

CONHECIMENTOS SOBRE “VIDROS” E ABORDAGEM TEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA EM POÇOS DE CALDAS, MG.

“GLASS” KNOWLEDGE AND THEMATIC APPROACH: A PROPOSAL OF CONTEXTUALIZING CHEMISTRY TEACHING IN POÇOS DE CALDAS, MG

Gislene Batista [gislene_batista71@hotmail.com]

Universidade Federal de Alfenas, campus Poços de Caldas

Carlos Alberto Fonseca Jardim Vianna [carlos.vianna@ifsuldeminas.edu.br]

Instituto Federal do Sul de Minas, campus Poços de Caldas

RESUMO

A inserção da contextualização no ensino básico tem sido tema de constante discussão na pesquisa acadêmica em educação, além de ser uma temática presente nos Parâmetros, nas Orientações e na Base Nacional Curricular Comum. Na disciplina de Química, por exemplo, tal contextualização se destaca cada vez mais, como estratégia de ensino e de aprendizagem, que valoriza a cultura, a economia e a sociedade, na qual o estudante está inserido, ao permitir a problematização dos conteúdos escolares, buscando trabalhá-los de modo mais significativo para os alunos, evitando, portanto, situações em que os conceitos de Química sejam ensinados de maneira fragmentada. O presente trabalho tem por objetivo discutir, pela abordagem temática, a “Química de Materiais”, partindo-se do material “Vidro”, como contexto para o ensino de Química, na cidade de Poços de Caldas - MG. Por uma pesquisa bibliográfica e histórica, dividida em três etapas, foi possível levantar e analisar uma série de textos científicos, artísticos e culturais, bem como os Documentos Curriculares Nacionais e do Estado de Minas Gerais, para caracterizar os conceitos químicos relacionados ao material “Vidro”, o que permite uma série de sugestões para os professores de Química abordarem esse conceito nas suas disciplinas. Apresenta-se e se propõem, portanto, a elaboração de um produto educacional a respeito dos conceitos básicos sobre “vidros”, como tema para a contextualização e a utilização nas aulas de Química. Sugere-se o uso do presente material pelos professores, como exemplo para a confecção de produtos educacionais, usando temáticas importantes em outras localidades.

PALAVRAS-CHAVE: Abordagem Temática; Vidros; Poços de Caldas; Ensino de Química.

ABSTRACT

Inserting the contextualization of basic education has been discussed in academic research, and has also been an important topic in Parameters, Orientations and in National Basis of Common Curriculum. In Chemistry, for instance, such contextualization stands out more and more, as a strategy of educating and learning, which values culture, economy, and society in which the student is inserted, by allowing problematizing school's contents, seeking to

approach them in a significant way for the students, avoiding situations that Chemistry concepts are teach in divided way. This paper aims to discuss, through thematic approach, "Materials' Chemistry", starting from "glass", as a context for Chemistry teaching, in Poços de Caldas - MG. Through a bibliographical and historical research, segmented in three stages, it was possible to collect and analyze many scientific, artistic, and cultural texts, as well as National Curricular Documents of Minas Gerais state, to characterize the Chemistry concepts related to "glass" material, which allows many suggestions to Chemistry teachers approach this concept in their discipline. So, we proposed and presented the creation of an educational product concerning basic concepts about "glass", as a theme to contextualization and use in Chemistry classes. We also suggested the use of this material by teachers, as an example of elaborating national products, using important topics in other locals.

KEYWORDS: *Thematic Approach; Glass; Poços de Caldas; Chemistry Teaching.*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de abordagens temáticas na educação, contextualizadas com o ensino escolar nas aulas de Ciências da Natureza (TOQUETTO, 2017; KLEIN et al., 2020), além de contar a história de uma determinada cidade ou região, discutindo aspectos sobre o seu ciclo econômico, dentre outras possibilidades, valoriza a experiência de vida do aluno, despertando o seu interesse pelo conteúdo, sendo, portanto, determinantes para a sua aprendizagem (BRASIL, 2002).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM, PCN, dentre outros documentos), bem como as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (DCNEM) apontam para a importância de se trabalhar um currículo escolar voltado para temáticas do cotidiano dos estudantes, com conteúdos programáticos flexíveis, atualizados, que valorizem a experiência de vida do educando (BRASIL, 2002).

As abordagens temáticas, portanto, quando usadas em sala de aula como marcadores de um determinado assunto que se deseja ensinar de forma contextualizada, podem conectar o aluno ao conhecimento científico, relacionando-o ao conhecimento escolar a ser ensinado (WATANABE e KAWAMURA, 2017), além de preparar o estudante para as situações reais da vida cotidiana, como defendido por muitos educadores (FREIRE, 1975; SANTOS e SCHNETZLER, 2003).

Dentre as diversas abordagens temáticas para se trabalhar os conceitos de química de maneira contextualizada, estão os materiais. Entre esses estão os “vidros” (TOQUETTO, 2017), que são produtos de grande importância na nossa sociedade, estando presentes nos mais diversos setores e tendo aplicações diversificadas, especialmente para os habitantes do Município de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais.

Em Poços de Caldas, os vidros, desde a década de 60, estão inseridos dentro do contexto social, cultural e econômico local, sendo, portanto, parte do cotidiano dos estudantes da região. Assim, o presente trabalho destaca uma proposta de material didático bibliográfico, baseado na abordagem temática sobre o uso de conceitos sobre os vidros e as suas possibilidades para o ensino de Química, contextualizado. Partindo-se dos principais conceitos sobre os “vidros”, relacionando e apresentando possibilidades de usos desses conceitos e do produto educacional, sugere-se o presente trabalho como fonte bibliográfica para a abordagem temática nas aulas de Química do Ensino Médio pelos professores da área.

2. O USO DE TEMAS PARA UM ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO

A aprendizagem em Química, na perspectiva da contextualização, almeja que o estudante, de uma forma integral e significativa, compreenda os fenômenos químicos naturais e tecnológicos “em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola” (BRASIL, 2002).

As Orientações para o Ensino Médio (OCNem) também colaboram com a discussão da inserção da contextualização, seja qual for o modelo de aula (expositiva, por projetos, tradicional ou experimental). O documento destaca, ainda, que a Química, como uma disciplina escolar, deve ser inserida no contexto sociocultural, em que os conceitos químicos deverão dialogar com os diferentes campos sociais, políticos, econômicos, da sociedade e da tecnologia de cada momento histórico (BRASIL, 2006).

Mais recentemente, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), um documento que normatiza as aprendizagens essenciais que deverão ser desenvolvidas pelos estudantes ao longo da Educação Básica, destaca que na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (BRASIL, 2018, p. 549).

Trabalhando com abordagens temáticas no ensino de Química, Barreto (2016, p. 01) ressalta que “a função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido”. Para o alcance desse objetivo, deve-se, segundo Voigt (2019), fazer com que a aprendizagem da Química seja mais significativa para os indivíduos partícipes, contribuindo, de acordo com Santos, Silva e Silva (2012), para a formação do aluno cidadão crítico.

