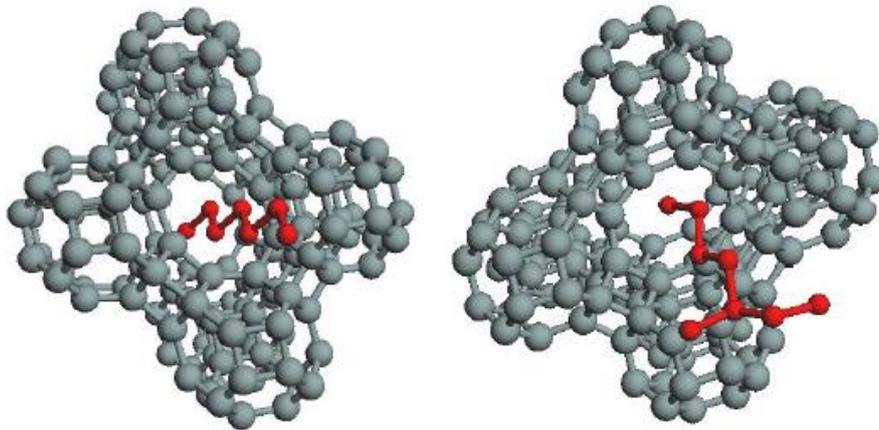


Figura 2. Zeólita A. À esquerda, a molécula passa nos canais da zeólita, mas à esquerda, isso não ocorre. (MÜLLER, 2013, P. 3)

Em 1932, McBain criou o conceito de peneira molecular que caracterizam materiais porosos, incluindo as zeólitas, com adsorção seletiva de moléculas. (LUNA, 2001)

Na década de 30, Taylor e Pauling identificaram por meio das técnicas cristalográficas de raios X os poros e canais constituídos por aluminossilicatos da analcima, natrolita e cancrinita, onde se encontravam moléculas de água e metais alcalinos contrabalanceadas com carga negativa.

O desenvolvimento de zeólitas sintéticas como a Mordenita, A, X e Y ocorreu a partir de 1949, já que zeólitas naturais possuem limitações como impurezas, variação na composição química e propriedades variáveis na aplicação catalítica. (MACEDO, 2003)

Nas décadas de 80 e 90 ocorreu o auge da produção com o desenvolvimento de zeólitas com microporos para atender a demanda dos diferentes tipos de reação.

As primeiras zeólitas sintetizadas foram aplicadas na adsorção: retirada da água de gás natural e separação de n-isobutano, catálise: na isomerização e no craqueamento catalítico, e troca iônica: em detergentes, substituindo os polifosfatos causadores da eutrofização.

Com o uso de templates (direcionadores de estruturas) foi possível sintetizar zeólitas com estruturas desconhecidas na natureza e com maior teor de silício como as zeólitas ZK-5, β , e a série ZSM-5, ZSM-11, ZSM-22, ZSM-23, ZSM-39 e ZSM-48,

além das zeólitas silicatitas, em que não há alumínio na sua estrutura. (MACEDO, 2003).

Devido aos diversos usos, as zeólitas foram empregadas cada vez mais em processos de refinamento de petróleo e petroquímica, craqueamento de componentes n-alcano da gasolina, aumentando assim a octagem dessa, isomerização de xilenos, desproporcionamento do tolueno em xilenos, dentre outras aplicações. (MÜLLER, 2013; MACEDO, 2007)

A Tabela 1 resume os principais marcos históricos das zeólitas.

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

1756	Cronstedt descreveu 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 comercializou 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 comercializou a zeólita X com terras raras para catálise no craqueamento e sintetiza zeólitas com cátions orgânicos;
1962 - 1980's	Mobil 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	Foi 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 principais características das zeólitas são: elevada área superficial, seletividade de forma, reagentes, produtos e estado de transição devido aos canais e cavidades, capacidade de adsorção variando de espécies hidrofóbicas a hidrofílicas, criação de estruturas com sítios ativos nos canais e cavidades, em que a força e concentração podem ser controladas conforme utilização desejada, tamanho

dos poros compatíveis com a maioria das moléculas de matérias-primas utilizadas na indústria. (GIANNETTO, 1990; MACEDO, 2007; LUNA, 2001)

Sua estrutura cristalina é formada pela combinação tridimensional de tetraedros TO_4 (T= Si, Al, B, Ga, Ge, Fe, P, Co, entre outros) unidos entre si por meio de átomos de oxigênio comuns. A Figura 3 ilustra de forma simplificada a estrutura da zeólita.

