



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

JAYNNE DOS SANTOS MARTINS

**USO DE ZEÓLITA NA ABORDAGEM CTSA COMO TEMA CONTEXTUALIZADOR  
NO NOVO ENSINO MÉDIO**

SÃO LUÍS – MA

2023

JAYNNE DOS SANTOS MARTINS

**USO DE ZEÓLITA NA ABORDAGEM CTSA COMO TEMA CONTEXTUALIZADOR  
NO NOVO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao  
Curso de Química Licenciatura da  
Universidade Federal do Maranhão,  
para obtenção do grau de Licencia-  
tura em Química.

**Orientadora:** Profa. Dra. Ana  
Clécia Santos de Alcântara

São Luís - MA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo (a)  
autor (a). Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Martins, Jayne dos Santos.

USO DE ZEÓLITA NA ABORDAGEM CTSA COMO TEMA  
CONTEXTUALIZADOR NO NOVO ENSINO MÉDIO / Jayne dos Santos  
Martins. - 2023.

49 f.

Orientador(a): Ana Clécia Santos de Alcântara.

Monografia (Graduação) - Curso de Química, Universidade  
Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2023.

1. CTSA. 2. Novo Ensino Médio. 3. Zeólitas. I.  
Alcântara, Ana Clécia Santos de. II. Título.

JAYNNE DOS SANTOS MARTINS

**USO DE ZEÓLITA NA ABORDAGEM CTSA COMO TEMA CONTEXTUALIZADOR  
NO NOVO ENSINO MÉDIO**

Aprovada em: 21 de Julho de 2023

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Ana Clécia Santos de Alcântara (Orientadora)  
DEQUI – UFMA

---

Dra. Geysel Adriana Corrêa Ribeiro  
SEDUC – Cem Vicente Maia

---

Dra. Mayara Mondego Teixeira  
PPGQuim - UFMA

*À Deus e a minha família.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que com sua infinita bondade vem me abençoando e me dando forças para conquistar meus sonhos.

Em especial a minha mãe, Nivia Maria Coelho, meu pai Jaimes Martins, e minhas irmãs Jaylla Martins e Layne Martins, não seria nada sem vocês.

À Natanael Sousa, por todo apoio nos momentos mais difíceis, que me incentivou durante todo o curso, você contribuiu grandemente com essa conquista.

A minha orientadora, Ana Clécia Alcântara, por sua dedicação, seu esforço, companheirismo e paciência, você faz parte da minha conquista.

Aos meus professores da UFMA, que me apoiaram e contribuíam grandemente com meu desenvolvimento intelectual, em especial ao professor Cícero Bezerra pela ajuda com meu trabalho de conclusão.

Ao laboratório Bionanos, quero agradecer a todos os membros, em especial a Fernanda, Elaine, Mayara, Vanessa, Pedro, Rebecca pelo companheirismo e os cafés.

Aos meus amigos da UFMA, em especial a Wanessa Escórcio por todo apoio e por estar ao meu lado nos momentos de dificuldade, com você a caminhada ficou mais fácil.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente durante a minha formação.

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas  
criar as possibilidades para a sua própria produção ou  
a sua construção.”*

*Paulo Freire*

## RESUMO

Com a implantação do Novo ensino Médio no Brasil, surgiu a necessidade de novos métodos para trabalhar o ensino de química e a parte diversificada do currículo, que tem como foco discorrer sobre tratamento didático juntamente a temática da realidade em que rodeia os alunos, ou seja, trazer uma relação teórica e prática de ensino. Portanto, apresenta-se uma metodologia de contextualização organizada que relaciona as zeólitas e suas características especiais de material microporoso e suas aplicações diversas em conjunto com alguns conteúdos didáticos de química trabalhados no ensino médio, tais como elementos químicos, tabela periódica, ligações químicas, geometria molecular e forças intermoleculares. Essa metodologia foi aplicada em uma escola de ensino médio, na 1<sup>o</sup> série, os dados foram medidos através de avaliações quantitativas e qualitativas de modo que se obteve-se um resultado satisfatório dessa metodologia, onde os alunos apresentaram uma visão diferenciada e interesse em relação aos conteúdos trabalhados em química quando tentavam elucidar dúvidas sobre as características da própria zeólita relacionando facilmente a sua estrutura com as ligações químicas e geometria. Nessa perspectiva, este estudo traz uma metodologia de ensino e propostas de experimentos a serem trabalhados com materiais alternativos, onde será usado materiais zeolíticos, aluminossilicatos cristalinos, suas inúmeras aplicações e as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) para contextualizar o ensino da ciência, desenvolvendo com os alunos conhecimento científico e associando-os a prática cotidiana.

**Palavras-chave:** Zeólitas, CTSA, Novo Ensino Médio

## **Abstract**

With the implementation of the New High School in Brazil, the need for new methods to work on the teaching of chemistry and the diverse part of the curriculum has arisen, which focuses on discussing the didactic treatment along with the theme of the reality that surrounds students, in other words, bring a theoretical and practical relationship of teaching. Therefore, we present an organized contextualization methodology that relates zeolites and their special characteristics as a microporous material and their diverse applications in conjunction with some chemistry teaching contents worked in high school, such as chemical elements, the periodic table, chemical bonds, molecular geometry, intermolecular forces, and others. This methodology was applied in a high school, in the 1st grade. The data were measured through quantitative and qualitative evaluations so that a satisfactory result of this methodology was obtained, where students showed a differentiated view and interest in relation to the contents worked on in chemistry when they tried to clarify doubts about the characteristics of zeolite itself, easily relating its structure with chemical bonds, geometry, and others. With that in mind, this study brings a teaching methodology and proposals for experiments to be worked with alternative materials, where zeolitic materials will be used, crystalline aluminosilicates, their numerous applications and the relate between Science, Technology, Society and Environment (CTSA) to contextualize the teaching of science, developing scientific knowledge with students and associating them to practice.

## I - Listas de Figuras

Figura 1 - Como está organizado o Novo Ensino Médio segundo a BNCC.....	17
Figura 2 – (a) Cristais em forma de agulha da zeólita Natrolita, pode ser encontrada em basaltos do Reino Unido e figura (b) Zeólita Heulandita geralmente achada na Escócia.....	22
Figura 3 - Mapa de São Luís, com localização do bairro Anjo da Guarda.....	35
Figura 4 - Estrutura da zeólita que os alunos fizeram.....	38
Figura 5 - Imagem dos gráficos para visualização dos resultados.....	42

## **II - Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Resumo dos marcos históricos das zeólita.

Tabela 2 - Materiais utilizados no experimento 01.

Tabela 3 - Materiais utilizados no experimento 02.

Tabela 4 - Materiais utilizados no experimento 03.

Tabela 5 - Materiais utilizados no experimento 04.

Tabela 6 - Questionário aplicado ao fim dos experimentos.

Tabela 7: Organização dos resultados dos questionários

### **III - Lista de Siglas**

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCN+ - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Novo Ensino Médio .....	16
1.2 O ensino da Química no Novo Ensino.....	18
1.3 Movimento CTSA .....	19
1.4 O estudo das zeólitas.....	21
2. OBJETIVO.....	24
2.1 Objetivos Geral: .....	24
2.2 Objetivos específicos: .....	24
3. METODOLOGIA .....	25
3.1 Pesquisa Bibliográfica .....	25
3.2 Elaboração dos roteiros de prática .....	26
3.3 Aplicação dos experimentos em sala de aula.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1 As Zeólitas como parte do conteúdo .....	36
4.2 Os experimentos .....	37
4.3 Comportamento da turma .....	39
4.4 Dos Questionários e Avaliação .....	40
5. CONCLUSÃO .....	43
REFERÊNCIAS .....	44
ANEXOS.....	47

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pais, alunos, professores e coordenação vêm se adaptando a nova estrutura estabelecida pela Lei nº 13.415/2017, responsável por ajustes na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional que trouxe uma série de alterações ao “Novo Ensino Médio”, como é conhecido esse novo modelo de ensino. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a atual matriz curricular é composta por dois grupos, onde o primeiro traz os componentes tradicionais, e o segundo é composto por Itinerários Formativos. Os Itinerários Formativos voltados para ciências da natureza e suas tecnologias, visa o aprofundamento de conhecimentos estruturantes para que os alunos possam trabalhar com diferentes conceitos voltados para os contextos sociais e de trabalho, esses também possibilitam a construção de conhecimentos científicos que permitem os alunos investigar, analisar, discutir situações-problemas em seus meios sociais (Ministério da Educação, 2021).

A proposta de construção de conhecimentos científicos e pensamentos críticos e reflexivos na sociedade, é de suma importância visto que a escola é dada como um dos principais locais de formação humana (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007). Chiaro (2017), relata como o ensino voltado para reflexões sobre questões tecnológicas e científicas relacionadas com seu meio, social e natural, vem tornando-se alvo de discussões entre educadores e psicólogos e como a inserção do movimento CTS/CTSA Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, pode ser importante.