Para a contextualização temática, Santana, Mazzé e Silva Júnior (2017) evidenciam que utilizar temas e situações que possibilitem a contextualização, a dinamização e a variedade de estratégias didáticas no processo de ensino e de aprendizagem do conteúdo químico se caracteriza como uma excelente alternativa para a sala de aula. Uma estratégia para selecionar e organizar os conteúdos ensinados são pelos “temas”, que permitem o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada, em torno de um eixo central, com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios (PASSOS, 2009).

Para que o uso das abordagens temáticas tenha êxito, Martins, Santa Maria e Aguiar (2003) destacam que a escolha do contexto não pode ser “aleatória”, deve, portanto, haver uma conexão do assunto com a realidade do aluno (MARTINS; SANTA MARIA; AGUIAR, 2003, p. 18).

Para Snyders (1988 apud BRAIBANTE e PAZINATO, 2014), a escolha dos temas deve utilizar dois critérios: um seria em relação ao que o autor chama de “fascínio dos jovens pelos aparatos tecnológicos”. O outro critério pontuado pelo autor é: discussão dos prós e contras da produção científico-tecnológica. No último aspecto apontado, o autor propõe que se utilizem temas que contemplem a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Diversos são os temas que podem ser trabalhados no ensino de Química, de acordo com o conteúdo químico no qual se busca trabalhar, além de poderem ser trabalhados temas que estejam dentro de um contexto local. O Quadro 1 apresenta um resumo de alguns temas

utilizados no ensino de Química em trabalhos publicados, assim como algumas considerações dos autores dessas pesquisas.

Quadro 1: Abordagens temáticas utilizadas no ensino de Química

Tema	Considerações	Autor(es)
Fabricação do sabão	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização do tema em uma unidade didática. - Promoveu aprendizagem significativa, conforme avaliação proposta. 	Oliveira (2005)
<i>Diabetes Mellitus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ensino de Química orgânica, especificamente sobre isomeria (proporcionou um ensino significativo e concreto sobre isomeria das hexoses, partindo de um problema sério que envolve a saúde). - Maior motivação e interesse dos alunos. Índice no número de acertos das questões após a aula foi significativo. 	Rangel et al. (2014)
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitação da compreensão pelos alunos. - Discussão dos aspectos científicos, sociais e ambientais. - Desconstrução de conceitos errôneos sobre propriedades de materiais. 	Faria (2014)
Plantas Medicinais	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem interdisciplinar entre a química e a biologia no EJA, por oficina. - Indicado que o uso de temas contextualizados para esse tipo de grupo (jovens e adultos) é importante. 	Cavaglier e Messeder (2014)
Tabaco	<ul style="list-style-type: none"> - Escolha do tema se deve ao município Sinimbu - RS, local onde foi realizada a pesquisa depender economicamente dessa produção. - O professor pode elaborar diversas estratégias metodológicas voltadas aos agrotóxicos, por exemplo. 	Backes e Prochnow (2016)
Água	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem de conceitos químicos (soluções), utilizando mapas conceituais para uma aprendizagem significativa. - As ideias dos alunos sobre a solução e a água potável não são diferentes das que outros estudantes apresentam em trabalhos de literatura da área. - A estratégia utilizada favoreceu uma aprendizagem significativa. 	Santana, Mazzé e Silva Júnior (2017)
Indústria sucroalcooleira	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de uma sequência didática com tema local, trabalhando conceitos como formação de gases na combustão do etanol e energia. - Foram apontadas algumas dificuldades da prática, como defasagem dos conhecimentos químicos. 	Alioto, Calefi e Reis (2017)

Chocolate	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem de assuntos como funções orgânicas, fórmulas estruturais, biomoléculas, reações orgânicas, lipídeos e as suas fórmulas estruturais. - Tema tornou o ensino mais eficiente, facilitando a aprendizagem. - Necessário o preparo e o planejamento para a aula. 	Pupo, Sutil e Dantas (2018)
Drogas psicoativas	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização do tema numa turma do EJA, trabalhando-se, entre outros, conceitos de química orgânica, além do caráter social, pela sequência didática. - Foi possível um rompimento entre o ensino conteudista e engessado, assim como apontadas dificuldades, como desistência nos assuntos mais complexos. 	Costa Júnior (2018)

3. VIDROS COMO TEMA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Segundo Toquetto (2017), o tema “materiais” é importante para a educação científica, uma vez que são essenciais para o bem-estar do ser humano. O autor relata, ainda, que apesar de serem de extrema importância no nosso meio, poucas vezes são abordados na disciplina de Química no Ensino Médio, sem que seja dada a devida importância. Segundo Paoli (2001, p. 03), “[...] os materiais são essenciais para o bem-estar humano, mas a grande maioria das disciplinas de química do nível médio não aborda este assunto de maneira específica”.

Dessa forma, os conceitos de materiais, em especial os “vidros”, são pouco trabalhados na sala de aula, refletindo, também, nas publicações sobre o ensino de Química. O ensino de Química abordado pela temática “vidros” foi apresentado por Santos et al. (2014), que utilizaram o tema, com o propósito de trabalhar conceitos de ligações químicas pela realização de um *workshop* com alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública. Os autores dispõem que:

‘Vidros’ não é um tema muito debatido nas aulas de química, embora seja significativo a fim de desencadear discussões no que se refere a matéria prima, consolidação e fabricação dos vidros, correlacionando aos conceitos de composição e ligações químicas, propriedades ópticas dos materiais e reciclagem. Desta forma, trabalhar com a temática sobre vidros nas aulas de química constitui um desafio para os professores (SANTOS et al., 2014, p. 01).

Toquetto (2017), trabalhando especificamente com vidros planos na educação científica e tecnológica, destaca que o tema “vidros” permite a convergência de conceitos, como sais inorgânicos, óxidos, transformações químicas, reações exotérmicas e demais temáticas, possibilitando “romper com a visão linear, alienada e alienante da química e do seu ensino, na medida em que os estudantes são interativamente envolvidos em discussões teóricas relativas a situações reais”.

Silva et al. (2012) utilizaram “vidros” sob uma abordagem histórica e contextualizada, com vídeos apresentados em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio. Apesar de, nesse caso, ter se trabalhado de maneira bastante interessante os “vidros”, em especial sob um contexto histórico, o objetivo não era lecionar-se sobre esse tema em si, mas verificar a utilização de vídeos como recurso didático.

Portanto, ensinar Química a partir da abordagem temática “vidros” indica ser bastante interessante e pertinente, pois permite a conexão de diversos conceitos químicos, ao mesmo tempo em que se contextualiza a disciplina.

4. METODOLOGIA

Para a elaboração do material educacional bibliográfico, que relaciona as possibilidades dentro dos conceitos de vidros para o ensino de Química no Ensino Médio, a metodologia foi dividida em três etapas. A primeira etapa consistiu em realizar o levantamento das referências para se elaborar o texto base com os conceitos principais do tema “vidros”. Sendo assim, foi feita uma pesquisa nas seguintes bases de dados: Portal de Periódicos da Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), *Scielo (Scientific Electronic Library Online)* e no Portal da CeRTEV (Centro de Pesquisa, Educação e Inovação em Vidros). Foram consideradas as publicações dos últimos 30 anos e utilizados os seguintes termos de busca com os respectivos operadores booleanos: vidros, vidros E conceitos, história E vidros, revisão E vidros; assim como os equivalentes em inglês: *glasses, glasses AND concepts, history AND glasses, review AND glasses*. Os termos foram buscados dentro do título, resumo e palavras-chave. Também foram utilizados para essa revisão materiais de acervo próprio.