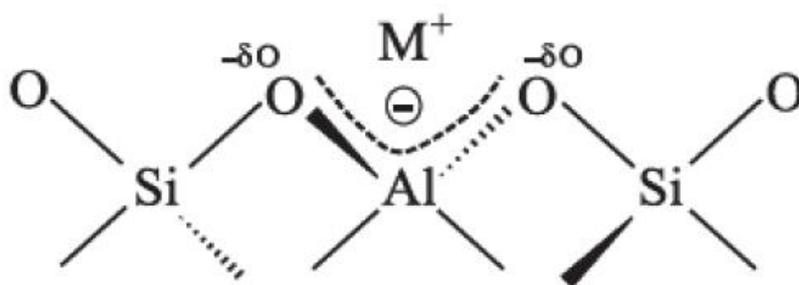


Figura 3. Estrutura simplificada de uma zeólita. (SOUSA, 2011, p. 4)

A Figura 4 ilustra a construção de estruturas diversas a partir da cavidade B ou cavidade sodalita. Essa estrutura é formada pela combinação de 24 tetraedros que resultam em um octaedro.

As zeólitas são classificadas de acordo com o tamanho do diâmetro dos poros, formados devido às interações tridimensionais que conduzem a variadas geometrias. Essas cavidades e canais tornam a área superficial interna muito maior que a externa, possibilitando a passagem de material através dos canais. (GIANNETTO, 1990)

A União Internacional de Química Pura e Aplicada (sigla em inglês – IUPAC) classifica os materiais em: microporosos, os que apresentam diâmetro de poro inferior a 2 nm; mesoporosos, os que apresentam diâmetro de poro entre 2 e 50 nm; e macroporosos, aqueles com diâmetro superior a 50 nm. (IUPAC, 1994)

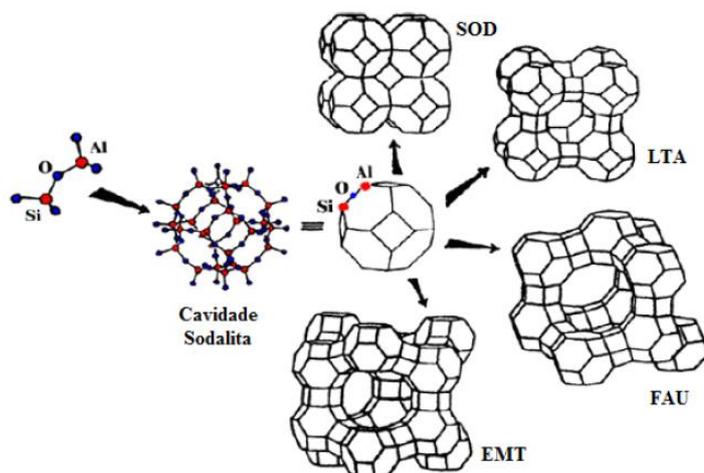


Figura 4. Construção de diversas estruturas a partir da sodalita. (SOUSA, 2011, p. 7).

2. Aplicações

Devido às propriedades mencionadas anteriormente, o emprego de zeólitas tem aumentado nos últimos anos.

A aplicação de zeólitas vai desde o craqueamento e refino de petróleo a adsorção de compostos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente como, por exemplo, da remoção de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos presentes em água de torneira e lagos, substituição dos sais de fosfato em detergentes que são fontes causadoras da eutrofização de rios e lagos, tratamento de efluentes, dentre outras.