O movimento CTSA é considerado uma das áreas capazes de trabalhar essa perspectiva com os alunos, visto que ele permite a formação de discussões e debates focados na ciência junto a tecnologia e as possíveis consequências na sociedade contemporânea e no ambiente (RICARDO, 2007). Como o crescimento dos estudos de nanoestruturas dentro do campo científico vem se intensificando cada vez mais, como o estudo das nanoestruturas de carbono (JUSTINO, 2013), zeólitas (ALCÂNTARA, 2015; FRANCO, 2015; FUNGARO, SILVA, 2002) e entre outras, e suas diversas aplicações no nosso dia a dia estão cada vez mais presentes na sociedade, acaba por se tornar um assunto que pode ser usado em um contexto amplo, com enfoque em CTSA.

Considerando o panorama descrito e tendo em vista as dificuldades com que os professores vêm enfrentando, como a elaboração de materiais que possam ser

trabalhadas para formação de itinerários formativos, este trabalho visa o uso de nanomateriais, especificamente o uso de materiais zeolíticos, com enfoque na abordagem CTSA como tema contextualizador no Novo Ensino Médio, buscando aprimorar o ensino da química, voltado para o conhecimento científico a suas aplicabilidades no cotidiano, sobre as recomendações apontadas nos documentos nacionais voltados para a prática docente no ensino.

## 1.1 Novo Ensino Médio

O Ensino Médio no Brasil já passou pelas mais diversas mudanças, sempre tentando se adequar às necessidades dos alunos, desde a sua universalização, que regulamentou essa etapa como parte da educação básica em 1996 garantida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – Lei nº 9.394/96). A partir da década de 80 as propostas políticas públicas sugeridas começaram a serem voltadas às necessidades impostas pelo mercado de trabalho (CARDOZO, 2018). Em consequência disso, a evasão e a repetência começaram a ser problemas corriqueiros, já que os alunos não viam mais necessidade de ir à escola, gerando a necessidade de nova adequação do sistema (GOMES, 2004).

Então, além de tornar essa etapa do ensino básica acessível, é de extrema importância garantir a permanência e aprendizagem dos alunos. A BNCC discorre sobre como a aceitação da diversidade da juventude nas escolas pode ajudar nesse processo, garantindo que os estudantes sejam protagonistas de seu próprio processo de escolarização, assim os alunos terão a possibilidade de definir seu projeto de vida com base nas suas diversidades, dificuldades, afinidades e entre outras influências. Além disso, a BNCC relata que

Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção [...] abrindo-se criativamente para o novo. (BRASIL, 2018, p. 463)

Com intuito de atender a essas novas necessidades, a matriz curricular do ensino médio, que é baseada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), passou por recentes mudanças voltadas para as diretrizes estabelecidas na lei nº 13.415/2017. Entre as alterações tem-se na ampliação da carga mínima, para três mil horas durante os 3 anos, e na composição do currículo do ensino médio, que agora passará a ser composto pela formação geral básica previstas na BNCC, que corresponde as áreas tradicionais já trabalhadas e também por Itinerários Formativos que consiste na parte diversificada, que são trabalhadas em conjunto.

Os Itinerários Formativos no Novo Ensino Médio (BRASIL, 2018) consistem na inserção de diversas atividades, projetos entre outros, que são oferecidos pelas instituições e redes de ensino que tem autonomia para definir, com base no cotidiano dos alunos. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), os Itinerários Formativos baseiam-se no aprofundamento das áreas de conhecimentos acadêmicos que são organizados de maneira a seguir os arranjos curriculares da BNCC (figura 1), sempre pensando na preparação dos alunos para a continuidade dos seus estudos e para o trabalho, visando também na contribuição destes na solução de problemas na sociedade. A BNCC ainda reforça que

Os itinerários formativos – estratégicos para a flexibilização da organização curricular do Ensino Médio, pois possibilitam opções de escolha aos estudantes – podem ser estruturados com foco em uma área do conhecimento, na formação técnica e profissional ou, também, na mobilização de competências e habilidades de diferentes áreas (BRASIL, 2018, p. 477)

**Figura 1** – Organização do Novo Ensino Médio segundo a BNCC.



Fonte: BRASIL, 2018, p.467

Dentro desse cenário, temos o surgimento de vários projetos compondo a parte diversificada do currículo, com finalidade dar tratamento didático ao cotidiano dos alunos tendo em vista os problemas reais que circulam a comunidade escolar,

ampliando assim, os conhecimentos acadêmicos em várias áreas, uma forma de conectar a escola com o mundo. Os projetos voltados para ciências da natureza buscam trabalhar as habilidades e competências previstas na BNCC, incentivando os alunos a desenvolverem práticas como análise de fenômenos, investigação de situações ou até mesmo procedimentos que possam ajudar na detecção ou resolução de problemas cotidianos.

## 1.2 O ensino da Química no Novo Ensino

O surgimento da Química veio de um longo processo, até mesmo de antes da alquimia, com os metalúrgicos, ferreiros, com os egípcios no processo de fabricações de materiais e no ritual de mumificação, com os gregos e muitos outros. E apesar de já existir vários conhecimentos práticos nessa área, os historiadores consideram que a química só passou ao patamar de ciência em meados do século XVII, em razão do químico e físico Irlandês Robert Boyle com o uso do seu método científico, e com o francês Antoine-Laurent Lavoisier, considerado o pai da Química Moderna, que constituiu a química como disciplina científica (CARNEIRO, 2006).

Atualmente é no Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que iniciasse o processo de ensino da Química. Esta é a ciência responsável pelo estudo da matéria, dos elementos que a compõe e as suas transformações. Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)

A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002, p.87)

O ensino da Química, diferente do citado, insiste continuamente em basear-se num estudo metódico por conta da falta de contextualização adequada dos conteúdos escolares. Pode-se dizer que esse problema é um dos maiores desafios do ensino dessa ciência no ensino médio, a construção de um saber que não vai muito além do teórico (SCHNETZLER, 2004). A maioria dos professores tem a grande preocupação de cumprir com os conteúdos programáticos nos quais são obrigados a passar,

e dessa maneira os alunos são “ensinados”, mas a prática é de suma importância para desempenho dos alunos, práticas essas que aliadas aos conhecimentos prévios dos alunos e a realidade em que ele vive contribuirá com o sentido das informações que lhes foram passadas.

O Novo Ensino médio visa justamente essa interação, entre o estudo teórico e o meio em que o aluno está inserido e a Química, por ser uma ciência que trabalha com a observação dos problemas ou fenômenos que ocorrem na sociedade e no ambiente que nos rodeiam em busca de métodos para solucioná-los ou entendê-los através de pesquisas ou desenvolvimentos de tecnologias. A Química mostra-se muito promissora nesse quesito já que os conteúdos presentes na disciplina são todos voltados para entendermos o funcionamento do universo. A PCN+ diz ainda que

A aprendizagem de química, [...] enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões. [...] Não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las. (BRASIL, 2002 p. 88 e 93)

### **1.3 Movimento CTSA**

São vários os desafios que a educação básica vem enfrentando, principalmente com a falta de contextualização dos conteúdos voltados para ciência, em consequência disso o conteúdo mecânico passado aos alunos interfere na formação de um indivíduo crítico. Pensando nisso a BNCC propõe que seja discutido o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente com os alunos, de modo que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões diante desses temas e explorem situações-problemas envolvendo a melhoria da qualidade de vida.

Essa perspectiva já vem sendo amplamente discutida desde o século passado no Brasil, por volta de 1960, e era conhecida por meio do movimento Ciência, Tecnologia e sociedade (CTS), tendo como objetivo apresentar para a sociedade a

necessidade e a importância de os indivíduos participarem de forma crítica diante das discussões e decisões advindas dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos assim como a suas consequências na sociedade (SOUSA; BEZERRA et al., 2019).

Para o âmbito da educação o movimento foi inserido voltado para as mais diversas intenções, sempre de acordo com a necessidade de cada lugar. Pensando nisso, o termo foi alterado para Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), onde ambiente está voltado para as questões ambientais de cada região (SANTOS; VILCHES; BRITO, 2016).

O movimento CTSA vem tendo um grande crescimento no campo educacional nos últimos anos, principalmente após a inserção desse no novo ensino médio. O surgimento desse movimento se dá a partir da necessidade de um ensino que relacione o contexto científicos e tecnológico com o contexto social, essa relação pode ser a possibilidade de os alunos tornarem-se indivíduos capazes de avaliar, jogar, questionar e criticar situações ou relações sociais e ambientais advindas das consequências de desenvolvimentos científicos e tecnológicos (FIRME; AMARAL, 2011).