Nessa primeira etapa também foram levantados materiais que abordam os vidros artísticos dentro da história da cidade de Poços de Caldas. As informações foram obtidas pelo portal da empresa Cristais Cá d’Oro¹ (Cristais Cá D’Oro, Poços de Caldas, MG, Brasil), assim como em uma série de reportagem apresentada pela emissora EPTV² (Emissoras Pioneiras de Televisão).

Pelas pesquisas foram selecionadas publicações para a elaboração do material principal sobre vidros e então foi escrito o texto base, incluindo conceitos para o estudo sobre os vidros. A segunda etapa da pesquisa consistiu em um levantamento pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), para a etapa do Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias; dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000) e das suas Orientações Educacionais Complementares (PCN+) (BRASIL, 2002), bem como do Currículo Básico Comum (CBC) do estado de Minas Gerais em Química (MINAS GERAIS, 2008), de quais conteúdos de Química são possíveis ser trabalhados a partir da temática “vidros”, tendo como base o texto elaborado anteriormente.

Uma vez que os conteúdos de Química (conceitos) com potencial de serem trabalhados a partir dessa temática foram elencados, foi feita a terceira e a última etapa, que consistiu na elaboração do produto educacional final, ou seja, o material bibliográfico teórico, que o artigo propõe e contempla, quanto aos “vidros” e as suas possibilidades de ensino. Para isso, dentro do texto base foi destacada cada uma das possibilidades de conteúdo de Química, sendo feitos quadros explicativos a respeito desses conteúdos.

5. QUANTO AO PRODUTO EDUCACIONAL PROPOSTO: “TEMA - VIDROS”

O vidro é um dos materiais mais antigos e que nem sempre foi fabricado pelo homem. Como exemplo se tem a obsidiana, que é um vidro natural vulcânico, proveniente de um rápido

¹ Trata-se da empresa cujo nome fantasia é Cristais Cá D’Oro, mantido e operado por OFICINA DE ARTE E FOGO SOCIEDADE EMPRESÁRIA LTDA.

² A série de reportagem “Mestres Vidreiros” pode ser assistida em: <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2018/12/11/mestres-vidreiros-assista-a-ideos-ineditos-da-serie-da-eptv.ghhtml>. Acesso em: 21 jan 2021.

resfriamento da lava. Esse tipo de vidro natural já era utilizado desde a época pré-histórica (há cerca de 75000 anos), sendo esculpido na produção de ferramentas e armas devido à característica de corte (FIGURA 1) (AKERMAN, 2013; ALVES, GIMENEZ e MAZALI, 2001; BARROS, 2010).



Figura 1: Artigos produzidos na pré-história feitos de obsidiana.
Fonte: Akerman (2013, p. 06).

O primeiro relato de obtenção do vidro pelo homem é atribuído aos fenícios, de acordo com o historiador latino Plínio (que viveu de 23 a 79 d.C), tendo ocorrido de forma acidental. Segundo o que se é contado, os fenícios utilizaram trona/blocos de carbonato de sódio (que serviam para segurar as suas panelas), colocando-os sobre a areia e deixando-os no fogo, antes de dormirem. Posteriormente, quando acordaram, ao invés dos blocos de trona, o que tinham eram blocos brilhantes e transparentes como “pedras preciosas”. Eles acreditaram que ocorreu algum milagre, porém, um sábio de nome Zelu, ao perceber que a areia também havia “sumido”, decidiu verificar o que tinha acontecido, reacendendo as fogueiras, e observaram o escoamento de um líquido brilhante, que se solidificava rapidamente após algum tempo em fogo e assim foi descoberto o vidro – Figura 2 (AKERMAN, 2013; BARROS, 2010; CARTER e NORTON, 2007).



Figura 2: Imagem da descoberta acidental do vidro. Fonte: Akerman (2013, p. 07).

^A Apesar da sua descoberta se datar de muito tempo, de acordo com Akerman (2013), durante algum tempo, o vidro pouco teve utilidade, sendo especialmente utilizado como adornos acessíveis apenas aos ricos e fabricados utilizando moldes de argila. No entanto, uma nova técnica de fabricação proporcionou um avanço nas aplicações do vidro, em torno de 300 a.C: o sopro. A técnica consiste em literalmente “soprar” uma porção do material fundido por um tubo, produzindo-se, assim, uma bolha e permitindo que o material adquira a forma da embalagem. Essa técnica é tão importante que encontramos até os dias atuais. A Figura 3 apresenta uma imagem representando a técnica (BARROS, 2010; CARTER e NORTON, 2007; MATOS, 2012).

A Possibilidade de Ensino: CONTEXTO HISTÓRICO E A QUÍMICA - Conhecer a história do vidro desde os seus primórdios, incluindo aspectos além dos apresentados se constitui como parte importante para compreender a evolução histórica da sociedade e do desenvolvimento da química dos materiais.



Figura 3: Colheita do vidro e sopro.

Fonte: Akerman (2013, p. 08).

^B Atualmente, os vidros despertam grande interesse, pois, dentre outras características, podem ser utilizados em quase todos os aspectos das atividades humanas: em casa, na indústria, na arte, na ciência, entre outras aplicações. Estão presentes em embalagens, microscópios, máquinas fotográficas, guias de onda, análises químicas e clínicas, construção civil, entre outras áreas (HALIMAH et al., 2010).

B Possibilidade de Ensino: APLICAÇÕES DOS VIDROS - Entender que os vidros, assim como os demais materiais, encontram-se ao nosso redor de diversas maneiras, inclusive em locais que nem são cogitados, como as fibras ópticas – atuais responsáveis pelo avanço da *internet*. Como prática didática para poder apresentar as variações de aplicações dos vidros, aponta-se a apresentação do vídeo denominado “Um dia feito de vidro” produzido pela empresa *Corning Glass*³.

Também podem ser citadas aplicações, como as fibras ópticas, que são capazes de transmitir mais informações do que as de cobre, tubos de *laser* para CO₂ em microcirurgia,

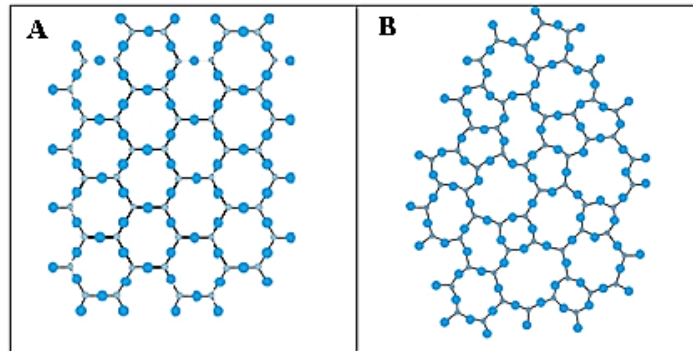
³ Vídeo - “Um dia feito de vidro” pode ser acessado pela plataforma *Youtube*, através do link: <https://www.youtube.com/watch?v=D1aEaRtHj6s>.

células solares; além de ser, na sua maioria, o elemento principal em dispositivos para a óptica e a luminescência (CARTER e NORTON, 2007; KHADAR e SEBASTIAN, 2004).