Zeólitas naturais apresentam variação na sua composição e fases impuras. Com isso, as sintéticas são mais adequadas para as aplicações em catálise industrial. (PORTO, 2010)

Isso se deve ao fato de esses materiais apresentarem características de interesse para a indústria como elevado grau de pureza, uniformidade na composição e reprodutibilidade de porosidade e tamanho das cavidades e poros. (OSÓRIO, 2001)

Aplicações de zeólitas na biomedicina também têm ocorrido como a utilização da zeólita natural clinoptilolita em tratamentos contra a acne. A zeólita passa por um pré-tratamento no qual seus cátions de compensação são trocados por íons Zn^{2+} . A troca é devido à combinação entre o antibiótico eritromicina e os íons de zinco empregados nesse tipo de tratamento. Devido ao tamanho das

cavidades da zeólita empregada, apenas uma porção da molécula do antibiótico é introduzida e somente quando ocorre a liberação da eritromicina pela zeólita é que os íons de zinco são liberados proporcionando assim equilíbrio com os íons sódio encontrado no suor da pele. Dessa forma, o efeito coadjuvante íons de zinco-eritromicina controlam e eliminam as bactérias que causam a acne, *Propionibacterium acnes*. (MÜLLER; BORGES; MACEDO, 2013)

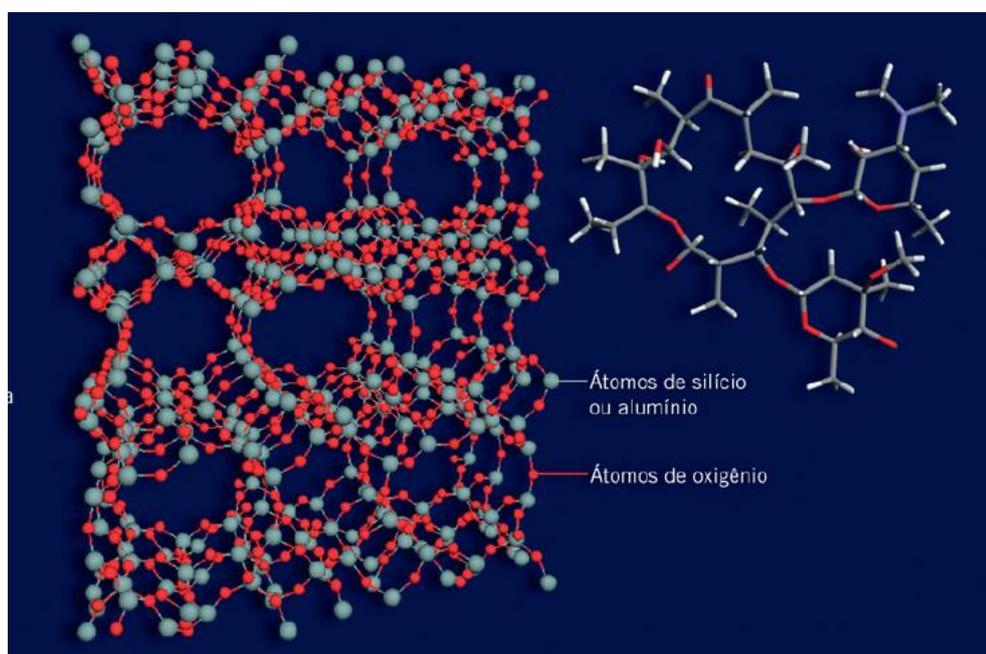


Figura 5. Representação da zeólita natural clinoptilodita e da estrutura do antibiótico eritromicina. (MÜLLER; BORGES; MACEDO, 2013, p. 26)

As zeólitas Y e ZSM-5 têm sido empregadas como catalisadores zeolíticos no craqueamento de petróleo em substituição ao ácido sulfúrico.

Outro emprego bastante útil é na indústria de detergentes em substituição aos polifosfatos que causam a eutrofização dos rios e lagos. No ano de 2010, o emprego de zeólitas no mercado de detergentes foi de 1,3 toneladas aproximadamente. (MÜLLER; BORGES; MACEDO, 2013)

Apesar de a água ser o solvente mais antigo e mais utilizado, como agente de limpeza possui eficiência limitada, pois se formam gotas esféricas que dificultam ou mesmo impedem a miscibilidade entre ar e água. Para atenuar essa deficiência, são

utilizados promotores que modificam a tensão superficial da água: tensoativos ou surfactantes.