Nascimento e Linsingen, 2006, apresentam em seu artigo como, através dos principais objetivos e proposições do enfoque educacional CTS/CTSA e da filosofia educacional de Paulo Freire, podem estabelecer bases que colaborem para o ensino da ciência na escola. Em suas concepções as duas vertentes andam lado a lado de modo que

Tanto o enfoque CTS quanto o método de investigação temática proposto por Freire rompem com o tradicionalismo curricular do ensino de ciências uma vez que a seleção de conteúdos se dá a partir da identificação de temas que contemplem situações cotidianas dos educandos. Este tipo de abordagem temática é comum ao método freiriano, conforme comentado anteriormente, e às abordagens CTS. (Nascimento; Linsingen, 2006)

Em muitos trabalhos publicados, os autores acreditam na importante contribuição que o enfoque CTSA pode trazer para com o ensino da ciência por essa trazer uma melhor contextualização aos conteúdos vinculados a educação básica, e mostrar como esses podem ser vinculados ao cotidiano dos alunos, trabalhando o senso crítico e reflexivo dos alunos (AULER, 2006; Teixeira, 2003; SILVA, 2015; CHIARO et al., 2017). Desse modo, pode-se dizer que o enfoque CTSA, mostra-se muito

promissor para o presente estudo, pois o mesmo visa aproximar os alunos do desenvolvimento tecnológico e científico, e o modo que esses âmbitos serão usados para resolver problemas sociais e ambientais.

#### **1.4 O estudo das zeólitas**

Atualmente existem muitos estudos relacionados ao uso de argilominerais, nanocompósitos e materiais híbridos com as mais diversas propriedades e aplicações no nosso cotidiano. Nesse cenário, os materiais zeolíticos vêm sendo amplamente estudados para as mais diversas aplicações, estas que tem origem tanto natural como sintética são importantes catalisadores em processos industriais de refino de petróleo, química, e petroquímica, como também para controle ambiental (GRECCO, RANGEL 2013).

As Zeólitas foram reconhecidas pela primeira vez 1756 pelo sueco Baron Axel Frederick Consted com a descoberta da stilbita, esse nome deriva do grego (zéo = ferve e líthos = pedra) e estas são aluminossilicatos cristalinos com uma estrutura de rede tridimensional estendida, construída por unidades tetraédricas  $TO_4$  ( $T = Si, Al$ ) contendo poros e dimensões moleculares (LOPEZ, 2011). Esses materiais possuem uma gama de aplicabilidades que estão relacionadas às propriedades físico-químicas que podem ser controladas no período de sua preparação, visando uma aplicação específica. (HERNÁNDEZ, 2021).

Por séculos as Zeólitas ficaram conhecidas particularmente por sua beleza (figura 2a e 2b) e por isso eram utilizadas apenas em exposições em museus ou para ornamentação. As outras propriedades desse material, como a capacidade adsortiva, só foram reconhecidas em 1920 com o aumento dos estudos da relação entre porosidade e seletividade. Nesse período, Weigel e Steinhoff, após vários estudos, observaram que as zeólitas selecionavam as substâncias de acordo com sua dimensão e, McBain, 1932 conceituou esse comportamento como “peneira molecular” para caracterizar materiais, como as zeólitas, que apresentassem essa particularidade (MÜLLER, 2013).

**Figura 2 – Zeólitas Naturais.**

(a) - Cristais em forma de agulha da zeólita Natrolita, pode ser encontrada em basaltos do Reino Unido.



Fonte: MÜLLER, 2013, p. 3

(b) - Zeólita Heulandita geralmente achada na Escócia.



Fonte: Disponível em: <https://www.foro-minerales.com/forum/>

Ao decorrer dos anos, como podemos observar na tabela 1, os avanços das descobertas das zeólitas prosseguiu de modo que várias características estruturais vantajosas foram sendo descobertas nos materiais zeolíticos, estes possuem propriedades única que os tornam essenciais em várias aplicações industriais, tais como, área superficial específica elevada, dimensões moleculares de poros, canais e cavidades, capacidade de adsorção elevada, facilidade na separação de reagentes e entre outras (LUNA, 2001).

**Tabela 1 - Resumo dos marcos históricos das zeólitas.**

<i>Datas</i>	<i>Marcos Históricos</i>
<b>1756</b>	Cronstedt: as zeólitas naturais;
<b>1840</b>	Damour: observou a desidratação reversível das zeólitas;
<b>1858</b>	Eichhorn: reportou as propriedades de troca iônica;
<b>1896</b>	Friedel: propôs uma estrutura aberta e esponjosa para as zeólitas ao observar sorção de líquidos orgânicos;

<b>1909</b>	Grandjean: reportou a sorção de gases (NH <sub>3</sub> , Ar e H <sub>2</sub> );
<b>1925</b>	Weigel e Steinhoff: observaram o efeito de peneira molecular na chabazita;
<b>1930</b>	Taylor e Pauling: fizeram a primeira descrição estrutural das zeólitas analcima e natrolita;
<b>1932</b>	McBain: introdução do conceito de peneira molecular;
<b>1932 - 1940</b>	Barrer e Sameshima: realizaram trabalhos pioneiros em síntese, adsorção, troca iônica e desidratação;
<b>1948 - 1954</b>	Milton e Breck: descoberta e síntese das zeólitas A, X e Y;
<b>1954</b>	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);
<b>1955 - 1962</b>	Mobil S.A.: comercializou a zeólita X com terras raras para catálise no craqueamento e sintetiza zeólitas com cátions orgânicos;
<b>1962 – 1980</b>	Mobil S.A. e Union Carbide: síntese de zeólitas com alto teor de sílica (MFI e BEA) e aplicação na conversão de metanol em gasolina (1970, comercializado na Nova Zelândia em 1986), dewaxing (1981) e isomerização de xilenos (1974);
<b>1968</b>	Foi descoberta a seletividade de forma;
<b>1980</b>	Pós-síntese (desaluminização e substituição isomórfica);
<b>1985</b>	Mobil S.A: conversão de metanol em gasolina usando a zeólita ZSM-5;
<b>1994 - 1998</b>	Corma: zeólitas nanocristalinas.

Fonte: MULLER, 2013, p. 5

Como citado anteriormente as zeólitas fazem parte de um grupo de aluminossilicalos, que quer dizer que as estruturas desses materiais é composta principalmente por uma proporção importante de Silício /Alumínio. Nas aulas de química normalmente usa-se o carbono para os mais diversos exemplos, no entanto, na mesma família (4A) tem-se o silício, elemento de característica tetravalente, sendo o segundo mais abundante da crosta terrestre. As zeólitas são amplamente estudadas para tratamentos de poluentes no meio ambiente (ALCANTARA, 2015; FUNGARO, 2002; CARVALHO, 2010), e podem estar presentes em nosso dia a dia. Tendo isso em mente, este trabalho visa levar o estudo de química, empregando as zeólitas como tema contextualizador.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivos Geral:**

Propor metodologias experimentais para o uso de Zeólitas como tema contextualizador na abordagem CTSA em turmas do Ensino médio que estão se adaptando ao novo modelo de ensino.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Realizar levantamento bibliográfico em trabalhos que envolvam uso de zeólitas, movimento CTSA e novo ensino médio;
- Desenvolver propostas de aula, exercícios e avaliações;
- Elaborar propostas de experimentos com Zeólitas;
- Realizar experimentos, que envolvam zeólitas, com alunos de ensino médio;
- Ajudar os alunos a relacionar conteúdo dos seus livros com problemas comuns na sua sociedade ou meio ambiente de suas cidades;

### 3. METODOLOGIA

No desenvolvimento do trabalho buscou-se seguir uma linha construtiva, considerando que o papel do professor deve ser o de monitorar o crescimento cognitivo e o amadurecimento do aluno, contribuindo para a construção pessoal do mesmo. Todo o material experimental foi desenvolvido para que professores de modo geral utilizassem.

As etapas elaboradas para o desenvolvimento deste trabalho contaram com a disponibilidade dos seguintes materiais e recursos:

- Material didático, como livros, sites, vídeos – aulas;
- Materiais alternativos para aplicação dos experimentos;
- Uso de materiais de análises (como fita de pH) que podem ser encontrados comercialmente.

A produção das práticas experimentais consiste nas etapas seguintes: pesquisa bibliográfica, elaboração dos roteiros de prática, e aplicação dos experimentos em sala de aula.

#### 3.1 Pesquisa Bibliográfica

Inicialmente, procedeu-se um criterioso levantamento bibliográfico em documentos e sites de órgãos públicos, assim como em artigos disponíveis no Portal Periódicos CAPES/Cafe (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - CAPES) e no Google acadêmico.