Ao longo dos anos, o vidro foi definido de várias maneiras, entretanto, uma definição que é amplamente aceita consiste em: “um sólido não cristalino que apresenta o fenômeno de transição vítrea” (Zarzycki, 1991 apud ACÁCIO, 2006, p. 05).

Conforme a Figura 4, que apresenta um esquema bidimensional para uma rede cristalina e para um “vidro” de sílica - SiO_2 , é possível verificar que a estrutura não cristalina do vidro não apresenta regularidade no seu arranjo atômico a longo alcance.

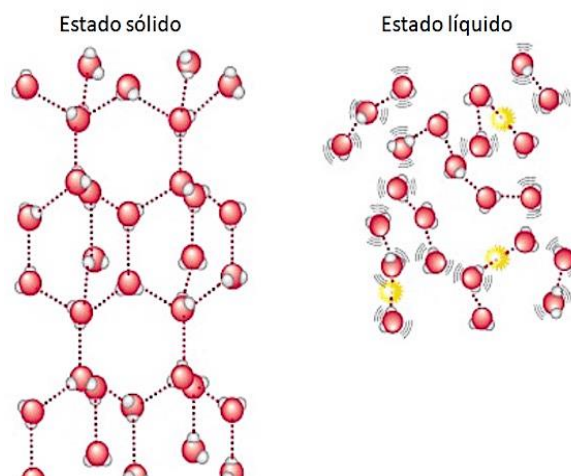
Figura 4: Representação bidimensional: (A) do arranjo cristalino de um cristal de composição SiO_2 e (B) da rede do vidro da mesma composição.



Fonte: Gonçalves (2014, p. 25).

Devido justamente a esse tipo de estrutura, já houve um impasse sobre se o vidro se enquadraria na classificação de sólido ou de líquido. Pela definição já apresentada, o vidro pode ser considerado como um “sólido não cristalino”, sendo importante entender o que essas considerações significam. Conforme disposto na Figura 5, para a água, no estado sólido existe uma estrutura ordenada e bem definida, já no estado líquido essa estrutura estaria desordenada, justamente, pela possibilidade de movimento devido a menores forças atrativas. Assim, ao observarmos e compararmos as estruturas e a organização em nível atômico entre sólidos e líquidos com a dos vidros da Figura 4B, estruturalmente, os vidros seriam classificados como líquidos (AKERMAN, 2013; BROWN et al., 2005).

Figura 5: Comparação estrutural entre estado sólido e líquido para a água.



Fonte: MENDES (2013).

^c Por outro lado, macroscopicamente, o vidro é observado como um sólido e apresenta volume e forma definidos (apesar de poder tomar diferentes formas, dependendo dos processos de preparação e conformação) e rigidez. Desse modo, “macroscopicamente”, o vidro se parece com um sólido, mas “microscopicamente” se assemelha a um líquido. Chega-se, assim, à definição de “sólido não cristalino”, que foi apontada em 1991 por Zarzycki, de que o vidro seria um sólido, porém, sem apresentar a estrutura cristalina, ou seja, não possui a mesma estrutura dos cristais, sendo, então, não cristalino. Uma definição mais recente proposta pelo pesquisador brasileiro Edgar Zanotto, juntamente com o pesquisador John Mauro (ZANOTTO e MAURO, 2017, p. 494, tradução nossa) indica que os “vidros” são: “um estado da matéria que não é cristalizado e não está em equilíbrio, que parece sólido em uma escala de tempo curta, mas relaxa continuamente rumo ao estado líquido”. Dessa forma, de acordo com o próprio Zanotto descrito pela reportagem à Vaiano (2017):

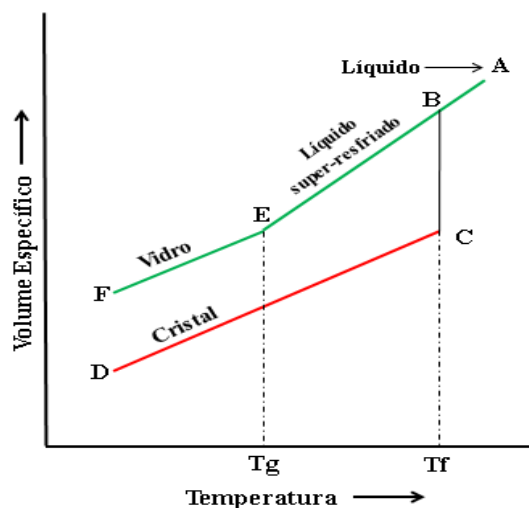
O vidro é um líquido que foi resfriado até congelar. Mas suas moléculas continuam distribuídas de maneira desordenada, como o líquido que o gerou. Em altas temperaturas, o vidro flui facilmente. Em temperatura ambiente, ele também pode fluir. Mas isso levaria muitas eras geológicas (VAIANO, 2017).

^c Possibilidade de Ensino: ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA - Conforme apresentado no texto, existiu o impasse sobre o estado físico dos vidros ser sólido ou líquido. Assim, existe a possibilidade de se trabalhar a relação entre as definições microscópicas, que são ensinadas sobre esses estados e aquelas que realmente observamos em nível macroscópico no dia a dia. Do mesmo modo, na Química, como as demais ciências, não é feita por uma definição única.

O entendimento sobre os processos no qual se atribui esse “congelamento” dos átomos no vidro pode ser feito quando analisamos a preparação do vidro pelo método clássico de fusão/resfriamento⁴. Iniciando o resfriamento do material fundido a uma temperatura elevada, ocorre uma contração no material, até que se atinja o ponto de fusão (T_f). A partir desse ponto, dependendo da taxa de resfriamento, podem ocorrer um destes dois fenômenos (FIGURA 6) (CARTER; NORTON, 2007; THOMAS, 2013):

- a) Taxa de resfriamento baixa - os átomos têm tempo suficiente para se rearranjarem em uma estrutura organizada e o material atinge a cristalização, formando, então, cristais e reduzindo significativamente o seu volume específico ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$);
- b) Taxa de resfriamento alta - o material se tornará cada vez mais viscoso, até que a mobilidade em nível atômico praticamente deixa de existir, fazendo com que os átomos se fixem espacialmente de forma aleatória e desordenada (mantendo a estrutura de líquido), encontrando-se num estado metaestável de líquido superresfriado. O líquido superresfriado passa então ao estado vítreo, pela temperatura de transição vítrea (T_g). Nesse caso, ocorre baixa redução no volume específico e o material não se cristaliza, mas se vitrifica ($A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F$).

⁴ Ressalta-se que existem outros métodos de preparação de vidros como sol-gel e sol-gel/emulsão, deposição química a vapor, dentre outras possibilidades (KHADAR e SEBASTIAN, 2004).



D Possibilidade de Ensino: INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS – A curva de volume específica *versus* temperatura é uma das mais importantes para a compreensão sobre o comportamento dos vidros e o seu preparo.

Figura 6: Resfriamento do fundido para obtenção de vidro - volume específico *versus* temperatura.^D

Fonte: Elaborada pelos autores.