A estrutura dos tensoativos ou surfactantes é composto de cadeias hidrocarbônicas longas cuja extremidade está presente um grupo catiônico, aniônico, anfótero ou um grupo apolar. (OSÓRIO, 2001)

A eficiência dos sabões e detergentes está relacionada ao fato de estes formarem micelas quando estão em meio aquoso. A parte apolar interage com as moléculas de sujeira como, por exemplo, uma molécula de gordura, enquanto que a parte polar interage com as moléculas de água. Assim, as micelas são formadas pela agregação de várias moléculas do sabão ou detergente e estão ilustradas na Figura 6.

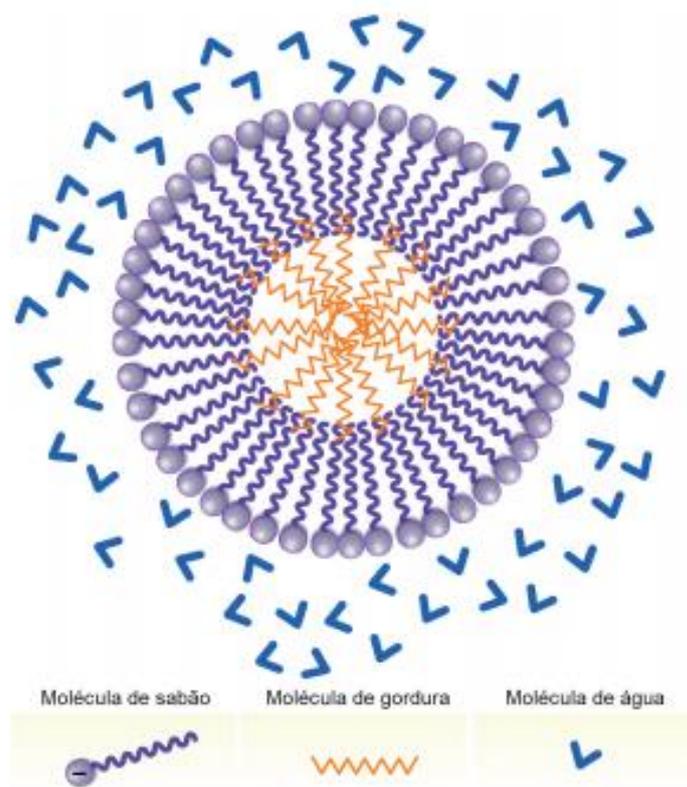


Figura 6. Representação da formação de uma micela. (SIQUEIRA, 2011, p. 235)

Como visto, existem diversas aplicações das zeólitas e uma delas está relacionada à utilização de novos materiais como as bolas ecológicas para lavagem de roupas em substituição aos sabões.

A Figura 7 ilustra imagens das bolas ecológicas e também será abordada no próximo capítulo como sugestão de abordagem do tema para estudantes do ensino médio.



Figura 7. Bola ecológica para limpeza de roupas. Imagens pesquisa site Google.

SUGESTÕES DE ABORDAGEM DO TEMA PROPOSTO

Conforme o artigo 5º da Resolução nº 2, de 30 de Janeiro de 2012 das Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, esse nível educacional deve basear-se 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).

Assim, o processo de ensino-aprendizagem deve proporcionar ao estudante articulação dos conhecimentos científicos com o seu cotidiano, de forma a promover o exercício do senso crítico e sua formação cidadã e não simplesmente a memorização de conteúdos desarticulados e sem conexão com a realidade.

Quanto ao ensino de Química, faz-se necessário que o estudante seja estimulado a estabelecer conexões entre o conhecimento científico e o seu cotidiano de forma que ele seja capaz de sugerir situações problema, bem como compreendê-las e propor soluções. (ALMEIDA, 2008.).

Dessa forma, o educador possui papel importante na elaboração de situações reais, assim os estudantes poderão fundamentar seu conhecimento de maneira que suas ideias a cerca do assunto possam ser modificadas ou até mesmo ampliadas conceitualmente. (GUIMARÃES, 2009).

A utilização da experimentação é uma ferramenta bastante útil para se criar problemas que sejam conexos com a realidade e incentivar as discussões investigativas. Com isso, o experimento não deve ser abordado de forma puramente roteirista como se fosse uma receita de bolo, imutável, em que apenas o educador atua e os estudantes são meros espectadores.