Na pesquisa bibliográfica realizada durante a elaboração deste trabalho focou-se:

- Primeiramente, em analisar a nova forma de ensino no Brasil, buscando informações detalhadas acerca de como deve-se trabalhar na área de ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio, quais as principais competências e habilidades a serem seguidas, para isso buscou-se os documentos atualizados voltados para educação básica no Brasil, disponibilizados pelo Ministério da Educação.
- Em seguida, a busca foi voltada para trabalhos já produzidos focados em Zeólitas, CTSA e o ensino de química ou áreas afins.

- E por fim, foi feito um levantamento de dados, disponibilizados na internet, focados nos conteúdos abordados e suas relações com o ensino de química nas escolas, verificando seus métodos, modos de abordagens para estabelecer uma melhor maneira de aplicação do material e desenvolvimento em sala de aula.

### **3.2 Elaboração dos roteiros de prática**

A seleção e elaboração dos conteúdos didáticos que foram trabalhados nos roteiros de práticas foram realizadas com ênfase em alguns assuntos de maior incidência nas aulas de química em escolas públicas. Os roteiros foram produzidos para que os professores e alunos usem como guia para realização dos experimentos.

Dessa maneira, os roteiros não abrangem todos os conteúdos da matéria de química exigidos no ensino médio segundo a PCN's, mas atinge os seguintes listados:

- Propriedades da Matéria;
- Separação de Misturas;
- Ligação Química;
- Forças Intermoleculares.

O desenvolvimento dos roteiros foi realizado com base em pesquisas realizadas na internet e com conteúdo, de livre acesso, que os professores possam buscar para se aprofundar ao assunto, também foi criado um material de apoio onde os alunos poderiam aprender mais sobre as zeólitas. O que foi realizado neste trabalho pode ser descrito como a utilização de um meio de ensino já existente e de pouca aplicabilidade no ensino médio de escolas públicas, com a finalidade de aprimorar o ensino da química.

---

## EXPERIMENTO – 01

---

**Título:** Propriedades da Matéria

**Objetivo:** Identificar as propriedades das zeólitas.

**Fundamentação Teórica:**

As Zeólitas são aluminossilicatos cristalinos que englobam um grande número de minerais naturais e sintéticos que apresentam características comuns, esse material é amplamente usado em nosso dia a dia e altamente estudados para tratamentos de poluentes no meio ambiente, as Zeólitas foram reconhecidas pela primeira vez em 1756 pelo mineralogista Frederick Consted e desde então a busca pelas aplicabilidades desse material apenas aumenta<sup>1</sup>.

Existem várias maneiras de identificação de uma substância e umas das mais usadas é o estudo das propriedades, podendo elas serem físicas, químicas e organolépticas (aquelas que podem ser facilmente percebidas pelos nossos sentidos). Conhecer as propriedades de uma substâncias é muito importante para conseguir identificá-la, compreender suas aplicabilidades, os problemas que podem causar a sociedade ou ambiente e entre outras características. As pesquisas voltadas para as propriedades dos materiais zeolíticos duraram várias décadas até que compreendessem o potencial de utilização desses em diversos processos<sup>2</sup>.

**Materiais e Reagentes:**

**Tabela 2:** Materiais utilizados no experimento 01.

<b>Materiais e Reagentes</b>	<b>Local de aquisição</b>
Zeólita comercial	Comércio Local
Fita de pH	Comércio Local
Luvas	Comércio Local
Béquer	Comércio Local
Bastão (canudo)	Comércio Local

Fonte: Autoria própria

---

<sup>1</sup> Luz, Adão Benvindo da. Zeólitas: propriedades e usos industriais/Adão Benvindo da Luz – Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995.

<sup>2</sup> BATISTA, Carolina. Propriedades da Matéria. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.toda-materia.com.br/propriedades-da-materia/>. Acesso em: 9 jun. 2023

**Procedimento Experimental:**

1. Inicialmente, com luvas, manuseie as zeólitas com intuito de observar as propriedades organolépticas da matéria;
2. Em seguida, coloque o material em um béquer, acrescente 50mL de água e com ajuda de um bastão misture a solução;
3. Com a fita de pH, meça o pH da solução;
4. Logo após, transfira a solução para um outro béquer de maneira que consiga visualizar a viscosidade da suspensão formada.

**Questionário:**

1. Quais propriedades seu grupo conseguiu observar durante os experimentos?
2. Cite outras propriedades que poderiam ser encontradas?
3. Descreva as propriedades organolépticas que observaram.
4. Cite algumas aplicações das Zeólitas que são possíveis graças as suas propriedades.

---

## EXPERIMENTO – 02

---

**Título:** Ligações Químicas

**Objetivo:** Construir estrutura de uma Zeólita com materiais alternativos e identificar tipos de ligação química, ângulos e geometria.

**Fundamentação Teórica:**

As ligações químicas desempenham um papel crucial na formação e estabilidade das substâncias químicas. Compreender a natureza dessas ligações é essencial para explicar as propriedades e comportamentos das substâncias em diversas áreas científicas. Dentre os principais tipos de ligações químicas, destacam-se as ligações iônicas, covalentes e metálicas. A ligação iônica ocorre quando há transferência completa de elétrons de um átomo para outro, resultando em íons de cargas opostas que se atraem e formam uma ligação <sup>1</sup>.

A ligação covalente, por sua vez, se forma quando dois átomos compartilham elétrons. A intensidade do compartilhamento depende das eletronegatividades dos átomos envolvidos <sup>2</sup>. Já a ligação metálica ocorre entre átomos de metais, nos quais elétrons de valência são compartilhados entre todos os átomos, criando uma "nuvem" de elétrons deslocalizados. Isso confere aos metais características únicas, como condutividade elétrica e térmica.

As teorias sobre ligações químicas têm sido desenvolvidas por renomados cientistas. Linus Pauling, em sua obra "A Natureza das Ligações Químicas", apresenta uma abordagem teórica abrangente sobre o tema.<sup>3</sup> Ele também introduziu o conceito de eletronegatividade, que auxilia na compreensão das diferenças de eletronegatividade entre átomos e sua influência nas ligações covalentes.

**Materiais e Reagentes:**

---

<sup>1</sup> Pauling, L. (1939). The Nature of the Chemical Bond. Chemical Reviews, 11(1), 1-8.

<sup>2</sup> Pauling, L. (1960). The Nature of the Chemical Bond: An Introduction to Modern Structural Chemistry. W. H. Freeman and Company.

<sup>3</sup> Pauling, L. (1939). The Nature of the Chemical Bond. Chemical Reviews, 11(1), 1-8.

**Tabela 3:** Materiais utilizados no experimento 02.

<b>Materiais e Reagentes</b>	<b>Local de aquisição</b>
Luvas	Comercio Local
Doce (jujuba)	Comercio Local
Palitos de dente	Comercio Local

Fonte: Autoria própria

**Procedimento Experimental:**

1. Inicialmente, deve-se buscar um modelo de uma das inúmeras Zeólitas sintéticas;
2. Em seguida, com base nessa estrutura, usar as jujubas como átomos e os palitos de dentes como ligações;
3. Cada membro do grupo será responsável por produzir um monômero;
4. Ao final os monômeros devem-se unir de maneira que consigam montar a estrutura completa.

**Questionário:**

1. Você conseguiu construir a estrutura de uma Zeólita, como isso ajudou a compreender mais sobre os ângulos das ligações?
  
2. Foi possível observar os poros das Zeólitas formados?

---

## EXPERIMENTO – 03

---

**Título:** Zeólita no Cotidiano

**Objetivo:** Comparar a adsorção de amônia, presente na urina de gato, na areia comum e na composta por zeólita.

**Fundamentação Teórica:**

A adsorção é um fenômeno de grande relevância na área da química e engenharia química, e as zeólitas têm se destacado como materiais adsorventes altamente eficientes<sup>1</sup>. A sua arquitetura porosa confere propriedades únicas, tornando-as amplamente utilizadas em diversos processos de adsorção.

Esses processos ocorrem através da interação entre as moléculas presentes no meio líquido ou gasoso e a superfície porosa da zeólita. As moléculas adsorvidas são seletivamente retidas nos poros da zeólita, devido a forças intermoleculares como Van der Waals, pontes de hidrogênio ou interações eletrostáticas<sup>2</sup>.

As forças intermoleculares desempenham um papel essencial nas propriedades físicas e comportamento das substâncias. São interações que ocorrem entre moléculas e influenciam propriedades como ponto de ebulição, ponto de fusão, solubilidade e viscosidade. Dentre as principais forças intermoleculares, destacam-se as forças de dipolo-dipolo, as forças de dispersão de London e as pontes de hidrogênio<sup>3</sup>.

**Materiais e Reagentes:**

---

<sup>1</sup> Nguyen, H. P., Do, H. T. T., Nguyen, T. T., Do, T. O., & Mai, T. N. (2020). Synthesis of a hierarchical zeolite using cellulose nanocrystals for toluene removal from water. *Microporous and Mesoporous Materials*, 305, 110354.