^E A transição vítrea pode ser considerada como a temperatura em que todo o líquido passa ao estado vítreo - propriedade que diferencia o vidro de um cristal. Ressalta-se que na transição vítrea não ocorre transformação de fase, ainda que constitua uma transição cinética, ou seja, dependa da taxa de variação de temperatura imposta ao material (CARTER e NORTON, 2007).

Em relação ao volume específico, observa-se que para obtenção do vidro seja necessário o resfriamento rápido, de forma que não ocorra um arranjo dos átomos, para a mesma massa de partida, o vidro apresenta um volume maior do que o cristal de mesma massa. Assim, a densidade de um vidro é menor quando comparado ao cristal de mesma composição (AKERMAN, 2013).

E Possibilidade de Ensino: TEMPERATURA DE FUSÃO – A temperatura de fusão é um critério importante quando se prepara um vidro. Entretanto, ressalta-se que durante o processo de fundição, o material possui a temperatura de fusão, caracterizada pelos compostos de partida no estado sólido. Isso significa que acima da sua temperatura de fusão (T_f), o estado em que o material vai estar é o líquido e abaixo é o sólido. Contudo, uma vez que se obteve o vidro, esse não apresenta mais uma temperatura de fusão, pois, como os átomos já se encontram desordenados, o aumento da temperatura não irá fazer com que se passe da ordem para a desordem dos átomos, mas sim que ocorra uma diminuição da viscosidade (BROWN et al., 2005; MASSERA, 2009; THOMAS, 2013). Dessa forma, está a possibilidade de novamente compreender que as definições não são únicas, uma vez que para se considerar a temperatura de fusão não basta apenas o critério de aumento de temperatura.

Na teoria, qualquer material pode ser vitrificado, levando-o à fase líquida e sendo resfriado a uma taxa suficientemente alta; na prática, isso não é tão simples, pois a taxa de resfriamento para alguns materiais tem que ser muito alta. Os materiais que podem constituir um vidro são aqueles que possuem ainda a característica de ser viscoso e ter aumentado muito

a sua viscosidade⁵ durante o resfriamento e que apresente a transição vítrea (critério importante na definição de vidros). A viscosidade é uma propriedade chave do vidro.

^F Precisamos saber qual é a viscosidade do vidro em diferentes temperaturas, para que ele possa ser formado, moldado e recozido. Ainda, deve ser levado em consideração a espessura, pois juntas essas variáveis indicam a facilidade ou não de um material ser vitrificado. A Tabela 1 apresenta os valores para a taxa de resfriamento e a espessura crítica (menor espessura possível para a obtenção do vidro na taxa de resfriamento) para alguns materiais para a formação vítrea, sendo que, a sílica e o dióxido de germânio formam vidros facilmente, diferentemente da água e da prata, que possuem um alto valor de taxa de resfriamento e precisam de condições de preparação extremas, caso se queira produzir um vidro a partir deles (CARTER e NORTON, 2007; RIAÑO, 2006; VARSHNEYA, 2006).

F Possibilidades de Ensino: DENSIDADE - O conceito de densidade pode ser explicado pela comparação entre o preparo do vidro em relação ao do cristal de mesma composição e mesma massa, quando se leva em consideração o volume específico (sendo a densidade $d = m/V$). Uma estratégia para apresentar o conceito pode ser utilizar a analogia apresentada por Akerman (2013) sobre a “teoria da mala”, no qual compara o preparo do cristal com o preparo de uma mala quando saímos de férias e temos tempo para arrumar com cuidado e organizá-la. O preparo do vidro seria a volta das férias, com as roupas usadas e sem tempo se acaba as guardando “de qualquer jeito”, ocupando um espaço maior do que quando foram.

VISCOSIDADE – Outro conceito importante na compreensão dos vidros é a viscosidade, pois esse é um fator que acaba importando na definição quando se trata da temperatura de transição vítrea e a de que o vidro seria um líquido muito viscoso. Para a compreensão da viscosidade vale fazer um paralelo, comparando-se o escoamento do mel com o da água, por exemplo.

Tabela 1: Valores de taxa de resfriamento e espessura crítica para formação de vidros de alguns materiais.

Material	Taxa de Resfriamento (Ks ⁻¹)	Espessura crítica (cm)
Sílica	2x10 ⁻⁴	400
Dióxido de Germânio	7x10 ⁻²	07
Água	10 ⁷	10 ⁻⁴
Prata	10 ¹⁰	10 ⁻⁵

Fonte: Riaño (2006, p. 22).

Após o preparo do vidro - fundição e resfriamento -, é necessário realizar um tratamento térmico denominado “recozimento”. Esse tratamento é importante, pois, durante o preparo o exterior, o vidro irá se resfriar mais rapidamente do que o interior do material, fazendo com que a parte externa tenda a ocupar um volume maior do que o interior, conforme já citado em relação ao volume específico. Essa diferença faz com que ocorra o surgimento de tensões, que podem levar à quebra. Assim, realizar o recozimento permite aliviar essas tensões

⁵ A viscosidade é a dificuldade dos átomos se moverem uns em relação aos outros e quanto maior ela for mais dificuldade tem o líquido de escoar (AKERMAN, 2013).

inerentes ao preparo, aquecendo o material em uma temperatura um pouco abaixo da T_g (CALLISTER, 2007; RIAÑO, 2006; THOMAS, 2013).

Apesar de na prática nem todos os materiais poderem ser vitrificados, inúmeras são as possibilidades de combinações que podem ser feitas para se obter um vidro, de acordo com as propriedades desejadas, em diversas composições diferentes, variando os elementos da Tabela Periódica. No entanto, uma das principais classes é a dos vidros óxidos e o material mais empregado para produção de vidros é a sílica ou o óxido de silício (SiO_2), sendo o silício o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre e o oxigênio o primeiro. A Figura 7 apresenta as formas na qual a sílica pode ser encontrada na natureza (AKERMAN, 2013; CARTER e NORTON, 2007).



Figura 7: Formas da sílica encontradas na natureza.

Fonte: Akerman (2013, p. 19).

O constituinte básico na estrutura da sílica é o tetraedro formado pelo átomo de silício ligado a quatro oxigênios (Figura 8). Os oxigênios se ligam a outros átomos de silício de outro tetraedro, formando a rede tridimensional. Tanto a sílica como os demais óxidos precursores não possuem, na sua estrutura, moléculas discretas, como a água quando está na forma de gelo, que formam sólidos moleculares, mas sim formando os sólidos reticulares, ou seja, que formam redes 3D (retículos). Os óxidos como a sílica são denominados como formadores, pois, sozinhos são capazes de formar vidro. No entanto, apesar de produzir um excelente vidro por si só, os vidros de sílica requerem altíssimas temperaturas de fusão devido a essas ligações serem muito fortes, o que eleva o seu custo devido ao gasto energético (AKERMAN, 2013; BROWN et al., 2005; CARTER e NORTON, 2007; MARCONDES, 2019).