Nessa perspectiva, o presente trabalho propõe a abordagem do tema zeólitas e suas diversas aplicações. Para tal, sugiro um experimento para abordar métodos de separação e elaboração de um texto atendendo os parâmetros descritos no edital do PNLEM 2008 e pelo Guia de Livro Didático, PNLD 2012, em que não privilegie qualquer grupo social ou regional; discrimine em relação a cor, classe econômica, origem ou orientação sexual; mostre a Química como ciência preocupada com questões ambientais repudiando discursos maniqueístas que afirmam que a Ciência é responsável pelas calamidades ambientais ou qualquer evento prejudicial ao meio ambiente.

Nesse texto, serão abordadas questões do uso de fosfatos em detergentes e sabões comerciais e as consequências de tal utilização ao meio ambiente, bem como a utilização de zeólitas em substituição a esses materiais como é o caso da bola ecológica.

METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo abordar o tema zeólitas em turmas do ensino médio.

Tal abordagem foi realizada com a utilização do experimento proposto: Eliminando o cheiro de urina de gato.

Além da areia para gatos, foi utilizada areia comum em recipientes separados para que os alunos comparassem os resultados e propusessem hipóteses.

Também foi realizado um levantamento de usuários da bola ecológica para lavar roupas e suas opiniões foram coletadas.

PARTICIPANTES

O experimento foi aplicado em sala de aula, em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular do Distrito Federal.

A turma contava com 23 integrantes com idade entre 14 e 15 anos de idade.

INSTRUMENTOS

Realização do Experimento Proposto e levantamento dos usuários da bola ecológica para limpeza de roupas.

Após a realização da atividade prática, foi realizada uma aula expositiva a respeito do tema zeólitas.

PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES DE DADOS

Os dados foram analisados a partir das respostas dadas pelos alunos às perguntas propostas após a atividade prática e a abordagem teórica.

Proposta de experimento: Eliminando o cheiro de urina de gato*.

Materiais:

- 1 copo descartável cheio de areia higiênica para gatos (zeólita);
- 1 pequeno chumaço de algodão;
- 1 copo descartável,
- Cerca de 3 mL de amoníaco comercial

Procedimentos:

1. Coloque o algodão no copo descartável.
2. Pingue de quatro a cinco gotas de amoníaco no chumaço de algodão.
3. Cheire com cuidado o copo.
4. Adicione a areia higiênica para gatos no copo anterior e cheire novamente.
5. O que você observou?

Observação Macroscópica:

Ao adicionar o amoníaco no algodão, percebe-se um cheiro desagradável. Quando a areia para gatos é introduzida no copo contendo a algodão com o amoníaco, percebe-se que o cheiro desagradável não é mais constatado.

Observação microscópica:

A retirada do cheiro de amoníaco deve-se à adsorção desses odores desagradáveis realizada pela zeólita. Adsorção é um fenômeno que retém substâncias líquidas e gasosas na superfície do material adsorvente (nesse caso a zeólita) e pode ser dividido em dois tipos que dependem da interação: adsorção física (fisissorção) que ocorrem devido as interações intermoleculares como as de Van der Waals (dipolo induzido e dipolo-dipolo) e adsorção química (quimissorção) que ocorrem devido as ligações covalentes entre o adsorvente e adsorvato (moléculas de odor desagradável).

Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade:

A utilização de zeólitas em tratamento de efluentes em rios e lagos, pois adsorve as moléculas responsáveis pela contaminação da água como, por exemplo, pesticidas, pois não seria possível sua remoção por meio convencionais de tratamento.

*Esse experimento foi adaptado do acervo do LPEQ-UnB.

Proposta de utilização da Bola ecológica

Além do experimento realizado em sala de aula, foi realizado levantamento com os alunos sobre a utilização das bolas ecológicas para lavagem de roupas em suas residências. O motivo para realização dessa pesquisa, a saber: utilização de novos materiais como forma de diminuição dos impactos ambientais ocasionados pelo uso de sabões e detergentes.