<sup>2</sup> Liu, Y., Song, H., Wang, Y., Li, F., Zhang, C., & Xing, W. (2018). Metal-organic frameworks and their derivatives for heavy metal removal: A review. *Chemical Engineering Journal*, 348, 145-163.

<sup>3</sup> Petrucci, R. H., et al. (2016). *Introdução à Química*. Pearson.

**Tabela 4:** Materiais utilizados no experimento 04.

<b>Materiais e Reagentes</b>	<b>Local de aquisição</b>
Zeólita Comercial	Comércio Local
Amoníaco	Comércio Local
Areia de Gato	Comércio Local
Luvas	Comércio Local
Copos descartáveis	Comércio Local
Espátulas	Comércio Local
Algodão	Comércio Local

Fonte: Autoria própria

**Procedimento Experimental:**

1. Com luvas nas mãos, pegue duas porções de algodão, coloque-o uma em cada copo e aplique algumas gotas de amoníaco sobre;
2. Em seguida, aproxime seu nariz dos copos e sinta o odor;
3. Em um dos copos coloque areia comum e cheire;
4. No outro coloque Zeólita e cheire.

**Questionário:**

1. O cheiro de amoníaco vindo dos copos, você conseguiu observar alguma diferença?
2. Em qual copo o cheiro ficou mais fraco?
3. Você acha que as indústrias podem desenvolver tecnologias voltadas a esse experimento?

---

## EXPERIMENTO – 04

---

**Título:** Separação de Misturas, Poluição Ambiental.

**Objetivo:** Compreender a utilização de pigmentos em indústrias e as consequências dos descartes inadequados e realizar separação de mistura (corantes e água) homogênea com o uso da zeólita.

**Fundamentação Teórica:**

A separação de misturas é o processo utilizado para separar duas ou mais substâncias e isolar o componente de interesse, esta é uma área crucial para mitigar os impactos da poluição ambiental, a capacidade de separar diferentes componentes presentes em misturas é fundamental para tratar e minimizar a contaminação de solos, água e ar. Existem diversas técnicas de separação, como destilação, filtração, centrifugação, adsorção e extração <sup>1</sup>.

A poluição ambiental, por sua vez, é um problema complexo e multifacetado, envolvendo a introdução de substâncias indesejáveis no meio ambiente. E as Zeólitas são muito empregadas em processos de separação de misturas desempenhando um papel importante no tratamento e remediação dessas substâncias, auxiliando na redução da poluição ambiental <sup>2</sup>.

O processo de adsorção das zeólitas é um fenômeno de grande importância e aplicabilidade elas com suas estruturas porosas altamente seletiva e área superficial elevada, demonstram ser materiais adsorventes eficientes em uma ampla gama de aplicações como em processos de purificação e separação que podem ser usados para amenizar a poluição <sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Scott, R. P. W. (2013). Introduction to Separation Science. John Wiley & Sons.

<sup>2</sup> Khan, S. A., et al. (2016). Separation Techniques in Environmental Pollution Monitoring and Control. In Environmental Remediation Technologies for Metal-Contaminated Soils (pp. 35-52). Springer.

<sup>3</sup> Melo, D. Q., Araújo, O. Q. F., & Nascimento, R. F. (2021). Zeolites in wastewater treatment: applications, challenges, and perspectives. Environmental Science and Pollution Research, 28(3), 2454-2473

**Materiais e Reagentes:****Tabela 5:** Materiais utilizados no experimento 05.

<b>Materiais e Reagentes</b>	<b>Local de aquisição</b>
Zeólita Comercial	Comercio Local
Copo descartável	Comercio Local
Água	Local
Corante Rodamina B	Laboratório
Corante Índigo Carmine	Laboratório
Luvas	Comércio Local
Espátula	Comércio Local
Papel alumínio	Comércio Local

Fonte: Autoria própria

**Procedimento Experimental:**

1. Pegue um copo descartável, adicione 50 mL de água e algumas gotas de um dos corantes, homogeneíze;
2. Com o auxílio de uma espátula coloque, pegue uma pequena porção da zeólita e coloque-a no copo, e misture;
3. Cubra o copo com papel alumínio para evitar luz, e deixe em um local reservado;
4. Na próxima aula observe o que ocorreu.

**Questionário:**

1. O que você observou?
2. Qual coloração da água?
3. Qual a coloração da zeólita?

### 3.3 Aplicação dos experimentos em sala de aula.

No que faz respeito ao desenvolvimento das atividades, foram aplicadas em uma escola pública Centro de Ensino Japiiaçu localizada no bairro Anjo da Guarda na cidade de São Luís – Ma (Figura 4), com turmas do 1º ano do Ensino Médio do turno vespertino. As turmas eram compostas no total por 70 alunos, com faixa etária de 15 a 17 anos, onde a maioria dos alunos eram do bairro ou de adjacentes da escola. As atividades consistiram em algumas etapas, como a caracterização da escola, aulas expositivas, aplicação do experimento e aplicação de questionários.

**Figura 4:** Mapa de São Luís, com localização do bairro Anjo da Guarda.



Fonte: <https://www.google.com.br/maps>

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As práticas desenvolvidas neste trabalho, foram aplicadas experimentalmente e de forma avaliativa, em uma escola da rede pública de ensino do estado do Maranhão, objetivando verificar a aceitação e a compreensão dos conteúdos pelos alunos, e buscando críticas e sugestões. A escola foi o Centro de Ensino Japiauçu, que está localizada em uma área carente e onde a mesma não possui estrutura de laboratório.

Na escola visitada, o material foi aplicado em turmas do 1º ano do ensino médio em modalidade de ensino regular, que correspondem ao público alvo, já que os conteúdos que foram abordados são componentes curriculares dos estudos de química que pode ser aplicado nessa série. A avaliação dos resultados procedeu-se a partir da aplicação de questionários, avaliação as quais podem ser visualizados no anexo 3 deste trabalho, e também por meio de observação em sala, verificou-se qualitativamente as opiniões dos alunos, assim como o desenvolvimento dos mesmos diante do conteúdo.

### 4.1 As Zeólitas como parte do conteúdo

Segundo Figueredo, 2010, no estado do Maranhão é possível encontrar reservas de materiais zeolíticos, diz ainda que “é um dos mais expressivos depósitos de zeólitas e esses podem ser encontradas no Oeste do Maranhão até o estado de Tocantins”. Rezende e Angélica, 1991, relatam também que provavelmente no estado tem o principal depósito de zeólitas naturais do Brasil e acreditam no potencial para exploração econômica, sendo a estilbita a forma mais predominante.

Este trabalho foi realizado com o intuito de apresentar aos alunos um material em potencial. Ao decorrer das aulas observou-se que a maioria deles nunca tinham ouvido falar nas zeólitas e isso abriu espaço para muito interesse durante as explicações, então mostrou-se as diversas aplicações do material, como descontaminante, uso em detergente, para liberação controlada de fármacos, uso no corpo humano e em indústrias.

Durante uma aula, a aluna A perguntou sobre a possibilidade de usar as zeólitas no tratamento de água de São Luís, ela relatou que a cidade vem sofrendo muito com esse problema, principalmente por a cidade ser uma ilha e a maior parte

dos contaminantes serem descartados em rios ou no mar. Esse tipo de questionamento, mostra que alguns alunos se interessaram por hipóteses para resolver problemas da sua sociedade com base nas informações passadas, isso vai de acordo com as habilidades propostas pela BNCC.

Durante as aulas foram usadas as estruturas, bem como os conceitos de interações, propriedades e aplicações das zeólitas para contextualizar os conteúdos de química, e mostrando como o desenvolvimento da ciência e suas tecnologias pode ser importante para ajudar a resolver problemas corriqueiros da sociedade e também do meio ambiente ao seu redor.

## **4.2 Os experimentos**

A aplicação dos experimentos consistiu inicialmente na entrega do material de apoio (anexo 4), esse que contribuiu muito para os alunos entenderem mais sobre as zeólitas, ele foi desenvolvido pensando-se em escolas de baixa renda as quais podem não ter disponibilidade de projetores de imagens, foi possível observar a curiosidade dos alunos durante a entrega dos folhetos e isso contribuiu para que eles focassem no momento da explicação.

Durante o momento das aulas, onde era passado alguns conteúdos básicos e essenciais aos alunos para realização dos experimentos, verificou-se que alguns assuntos como propriedades da matéria, substância química, tipos de misturas e separação de misturas já haviam sido ministradas para os discentes. Para os demais conteúdos, foram necessárias aulas prévias para melhor explicação e absorção dos assuntos que são abordados nas aulas práticas.

Quando foi perguntando sobre as relações dos temas de química e o cotidiano, a maioria dos alunos durante as aulas responderam que não conseguiam relacionar, mostrando a presença do grande distanciamento conceitual e de significado entre teoria e prática. De acordo com Serafim (2001), uma das grandes dificuldades presente no ensino de Ciências é a de os alunos não conseguirem relacionar os assuntos vistos em sala de aula com a realidade a sua volta.