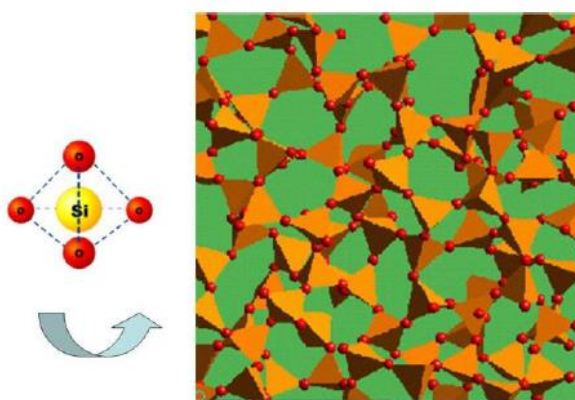


Figura 8: Unidade básica (SiO_4) da sílica e como se unem formando a rede tridimensional do vidro.

Fonte: AKERMAN (2013, p. 19).

^G Para resolver essa questão são utilizados elementos fundentes, que servem para diminuir a temperatura de fusão. Geralmente, os fundentes são os elementos metais alcalinos e alcalinos terrosos (em especial o sódio e o cálcio), que participam da composição do vidro na forma dos seus óxidos, que são denominados, dentro da estrutura vítrea, como modificadores de rede. Com a adição dos modificadores, os átomos de sódio e o cálcio que possuem muita afinidade com o oxigênio se ligam a eles, deixando de se ligarem ao átomo de silício, o que gera um “corte” na rede, ou seja, interrompem a continuidade da rede vítrea pelas ligações iônicas, fazendo com que se diminua a temperatura e a viscosidade. A utilização tanto do sódio quanto do cálcio se dá devido à adição do sódio fazer com que se aumente a solubilidade do material (AKERMAN, 2013; BARROS, 2010; MARCONDES, 2019).

^G Possibilidades de Ensino: LIGAÇÕES QUÍMICAS, ÓXIDOS e SÓLIDOS COVALENTES (RETICULARES) – O estudo da estrutura dos vidros possibilita estudar diversos conceitos. Um deles seria dos compostos de partida, que na sua grande maioria são óxidos, assim a possibilidade de estudar os óxidos. Também a esses conceitos está relacionado o conteúdo de Ligações Químicas, podendo junto com o estudo das estruturas diferenciar as ligações entre os átomos (covalentes, iônicas e metálicas), com as ligações entre moléculas; uma vez, que, por exemplo, tanto a água quanto o diamante realizam ligações covalentes, no entanto, o diamante forma o sólido covalente (não forma moléculas), enquanto a água forma sólido molecular (devido às ligações intermoleculares). No caso dos óxidos/vidro se trata da estrutura dos sólidos covalentes. É importante associar essas estruturas com as propriedades dos materiais, como, por exemplo, as temperaturas de fusão.

^H Os vidros constituídos de sílica, sódio e cálcio são conhecidos como sodo-cálcicos e a representação da sua estrutura está demonstrada na Figura 9. Esses vidros correspondem à grande maioria das aplicações utilizadas, como embalagens, vidraças, lâmpadas, artigos domésticos, dentre outros objetos. Proporcionalmente, são adicionados os percentuais molares: 69 a 72% de SiO_2 // 13 a 16,5% de Na_2O // 9,5 a 16,5% de CaO e 0,9 a 2,3% de Al_2O_3 (AKERMAN, 2013; BARROS, 2010; CARTER e NORTON, 2007).

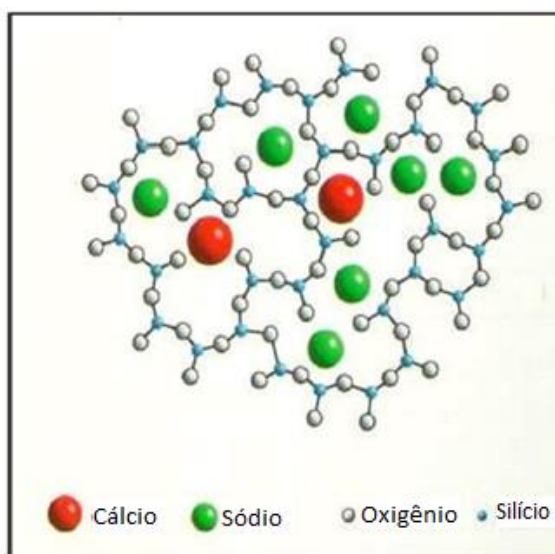


Figura 9: Representação bidimensional da estrutura de um vidro sodo-cálcico.

Fonte: AKERMAN (2013, p. 22).

II Possibilidade de Ensino: COMPOSIÇÃO MOLAR - No preparo dos vidros, a composição em que estamos interessados é a molar (e a final do vidro), sendo assim, há a possibilidade de conceitos como molaridade e conversão entre mol e massa.

Para exemplificar, usaremos a composição molar nominal do vidro sodo-cálcico apresentado, considerando: 70% SiO₂, 14% Na₂O, 14% CaO e 2% Al₂O₃.

Para iniciar os cálculos, consideramos a massa molar do vidro para 1 mol, pelo percentual de cada constituinte multiplicado pela sua massa molar:

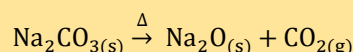
$$\text{Massa molar}_{\text{vidro}} = 0,7 \times 60,08 (\text{SiO}_2) + 0,14 \times 61,97 (\text{Na}_2\text{O}) + 0,14 \times 56,07 (\text{CaO}) + 0,02 \times 101,96 (\text{Al}_2\text{O}_3) \\ = 60,62 \text{ g/mol}$$

A partir daí, calcula-se a quantidade em massa (g, kg, etc.) de cada reagente, considerando a massa total de vidro que se deseja. Por exemplo, caso quiséssemos preparar 50 g desse vidro, precisaríamos, então, de:

$$\text{SiO}_2: \frac{0,7 \times 60,08}{60,62} \times 50 \text{ (g)} = 34,68 \text{ g} \quad || \quad \text{Na}_2\text{O}: \frac{0,14 \times 61,97}{60,62} \times 50 \text{ (g)} = 7,16 \text{ g} \\ \text{CaO}: \frac{0,14 \times 56,07}{60,62} \times 50 \text{ (g)} = 6,48 \text{ g} \quad || \quad \text{Al}_2\text{O}_3: \frac{0,02 \times 101,96}{60,62} \times 50 \text{ (g)} = 1,68 \text{ g}$$

A maior parte das matérias-primas utilizadas na produção industrial de vidros é na forma de minerais extraídos da natureza. Conforme já apresentado, para a sílica, uma das fontes é a areia, que deve ser beneficiada, tanto para a separação de grãos, quanto para eliminar componentes que prejudiquem o preparo dos vidros, ou seja, necessita de purificação. O cálcio, assim como outros componentes (como magnésio e alumina – que melhoram as propriedades físicas), é obtido a partir de rochas retiradas em pedreiras, a partir do mineral calcário, que é uma rocha que contém quantidade superior a 30% de carbonato de cálcio (CaCO₃).^I O sódio entra na composição pela barrilha ou carbonato de sódio anidro (Na₂CO₃), que é uma matéria-prima industrial (AKERMAN, 2013; BARROS, 2010; CARTER e NORTON, 2007).