ANÁLISE DAS PROPOSTAS

Os alunos fizeram o experimento e foram questionados porque ao utilizar a areia para gatos o cheiro de amônia não era percebido após algum tempo e com a areia comum isso não acontecia. Ao final do experimento, foi realizada uma breve explicação sobre zeólitas, alguns aspectos históricos e as aplicações desses materiais.

Os alunos não faziam ideia do que se tratava e acreditaram se tratar de uma areia especial, tanto que não escreveram nenhuma hipótese. Somente após a explicação sobre zeólitas é que eles relacionaram o experimento realizado com o conteúdo ministrado, mesmo assim apresentaram dificuldade em expor suas ideias, como mostrado a seguir.

O aluno A descreveu zeólitas da seguinte maneira: *“É um mineral constituído de alumínio e muito utilizado em várias áreas como a medicina e usado na fabricação de materiais como areia de gatos para absorção do mau cheiro.”*

O aluno B escreveu: *“ São usadas em filtração de água, para fezes de gatos e outras coisas com impureza. Por conta de seus grandes poros a zeólita tem a capacidade de absorver várias coisas.”*

O aluno C escreveu: *“ É um mineral, constituído de alumínio, usado amplamente em várias áreas e tem grande capacidade de absorção de líquidos.”*

Os outros alunos escreveram trechos bastante semelhantes a esses.

Verifica-se que a partir dos relatos do alunos A, B e C há confusão entre absorção e adsorção. Essa diferença foi explicada e eles compreenderam os conceitos empregados.

Outra percepção é que esses alunos não estão acostumados a questionar nem propor hipóteses mesmo quando são estimulados a fazer.

O aluno D escreveu: *“ Temos como exemplo aquelas pedrinhas onde os gatos fazem suas necessidades, mais conhecido como areia para gatos. A substância que possui nas zeólitas permite que não fique com mau odor no ambiente.”*

O aluno D apresentou maior dificuldade na compreensão do experimento, bem como nas definições abordadas. Constatei que isso se deve não somente aos conceitos debatidos no experimento, mas em outros pré-requisitos como a compreensão do que é uma substância, uma mistura, ligação química e interações-intermoleculares.

Além disso, o estudante D demonstrou resistência a esse tipo de aula argumentando que não contribuiria para o processo de ensino aprendizagem e que a seu ver era uma total perda de tempo. Argumentou ainda que a melhor maneira de aprender era fazer atividades teóricas como questões de vestibulares, assim além de aprender os conceitos, aprenderia a resolver questões com mais facilidade. Tal fato pode ser explicado devido às experiências que esse aluno adquiriu durante sua vida escolar e a que estava acostumado em realizar em sala de aula.

Seus colegas, no entanto, rebateram a opinião do colega afirmando que a utilização de experimentos em sala de aula promovia e facilitava o processo de ensino aprendizagem e que a construção do conhecimento era facilitada, uma vez que conseguiam atrelar os conceitos científicos ao seu cotidiano.

A opinião do estudante D não diverge do que muitos outros discentes e docentes aplicam. Embora, seja necessário resolver exercícios do estilo mencionado anteriormente, esse fator não deve ser predominante para o desenvolvimento das aulas.

Faz-se necessário que as aulas sirvam de estímulo para que o aluno busque e construa seu próprio conhecimento e não para que sejam “adestrados” somente para ingressar em universidades.

Antes de propor aos alunos a utilização das bolas ecológicas, fiz uso desse material pelo período de três meses para verificar sua eficiência.

Constatei que é promovida a limpeza das roupas de forma eficiente e que é possível não utilizar amaciante de roupas para conferir maciez a essas.

Embora na descrição do produto em sua embalagem conste que não há necessidade de utilização de amaciante, é importante ressaltar que a finalidade das bolas ecológicas é promover a limpeza das roupas sem a utilização de sabão. Assim, o uso de amaciante é opcional.

Minha irmã também utilizou e obteve excelentes resultados. No entanto, continua fazendo uso do amaciante de roupa apenas devido ao “cheiro de limpeza” que acredita ser indispensável.

O levantamento a respeito da utilização das bolas ecológicas para limpeza de roupas evidenciou que 5 alunos utilizavam esse produto em suas residências. Após esse levantamento, foi solicitado que eles coletassem as opiniões a respeito da eficiência na limpeza das roupas.