Para a realização dos experimentos dividiu-se a turma em grupos para que ficasse melhor a visualização dos procedimentos, entregou-se cópias dos roteiros aos mesmos e alguns dos alunos realizaram a leitura, os demais acompanhavam as leituras atentamente e sempre tinham muitas perguntas ao término. Buscou-se sempre

mostrar aos alunos como os conteúdos vistos nas aulas estavam no nosso dia a dia. Por fim, foram entregues materiais para que os grupos realizassem as práticas, sendo que o experimento 2 foi deixado por último para a sala realizar em conjunto.

Realizou-se também uma pesquisa qualitativa relacionada à aplicação dos experimentos, onde os alunos tiveram a chance de avaliar nessa pesquisa qual dos experimentos mais chamou sua atenção. Os resultados obtidos como resposta ao questionário são sumarizados na Tabela 6:

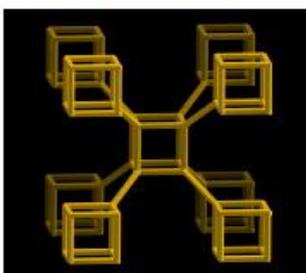
**Tabela 6:** Questionário aplicado ao fim dos experimentos.

<b>Qual dos experimentos você achou mais interessante?</b>	<b>Avaliação Qualitativa</b>
1. Propriedades da Matéria	20%
2. Ligações Química	40%
3. Forças Intermoleculares	11,43%
4. Separação de Misturas, Poluição Ambiental.	28,57%

Fonte: autoria própria

Pode-se observar que a maioria dos alunos (40%) gostaram mais do experimento de ligações químicas (anexo 1), isso deve-se a dinâmica mais lúdica que foi criada para a prática, onde usou-se um doce conhecido popularmente como jujuba, para simular os átomos de uma zeólita e palitos de dentes para mostrar as ligações e assim cada grupo construiu uma parte. A estrutura da zeólita proposta para os alunos criarem durante o experimento é apresentada na Figura abaixo, com esse os alunos puderam compreender que as zeólitas são formadas por pequenas unidades (monômeros) que se repetem ao longo da estrutura (Figura 5).

Figura 5: Estrutura da zeólita ACO produzida em sala de aula.



Fonte: Database of Zeolite Structures

O segundo experimento com melhor avaliação é o de processo de separação de misturas (28%). Neste caso, a realização da adsorção dos corantes na zeólita

(anexo 2) mostrou como o desenvolvimento da ciência e suas tecnologias pode contribuir com problemas sociais e ambientais. Os alunos tiraram muitas dúvidas durante esse experimento sobre como ocorria a remoção e mostraram interesse pelo processo de separação. Durante a prática os alunos usaram um corante de sua preferência (Corante Rodamina B e Índigo Carmine) para contaminar a água de um béquer e em seguida usaram a zeólita para adsorver. No anexo B-2 é possível observar o resultado obtido pelos alunos, onde o material branco é a zeólita pura, e a de coloração rosa é após adsorver o corante rodamina B.

No experimento de propriedades da matéria, 20% dos alunos relataram que acharam interessante o fato como podemos usar nossos sentidos para identificar certas propriedades e ainda que nunca tinham visto uma fita de pH e que achavam que para medir seria mais difícil. E por fim o experimento de forças intermoleculares com 11%, os alunos relataram que não acharam o conteúdo muito relevante, principalmente para o ensino de química, pois não conseguiram entender as relações.

### **4.3 Comportamento da turma**

Durante todo o processo de aplicação da atividade apresentada neste trabalho, presava-se sempre para a observação dos alunos nas aulas. Então foi possível observar, em relação ao comportamento dos alunos durante o processo que:

- Os mesmos comportavam-se melhor durante aplicação dos experimentos do que quando eram ministradas apenas aulas teóricas;
- Houve uma visível redução das conversas paralelas;
- Ouviram-se muitas perguntas mais focadas e pertinentes ao tema;
- Ao chegar nas salas com materiais diferentes era atizado a curiosidade dos discentes;
- E ao fazerem parte da aula de maneira ativa mostraram mais confiança ao responderem questionamentos que eram feitos.

As características pessoais inerentes a cada indivíduo nunca poderão ser descartadas, quanto ao estudo do aspecto humanista como o comportamento, as formas de se relacionar e a capacidade de aprender do ser. Características essas que foram observadas, no sentido que cada aluno apresenta formas específicas de absorverem informações e assimilarem efetivamente o conteúdo.

#### 4.4 Dos Questionários e Avaliação

Ao fim das aplicações de todos os experimentos, foi entregue aos alunos uma avaliação e um questionário para avaliar, respectivamente, a aprendizagem dos mesmos e suas opiniões sobre o desenvolvimento das atividades (anexo 3), esta apresenta um total de dez questões focando nas zeólitas de uma forma geral. Organizados na Tabela 7, são apresentados os resultados dos dados obtidos durante as pesquisas qualitativas realizadas junto aos alunos da escola em questão, que trabalharam experimentalmente o uso das zeólitas, suas propriedades e sua aplicabilidade no meio ambiente, relacionando os conteúdos de química.

Foi realizado um cálculo de média aritmética para analisar o desenvolvimento dos alunos na avaliação com base em uma nota e obteve-se uma média de 8,7 considerada acima da média. As avaliações foram realizadas de maneira limitada, e sem o devido rigor metodológico, desde que realizou-se a aplicação de apenas uma avaliação quantitativa sem duplicatas. No entanto um melhor método de avaliação, com mais dados quantitativos, com duplicatas, com uma amostra mais abrangente e outras características que o confira maior confiabilidade e precisão, fica a ser implementado em aplicações subseqüente com o aprimoramento deste material ou na realização de trabalhos posteriores.

**Tabela 7:** Organização dos resultados dos questionários.

<b>Perguntas do Questionário</b>	<b>Muito</b>	<b>Pouco</b>	<b>Nada</b>
1. O quanto você conhecia sobre as Zeólitas?	0,0%	17,1%	82,9%
2. O quanto o tema Zeólita despertou seu interesse?	88,6%	8,6%	2,9%
3. O quanto você achou o uso da Zeólita para a preservação do meio ambiente interessante?	71,4%	18,6%	10,0%
4. Você ver alguma relação entre o tema Zeólita e os conteúdos das aulas de química?	97,1%	2,9%	0,0%
5. O quanto o estudo das Zeólitas ajuda a contextualizar as aulas de química?	82,9%	14,3%	2,9%
6. O estudo de nanocompósitos pode ser útil para a sociedade do futuro?	80,0%	1,4%	18,6%
7. O quanto é importante atividades práticas e aplicáveis para o estudo da química?	100,0%	0,0%	0,0%
8. Com uma nota de 0 a 10, avalie o quanto você gostou da atividade	Nota média = 9,3		

Fonte: autoria própria

Na última questão, realizou-se um cálculo de média aritmética o resultado obtido foi de 9,3 um valor considerado aceitável que mostra como as atividades foram importantes aos mesmos. Para melhor visualização e interpretação dos resultados, foram plotados gráficos com os respectivos valores percentuais, os quais são apresentados na Figura 6. Com base nesses dados, foi possível observar os quão poucos alunos conheciam as zeólitas, os poucos que conheciam (gráfico 1), 17,1%, falaram que apenas já tinham ouvido falar em comerciais. E foi possível observar um alto interesse dos discentes (gráfico 2) quando os mesmos ouviam as explicações, com poucas conversas paralelas entre si e faziam perguntas focadas e pertinentes ao tema.

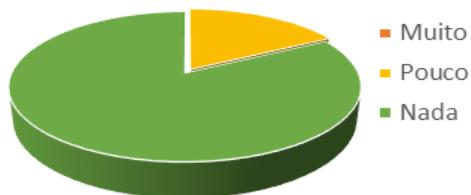
Os alunos ficaram muito surpresos quando foi explicado sobre os perigos que os corantes poderiam trazer ao meio ambiente Aos animais. Eles relataram que já tinham ouvido muito falar sobre poluição e sempre viam imagem de pets e lixos em geral, e que com as aulas eles tiveram uma visão mais ampla sobre as diversas formas de poluição, deram exemplos de situações que levam corantes para o meio ambiente. Esse interesse pode ser evidenciado no resultado do gráfico 3, onde 71,4% dos discentes acharam o uso da zeólita para preservação do meio ambiente muito interessante, os demais acreditam que os métodos já usados para tratamentos de água são eficazes.