I Possibilidade de Ensino: REAÇÃO DE DECOMPOSIÇÃO – Apesar de termos calculado a quantidade de massa necessária dos reagentes nos vidros, muitas vezes não são adicionados à massa para a fusão do componente final que fica no vidro, em especial, os óxidos de alcalinos que são bastante higroscópicos. Conforme apontado no texto, eles são introduzidos na forma de carbonatos, que quando aquecidos são decompostos, apresentando, assim, a possibilidade de estudo de reações de decomposição. A reação de decomposição do carbonato de sódio é apresentada a seguir:



Conforme já mencionado, diversos podem ser os constituintes dos vidros, sendo os principais os inorgânicos, porém, já são conhecidos os vidros metálicos e os vidros orgânicos. Além disso, vidros do mesmo sistema vítreo (que possuem os mesmos precursores), mas que apresentem composição vítrea diferente (percentuais molares diferentes) possuem propriedades diferentes. A Figura 10 mostra um diagrama na variação das propriedades, conforme a variação dos óxidos. Justamente por poder variar a composição vítrea, os vidros são considerados materiais que são produzidos não-estequiometricamente (ALVES; GIMENEZ; MAZALI, 2001).

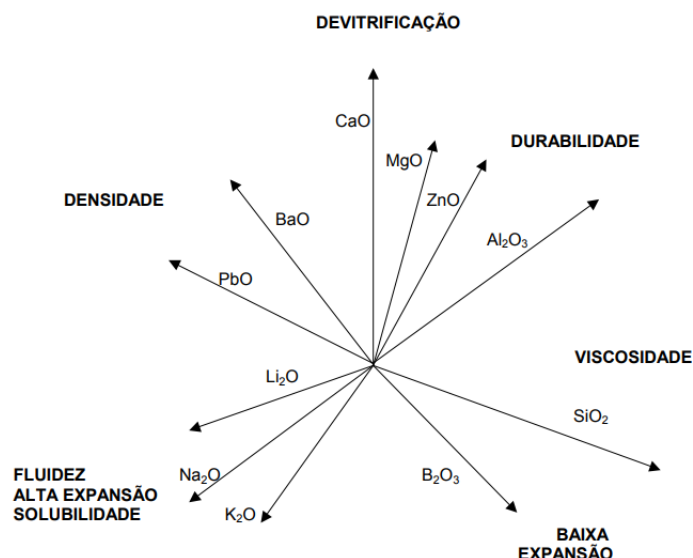


Figura 10: Variação das propriedades dos vidros conforme a variação da composição.

Fonte: AKERMAN (2000, p. 23).

Dentre as propriedades de grande interesse dos vidros se tem a má condução de calor, e a transparência e coloração, pois podem ser obtidos vidros coloridos, assim como transparentes até opacos^J. Além do aspecto estético, os vidros coloridos também possuem a função de filtrar certas radiações de luz indesejadas. Um exemplo disso é que para não deteriorar o conteúdo de bebidas e medicamentos, as embalagens servem para filtrar a radiação ultravioleta, sendo esse o motivo das garrafas de cerveja e vinhos nas cores verdes ou âmbar.

Outra propriedade é ser quimicamente inerte, ou seja, não reage com quase nenhum componente, o que é bom, por exemplo, do seu uso nas janelas, que permanecem por séculos com o aspecto de novos. Essa propriedade também é o que faz com que os vidros sejam utilizados como embalagens (AKERMAN, 2013; CARTER e NORTON, 2007).

^J **Possibilidade de Ensino:** ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E TRANSPARÊNCIA – os conceitos de espectro eletromagnético podem ser estudados quando consideramos a transparência do material, uma vez que ela está relacionada a não absorção dos comprimentos de onda em determinada região do espectro eletromagnético. No geral, quando consideramos que o material é transparente, sugere-se que seja, na região visível, no entanto, pode ser transparente em outras regiões também. Além disso, há a relação entre esses conceitos diretamente aos níveis eletrônicos, uma vez que os comprimentos de onda do espectro eletromagnético estão diretamente relacionados à diferença de energia entre os níveis. Dessa forma, pelo estudo dos vidros é possível contextualizar macroscopicamente conceitos algumas vezes considerados abstratos.

Em relação à resistência do vidro geralmente ocorre uma confusão, atribuindo ao vidro o termo “fraco”. No entanto, um material ser considerado fraco implica que não resiste e se quebra quando se aplica uma força mesmo que baixa, como num giz. Entretanto, o vidro não é fraco, na verdade, é um material muito forte. No entanto, o vidro é classificado como um material frágil, ou seja, não é muito resistente a impactos e, por isso, a utilização dos vidros laminados, por exemplo, que é composto por placas de vidro intercaladas com o polímero polivinil butiral (PVB) ou a resina (AKERMAN, 2013; CALLISTER, 2007; CARTER e NORTON, 2007). Os vidros podem ser classificados de diversas maneiras, conforme disposto no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação dos vidros.

Quanto ao Tipo	Quanto à Forma	Quanto à Transparência ⁶	Quanto ao Acabamento da Superfície	Quanto ao Cor
* Reozido	* Chapa Plana	* Transparente	* Liso	* Incolor
* Segurança Temperado	* Chapa Curva	* Translúcido	* Polido	* Colorido
* Segurança Laminado	* Perfilada	* Opaco	* Fosco	
* Segurança Aramado	* Chapa Ondulada		* Espelhado	
* Térmico absorvente			* Gravado	
* Composto			* Esmaltado	
			* Termo refletor	

Fonte: BARROS (2010).

Alguns outros vidros à base de sílica com as respectivas aplicações estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Tipos de vidros com aplicações.

Tipo de Vidro	Aplicações
Sílica Vítreo	Indústria aeroespacial, telescópios e fibras ópticas
Sodo-cálcico	Embalagens, indústria automobilística, construção civil e eletrodomésticos
Borossilicato	Utensílios resistentes a choques térmicos
Vidro ao chumbo	“Cristais”: copos, taças, peças artesanais

Fonte: SOARES (2018).

Dentre os vidros apresentados, destacam-se os vidros ao chumbo, que são comumente chamados de “cristais”, porém, conforme já apresentado não são de fato um cristal. No entanto, esses vidros correspondem a uma classe de vidros de bastante interesse comercial e artístico. ^k Em termos de composição química, não há grande diferença em relação aos demais vidros de sílica, contudo a adição de chumbo ao vidro aumenta muito o índice de refração, o que junto com o menor percentual de defeitos superficiais leva ao aumento do brilho, sendo comparado então ao cristal. Além da aplicação como utensílios e peças artísticas, também são utilizados na fabricação de instrumentos ópticos, anteparos para blindagem de radiação gama e como vidro para solda (ALVES, GIMENEZ e MAZALI, 2001; BARROS, 2010; CARTER e NORTON, 2007).

⁶ Aqui é considerada a transparência na região visível do espectro eletromagnético. Alguns vidros podem ser opacos na região visível e transparentes em regiões como o infravermelho (MARCONDES, 2019).

K Possibilidade de Ensino: TOXICIDADE – O chumbo é um dos elementos considerados como tóxico e é utilizado para preparar os “cristais”, apesar de, atualmente, serem desenvolvidas alternativas. Dessa forma, existe a possibilidade de se tratar a questão da toxicidade de materiais e como proceder com o descarte.