A mãe do aluno A relatou que: *“ Adorei lavar roupas com essa bola ecológica! O investimento inicial compensa o que vou economizar com sabão em pó, além de diminuir os impactos gerados pelo uso de sabão.”*

Aluno B: *“ Gostei. As roupas ficam limpas sem utilizar sabão em pó e a sua utilização é bastante simples e prática.”*

Aluno C: *“ Recomendei essas bolas para minha família, pois funciona mesmo! Aqueles que usaram também gostaram e pretendo continuar lavando roupas com ela. Só não consegui abrir mão do amaciante, pois deixa a roupa perfumada e com cheiro de limpeza.”*

Aluno D: *“ Apesar de deixar as roupas limpas, eu não gostei. Entendi que o sabão é prejudicial aos rios e lagos, mas não abro mão do cheiro de sabão em pó. Além disso, pra mim tem que fazer espuma para que a limpeza seja completa.”*

Aluno E: *“ Minha mãe disse que gostou e que vai utilizar sempre, mas que vai continuar usando amaciante para as roupas ficarem cheirosas.”*

Os relatos demonstram a eficiência das bolas ecológicas para lavagem de roupas. Apesar do aluno D ter relatado que não gostou, a opinião foi formulada baseada em percepções particulares e costumes que poderão ou não ser modificados ao longo do tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inserir temas que façam parte do cotidiano dos alunos tem por finalidade facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Essa inserção tem por objetivo, ampliar o estabelecimento de conexões entre os conceitos químicos com problemas e aspectos que façam parte do cotidiano dos aprendizes.

A abordagem do tema zeólitas utilizando-se da experimentação possibilita ao professor a apresentação e discussão de aspectos importantes da interface química/sociedade/ambiente.

O experimento “Eliminando o cheiro da urina de gatos” mostrou-se relevante para a compreensão dos conceitos químicos abordados, tornando a sua apropriação facilitada pela vivência dos alunos.

Essa prática mostrou que cada aluno tem uma percepção, ou seja, uma maneira de interpretar e de transcorrer informações que lhes são ministradas. Isso ficou evidente na maneira em que cada um escreveu sobre o tema, respondeu às perguntas.

Os alunos que fazem uso das bolas ecológicas para lavagem de roupas denotam a importância da discussão de problemáticas socioambientais nas salas de aula e como essas discussões contribuem para a formação crítica desses estudantes.

Assim, as contribuições vão além do processo de ensino-aprendizagem de conceitos químicos. O desenvolvimento de atitudes, valores e senso crítico relacionadas às questões socioambientais são relevantes para a formação do cidadão atuante, que articule seus conhecimentos acadêmicos em química para reflexão sobre os impactos gerados devido ao uso de determinada tecnologia/material na sociedade e no meio ambiente.

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.

BORGES, L. D. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de Brasília, Brasil, 2011.

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>.

FIGUEIREDO, R., *Catálise heterogênea*, Fund. Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1987.

GIANNETTO, G.; *Zeolitas: características, propiedades y aplicaciones industriales*, Editorial Innovación Tecnológica: Caracas, 1990.

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 acessado em maio de 2014.

GUINET, M.; RIBEIRO, F. R.; *Zeolitos: Um Nanomundo ao Serviço da Catálise*, Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2004.

http://en.wikipedia.org/wiki/Axel_Fredrik_Cronsted, acessado em abril de 2014.
IUPAC: Commission on colloid and surface chemistry including catalysis. *Pure Appl. Chem.* 1994, 66, 1739.

LUNA, J. F. *Modificação de zeólitas para uso em catálise*. *Química Nova*, Vol. 24, Nº6, 885, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422001000600027&script=sci_arttext>. Acesso em: junho 2014.

MACEDO, J. L. de, *Caracterização da acidez de zeólitas por métodos térmicos e espectroscópicos*. (Dissertação de Mestrado), Universidade de Brasília, Brasil, 2003.

MACEDO, J. L. de, *Preparação e caracterização de materiais com base zeolítica para aplicação em catálise*. (Tese de Doutorado), Universidade de Brasília, Brasil, 2007.