Ao decorrer das aulas práticas sempre era feito uma pausa para explicação de temas da disciplina que os alunos apresentavam dificuldade, desse modo a relação entre os experimentos e os conteúdos de química eram notáveis (gráfico 4). Também foi possível observar que os alunos tiveram mais facilidade de entender alguns temas e suprir dúvidas durante os experimentos, mostrando o quão são importantes as atividades práticas e aplicáveis para o estudo da química (gráfico 6), e com o uso das zeólitas a contextualização das aulas ficou mais dinâmica o que contribuiu para facilidade de transmitir os conteúdos.

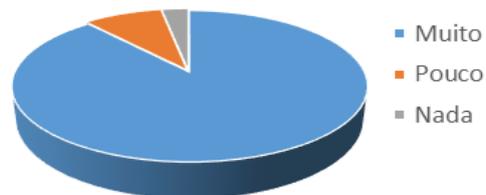
Na literatura existem materiais que relatam como as atividades lúdicas associadas ao ensino podem ser estratégias eficazes para trabalhar Ciência, no entanto como já citado anteriormente essa metodologia nem sempre é usada (PINHEIRO e CARDOSO, 2020; NICOLA e PANIZ, 2016). Os resultados obtidos nos gráficos 7 e 8, ilustram a como a atividade prática interfere em uma aprendizagem mais eficaz e dinâmica.

**Figura 6:** Imagem dos gráficos para visualização dos resultados.

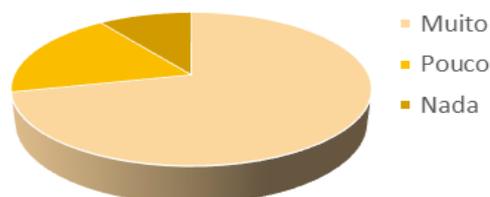
1. O quanto você conhecia sobre as Zeólitas?



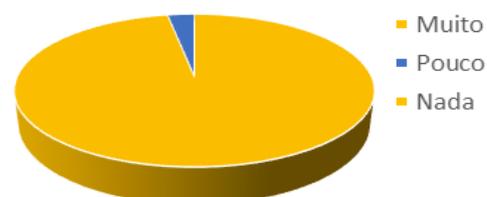
2. O quanto o tema Zeólita despertou seu interesse?



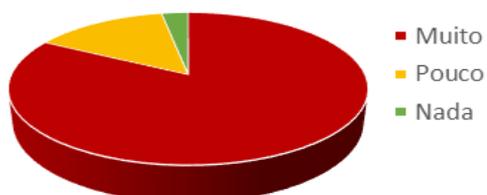
3. O quanto você achou o uso da Zeólita para a preservação do meio ambiente interessante?



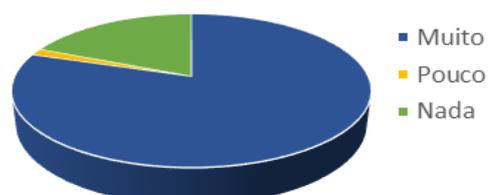
4. Você vê alguma relação entre o tema Zeólita e os conteúdos das aulas de química?



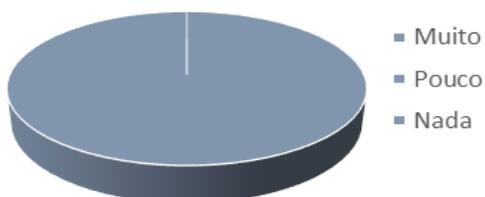
5. O quanto o estudo das Zeólitas ajuda a contextualizar as aulas de química?



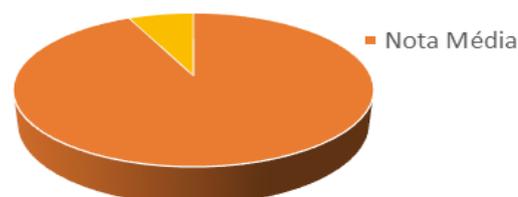
6. O estudo dos nanocompositos pode ser útil para a sociedade do futuro?



7. O quanto é importante atividades práticas e aplicáveis para o estudo da química?



8. Com uma nota de 0 a 10, avalie o quanto você gostou da atividade



Fonte: autoria própria

## 5. CONCLUSÃO

No presente trabalho buscou-se apresentar os materiais zeolíticos para os discentes, mostrando suas diversas aplicabilidades como em indústrias, para remediação de meio ambiente e para liberação controlada de fármaco. Com base nisso foi desenvolvido uma metodologia de ensino onde foi usado esse material em uma abordagem CTSA para contribuir com a contextualização de alguns conteúdos de química em sala de aula.

O trabalho obteve resultados satisfatórios por meio das análises qualitativas e quantitativas que foram realizadas ao longo da aplicação, onde os alunos avaliaram com uma média de 9,3 as atividades em geral. Além disso, 88,6% dos alunos apresentaram interesse pelo tema zeólitas e mostraram-se capazes de entender as questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais que envolve as aplicações das mesmas. Foi possível observar maior facilidade de entendimento e desempenho diante dos conteúdos curriculares para o ensino de química, a parte lúdica das atividades fez com que os mesmos mostrassem-se mais interessados em participar das aulas.

Pode-se observar a eficácia da abordagem CTSA no contexto escolar, apesar dos problemas enfrentados com a carência de infraestrutura de laboratório. O uso dos materiais alternativos para elaboração de práticas é uma das ferramentas que podem ser trabalhadas em situações como estas, propostas de ferramentas didáticas para o ensino de química apresentam grande relevância, pois um ensino diferenciado contribui com uma aprendizagem de qualidade e os alunos podem demonstrar melhor desempenho nas aulas de Ciência.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, R. R., IZIDORO, J. C., FUNGARO, D.; A adsorção do Corante rodamina B de Solução Aquosa Sobre Zeólita de Cinzas Pesadas de Carvão Modificada por Surfactante. Publicado, São Paulo, 2015.
- AULER, D. y D. Delizoicov, "Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências", em Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 5, núm. 2, Espanha, 2006.
- BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre alteração, lei de diretrizes e bases da educação nacional, ensino médio, ampliação, carga horaria, alteração, currículo, educação infantil, fundamental, ensino médio. BRASÍLIA, DF.
- BRASIL. Ministério da Educação – Parâmetros Curriculares Nacionais; MÉDIO, Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino. PCN+ para o Ensino de Ciências e Matemática. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. Ministério da educação. ITINERÁRIOS FORMATIVOS NO NOVO ENSINO MÉDIO. Publicado; 2021 <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio/itinerarios-formativos-do-novo-ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Lei nº 9394, Brasília, 1996.
- BRASIL. Portaria n.º 1.432, de 28/12/2018: Estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos conforme preveem as Diretrizes Nacionais do Ensino Médio. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199). Acesso em: 5 nov. 2022.
- CARDOZO, M. J. P. B; LIMA, F. C. S. A contrarreforma do Ensino Médio: retrocessos e intencionalidades. Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPI. Linguagens, Educação e Sociedade, Teresina, Ano 23, n. 38, 2018.
- CARNEIRO, A. Elementos da História da Química do Século XVIII, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química. v. 102 , 25- 31, 2006.
- CARVALHO, T. E. M.de.; FUNGARO, D. A., Adsorção Do Corante Reativo Laranja 16 De Soluções Aquosas Por Zeólita Sintética. Quim. Nova, Vol. 33, No. 2, 358-363, 2010
- SOUSA, B. L. S., BEZERRA, C. W. B., et al., Cenário das publicações CTS/CTSA no ensino de química: revisão bibliográfica de publicações no portal de periódicos da CAPES/CAFÉ. Publicado na Revista Brasileira de Desenvolvimento, 2019

CHIARO, S.; AQUINO, K. A. S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. Publicado em Educação e Pesquisa, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017.

FIGUEREDO, G. P. de. Propriedades físico-química de argilas e de zeólitas do estado do Maranhão. São Luís, 2010.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. Ciência & Educação, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

FRANCO, Sheila Mendes. Zeólitas e sua abordagem no ensino médio. 2015. 33 f. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FUNGARO, Denise Alves; DA SILVA, Magali Guilherme; Utilização de zeólitas preparada a partir de cinza residuária de carvão como adsorvedor de metais em água. Publicado, Química Nova 25 (6b), 2002.

GOMES, C. A. Quinze anos de ciclos no ensino fundamental: um balanço das pesquisas sobre a sua implantação. Revista Brasileira de Educação, nº 25, p. 39 –52, 2004.

GRECCO, S. T. F.; RANGEL, M. C., Zeólitas Hierarquicamente Estruturadas. Química Nova, Vol. 36, No. 1, 131-142, 2013.

HERNÁNDEZ; Arrieta et. al; Ciprofloxacina adsorption in zeolitic materials; Rev Cub Quim vol.33 no.1 Santiago de Cuba ene, 2021.