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>, acessado em junho de 2014.

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

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.

MÜLER, J. M., *Desenvolvimento de zeólitas por desaluminização para desidratação de alcoóis*. (Dissertação de Mestrado), Universidade de Brasília, Brasil, 2013.

MÜLLER, J. M., BORGES, L.D., MACEDO, J.L. de, *Ciência hoje*, nº 307, VOL. 52, 2013, p. 24-28)

OSÓRIO, V. K. L., OLIVEIRA, W. de; Polifosfatos em detergentes em pó comerciais. *Química Nova*, Vol. 24, n.5, 2001. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/publicacoes/quimicanova/qnol/2001/vol24n5/18.pdf>, acessado em julho de 2014.

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.

SIQUEIRA, R. M.; SILVA, W. S. da; JÚNIOR, L. C. F. *A recursividade no Ensino de Química: promoção de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo*. *Química Nova na Escola*, Vol. 33, Nº 4, novembro de 2011. Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_4/230-PE-8010.pdf acessado em junho 2014.

SOUSA, D. N. R. de. *Estudo sobre a síntese de zeólitas sodalíticas utilizando planejamento de experimentos*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2011.

APÊNDICES

Texto: Zeólitas

Você sabia que a palavra zeólita deriva do grego *zein* (ferver) e *lithos* (pedra), que significa pedra que ferve? (FIGUEIREDO, 1987).

Que em 1756 o mineral estilbita foi descoberto pelo mineralogista Cronstedt que constatou que esse mineral perdia água quando aquecido com a chama de um maçarico. (GUISNET; RIBEIRO, 2004).

Pois é...inicialmente, esses minerais eram utilizados apenas para ornamentação devido à sua beleza. (MACEDO, 2007).



Figura 1. Zeólita naturais encontradas em museus. À esquerda, zeólita natrolita e a direita heulandita. (MÜLLER, 2013, p. 3)

Mas, logo constataram que esses minerais apresentavam entre outras características elevada área superficial, seletividade de forma, reagentes, produtos e estado de transição devido aos canais e cavidades, capacidade de adsorção variando de espécies hidrofóbicas a hidrofílicas e tamanho dos poros compatíveis com a maioria das moléculas de matérias-primas utilizadas na indústria. (GIANNETTO, 1990; MACEDO, 2007; LUNA, 2001).

As zeólitas são formados pela combinação tridimensional de tetraedros TO_4 (T= Si, Al, B, Ga, Ge, Fe, P, Co, entre outros) unidos entre si por meio de átomos de oxigênio comuns. As Figuras 2 e 3 ilustram essa combinação.

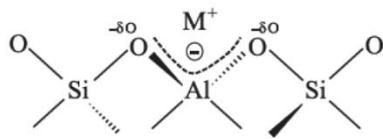


Figura 2. Estrutura simplificada de uma zeólita. (SOUSA, 2011, p. 4)

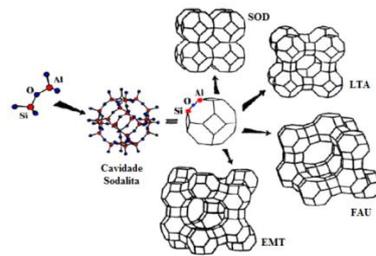


Figura 3. Construção de diversas estruturas a partir da sodalita. (SOUSA,2011,p.7)

Aplicações: desde o craqueamento e refino de petróleo a adsorção de compostos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente como, por exemplo, da remoção de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos presentes em água de torneira e lagos, substituição dos sais de fosfato em detergentes que são fontes causadoras da eutrofização de rios e lagos, tratamento de efluentes, bolas ecológicas para limpeza de roupas, etc.

A Figura 4 ilustra as bolas ecológicas para lavar de roupas.



Figura 4. Bola ecológica para limpeza de roupas. Imagens pesquisa site Google.

A utilização das bolas ecológicas em substituição ao uso de sabões e detergentes minimiza a deposição de íons fosfato em rios e lagos.

Vamos ao experimento: Eliminando o cheiro da urina de gatos?

Dessa forma, você conseguirá relacionar o que leu aqui com as aplicações das zeólitas no dia-a-dia.