JUSTINO, Celine I. L.; SANTOS, Teresa A. P. et. al; Biossensores com nanotubos de carbono para aplicações clínicas: avanços tecnológicos. Publicado, vol. 4 nº 1, 2013

LOPEZ-OROZCO, S., et al. "Zeolitic Materials with Hierarchical Porous Structures". Advanced Materials, 23 (1), 2602-2615. ISSN: 1521-4095, 2011

fonteLUNA, F. J.; Schuchardt, U. Modificação De Zeólitas Para Uso Em Catálise; publicado em Quim. Nova, 24, 885, 2001

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

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. Convergência

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. Infor, Inov. Form., Revista NEaD-Unesp, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

PINHEIRO, A.; CARDOSO, S. O lúdico no ensino de ciências: uma visão na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Revista Insignare Scientia – RIS, v. 3, n. 1, p. 57-76, 2020.

PINHEIRO, N. M.A.; SILVEIRA, R. M. C.F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

REZENDE, N. G. A. M.; ANGÉLICA, R. S. Sedimentary zeolites in Brazil. *Mineralogica et Petrographica Acta*, Bologna, v. 42, p. 71- 82, 1991.

RICARDO, E.C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, 2007.

SANTOS, D. A.; VILCHES, A.; BRITO, L. P. Evolução CTS à CTSA nos Seminários Iberoamericanos. *Indagatio Didactica*, v. 8, n. 1, 2016.

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: 15 de abril 2023.

SERAFIM, M. C. A. Falácia da Dicotomia Teoria-prática. *Revista Espaço Acadêmico*, n. 7, 2001. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/007/07mauricio.htm>>. Acesso em: 06 de junho de 2023

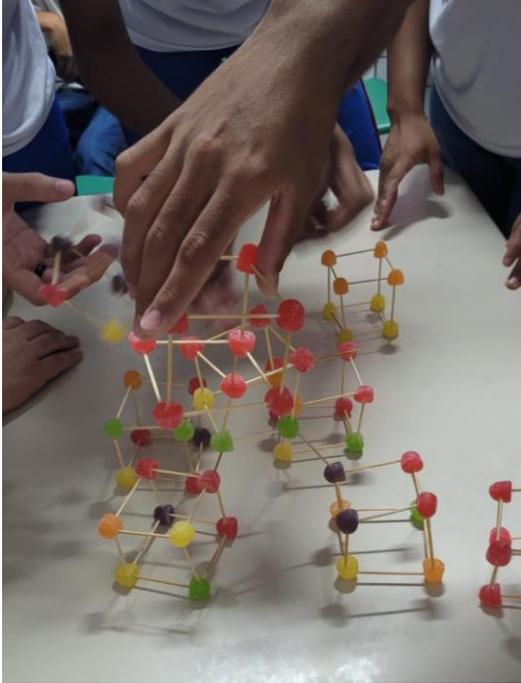
SILVA, E.L; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 21, n. 1, 2015.

TEIXEIRA, P, "A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências", em *Ciência & Educação*, vol. 9, núm. 2, 2003.

## ANEXOS

### Anexo 1.

A-1



B-1



### Anexo 2.

A-2



B-2



## Anexo 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA



### AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM - TEMA ZEÓLITAS

- O que são NANOCOMPOSTOS?
  - são compostos químicos que possuem tamanho muito grande.
  - são compostos exclusivamente naturais.
  - são compostos que possuem pelo menos um de seus lados na escala de nanômetros.
  - são compostos que só possuem um átomo em sua estrutura.
- As ZEÓLITAS são:
  - micro compostos de alumino silicato que apresentam anéis em sua estrutura que formam seus poros.
  - são micro compostos encontrados em minerais ou sintetizados que apresenta microporosidade como características principal.
  - compostos derivados do petróleo.
  - são minerais naturais produzidos em regiões onde a lava vulcânica encontra com água alcalina do mar, cristalizando durante milhares de anos.
- Sobre as ZEÓLITAS é INCORRETO afirmar:
  - Não existem zeólitas sintetizadas em laboratório, somente naturais
  - As zeólitas naturais são minerais que tem microporosidade em suas estruturas
  - Faljazita, mordenita, erionita são exemplos de zeólitas.
  - Existe apenas um tipo de zeólita, a qual se destina a todas as aplicações
- Qual das alternativas abaixo apresenta produto comercial que contém zeólita em sua composição?
  - madeira para construção.
  - tintas automotivas.
  - areia para gatos.
  - água com gás.
- Qual das opções abaixo NÃO contem uma aplicação das zeólitas.
  - filtros para remoção de poluentes da água.
  - em produtos agrícolas, no controle da liberação de nutrientes.
  - areia para animais, eliminando os odores da urina.
  - ração para animais.
- Sobre o processo de ADSORÇÃO é correto afirmar que:
  - é um processo espontâneo em que um gás ou um líquido é impregnado na superfície de um sólido.
  - é quando um sólido absorve um líquido.
  - é um processo em que um gás ou líquido penetra no interior de um sólido.
  - é quando um líquido dilui totalmente um sólido.
- Marque a alternativa CORRETA sobre FARMACOS.
  - é um comprimido analgésico.
  - é um suplemento alimentar.
  - é uma substância ativa destinada ao emprego em medicamento.
  - é um mineral.
- Segundo a Anvisa, Fármaco é a principal substância da formulação do medicamento, responsável pelo efeito terapêutico. Deste modo, são exemplos de fármacos:
  - Pirita e a vitamina C.
  - Ciprofloxacina e 5-Fluorouracil.
  - Proteínas e lipídeos.
  - Água mineral e anilina.
- Como as ZEÓLITAS podem contribuir para descontaminação da água?
  - com sua aplicação em filtros para remoção de contaminante por adsorção.
  - como pigmento que mostra a cor dos poluentes.
  - como indicador ácido-base.
  - por meio da retenção da água em seus poros.
- Qual a principal característica das zeólitas
  - serem de coloração avermelhada.
  - serem encontradas na natureza.
  - apresentarem caráter ácido.
  - apresentarem micro porosidade

## Anexo 4.

# ZEÓLITAS

As zeólitas são minerais com estrutura interna microporosa. São classificadas como aluminossilicatos hidratados com poros bem definidos, com diâmetros que variam de 3 a 10 Angstroms. Suas cavidades podem ser ocupadas por íons, moléculas de água e outros elementos com grande liberdade de movimento.

## Quais os tipos de zeólita?

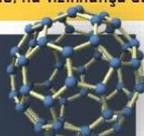
Sabe-se que existem cerca de 40 tipos diferentes de zeólitas naturais e dessas apenas algumas são amplamente exploradas, como a mordenita, chabazita, erionita e philipsita. Pelo lado das zeólitas sintéticas o número de espécies já passa das 130 e não para de crescer.

## Processo de Adsorção

A adsorção é um processo espontâneo que ocorre sempre que uma superfície de um sólido é exposta a um gás ou a um líquido. Mais precisamente, pode definir-se adsorção como o enriquecimento de um dado fluido, ou o aumento da densidade desse fluido, na vizinhança da interface.

## Nanocompostos

Nanomateriais são diferentes materiais que possuem, no mínimo, uma dimensão externa limitada à escala de 1 a 100 nanômetros. Elas variam em tamanho, composição química, forma e superfície.

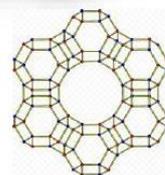


## O que a zeólita faz no corpo humano?

Por sua característica microporosa, a zeólita é utilizada como remédio porque tem ação desintoxicante no corpo humano. Este mineral possui carga negativa e, por isso, ele atrai elementos de carga positiva, como os metais pesados, como chumbo, mercúrio e outras toxinas.

## Por que a Anvisa proibiu a zeólitas?

A medida foi motivada considerando que alguns suplementos compostos por Zeólita clinoptilolita, base de aluminossilicatos não tinham histórico de consumo na área de alimentos, não foram avaliados quanto à segurança de uso e eficácia para suplementos alimentares.



## Zeólitas naturais e sintéticas

As zeólitas podem ser encontradas em uma grande diversidade de ambientes geológicos, variando quanto à idade, associação litológica e condicionamentos genéticos. A literatura é fértil de referências sobre zeólitas preenchendo cavidades em rochas vulcânicas, especialmente lavas basálticas. Zeólitas sintéticas são materiais produzidos em laboratório, apresentando características bem definidas quanto a tamanho e disposição de vacâncias (espaços abertos - tamanho e orientação dos canais).

## Estrutura das zeólitas

As zeólitas são aluminossilicatos cristalinos com uma estrutura formada pela combinação tridimensional de tetraedros TO<sub>4</sub> (T = Si, Al) unidos entre si através de átomos de oxigênio.

## Fármacos

O fármaco é o princípio ativo do medicamento, ou seja, é a substância que garante o efeito esperado da fórmula, aquela que vai garantir a ação terapêutica: Ciprofloxacina 5-fluorouracil