A história dos vidros “cristais” data por volta de 1200 na idade média, no qual é contado que os vidreiros da época foram confinados na ilha de Murano na Itália (conhecida atualmente como a “ilha dos vidros”), localizada próximo da cidade de Veneza. A justificativa primária para esse confinamento foi a necessidade de redução de incêndios devido à combustão; no entanto, o que é mais considerado é que seria para manter as técnicas e os procedimentos em segredo, passando apenas de pais para filhos. Foi nessa ilha então que se deu origem a esse vidro transparente e com alto brilho, chamado de “*cristallo*” (AKERMAN, 2013).

^L Foi ali que foram desenvolvidos os vidros artísticos e criativos, coloridos, com formas variadas, produzidos manualmente. Como esses vidros foram desenvolvidos na ilha de Murano, são considerados os “cristais Murano”. Muitas peças artesanais são vendidas como cristais “Murano”, no entanto, essa é uma nomenclatura errônea, pois esse nome é protegido (DOC – Denominação de Origem Controlada), reservado apenas para aquelas produzidas na ilha de Murano (CRISTAIS CÁ D’ORO, 2021; EPTV, 2018).

L Possibilidade de Ensino: HISTÓRIA DA ARTE E A QUÍMICA – Os vidros “cristais” são considerados vidros artísticos, assim como quem os fazem são considerados artesãos. Assim, estudar a história e a origem desses vidros constitui um estudo relacionado à história da arte.

Na cidade de Poços de Caldas, localizada no sul de Minas Gerais, existe uma relação histórica importante com a produção desse tipo de vidro, com várias empresas que comercializam os vidros “cristais”, fazendo parte, inclusive, de um dos atrativos turísticos da cidade. Uma dessas empresas é a Cristais Cá d’Oro, que produz vidros artísticos e que segundo o site da própria empresa, utiliza as mesmas características técnicas usadas em Murano. Ainda de acordo com o que está disponibilizado na página web, Mario Seguso foi o responsável por trazer para a cidade a produção desses vidros em 1964 e, desde então, está há quase 60 anos na cidade. É relatado que Mario Seguso, nascido em Murano em 1929, é descendente de uma das famílias mais antigas e famosas de vidreiros, que se estabeleceu no Brasil desde 1954 (AKERMAN, 2000; CRISTAIS CÁ D’ORO, 2021; EPTV, 2018).

O vidreiro/artista utilizava essas peças de “cristais” para a gravação, mas que na época era difícil encontrar aquelas com as características desejadas. Sendo assim, junto com os seus amigos, Vitério e Alamiro Ferro (irmãos – também de família de Murano), passaram a produzir os vidros em forno próprio arrendado de Aldo Bonora, abrindo, então, a própria fábrica (CRISTAIS CÁ D’ORO, 2021; EPTV, 2018).

A empresa foi inaugurada em fevereiro de 1965 e o nome é uma homenagem ao palácio de Veneza, que possui a mesma nomenclatura e pela tradução significa “Casa de Ouro”. Os vidros produzidos pela empresa são feitos de forma manual e artesanal. Após a saída dos parceiros, Mario Seguso passou a ter a colaboração dos filhos na fábrica, aumentando a produção, a distribuição e os desenhos das peças (CRISTAIS CÁ D’ORO, 2021; EPTV, 2018).

^M Adriano Seguso tomou a frente da empresa no final dos anos 90 e em 2004 ocorreu uma grande reforma para a ampliação da área construída, assim como uma grande vitrine para

acompanhar o trabalho dos artesãos. A Figura 11 apresenta uma foto de um dos “cristais” produzidos pela empresa (CRISTAIS CÁ D’ORO, 2021; EPTV, 2018).

M Possibilidade de Ensino: CONTEXTUALIZAÇÃO COM A HISTÓRIA DA CIDADE DE POÇOS DE CALDAS – Sendo a história da cidade de Poços de Caldas relacionada à própria história dos vidros artísticos e vice-versa, existe a possibilidade de contextualização local, tanto dentro da própria cidade quanto dos municípios vizinhos. Nesse sentido, ainda seria possível considerar a possibilidade de se realizar uma visita técnica às empresas que produzem o vidro, tornando o ensino ainda mais presente dentro de uma contextualização.



Figura 11: Vaso de vidro produzido pela empresa Cristais Cá D’Oro.

Fonte: Venda Cristais Cá D’oro (2021).

Ainda hoje, a fabricação e a comercialização dos vidros “cristais” se constituem como um segmento importante na cidade, incluído na rota turística e permitindo que a cidade de Poços de Caldas seja conhecida nacionalmente como um polo de vidro artístico no país ou “a cidade do cristal” (EPTV, 2018).

N Possibilidade de Ensino: PREPARO DE VIDRO FALSO - Existem diversos locais que ensinam como produzir o vidro falso, podendo, então, constar alguma prática a ser realizada. No site “Escola Kids”⁷ é possível encontrar a seguinte “receita”:

1. Colocar ½ xícara de chá de água numa panela (e um **adulto** deve aquecê-la no fogão)
2. Depois que começar a ferver, adicionar 1 xícara de chá de açúcar, misturando-o bem até que ele derreta
3. Adicionar 4 colheres de sopa de xarope de milho (ou glucose), mexendo bastante
4. Tampar a panela e deixar ferver por cerca de 6 minutos
5. Enquanto isso, passar óleo de cozinha numa assadeira (para descolar depois o vidro)
6. Desligar o fogo e passar o conteúdo para a assadeira (deve-se tomar bastante cuidado devido à alta temperatura!!)
7. Levá-lo para o congelador, por no mínimo, 30 minutos
8. Desinformar e estará pronto o vidro falso!!

^N Conforme disposto ao longo do texto, os principais materiais de partida dos vidros são inorgânicos, no entanto, considerando a definição de vidro, outro material também seria um vidro: o caramelo. Ele é classificado como um “vidro comestível”, uma vez que a bala de açúcar é um vidro. O açúcar em temperatura ambiente é um cristal, se o aquecermos, ele se funde,

⁷ “Fazendo um vidro falso” da Escola Kids, podendo ser acessado pelo *link*: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/fazendo-um-vidro-falso.htm>.

tornando-se um líquido (caramelo), que quando jogamos numa superfície fria como a pia, ele se solidifica, formando, assim, um vidro. Esse tipo de vidro é considerado também como um “vidro falso”, que, muitas vezes, são utilizados em produção de televisão e cinema em cenas, nos quais ocorre a quebra, por exemplo, de copos, garrafas ou janelas quebradas, nos quais os atores passam sem se machucarem. A Figura 12 apresenta a “fabricação” de um vidro de açúcar (AKERMAN, 2013).



Figura 12: “Fabricação” de vidro de açúcar.

Fonte: Akerman (2013, p. 18).

° A questão ambiental também é um fator positivo do material vidro, uma vez que pode ser completamente reciclável (1 kg de vidro usado/caco produz 1 kg de vidro novo). Isso traz diversas vantagens: a primeira é em relação ao meio ambiente, deixando de utilizar matérias-primas minerais novas e uso de menos energia para produção, gerando menos gases. Além disso, com a reciclagem, não ocorre o descarte no ambiente. Ressalta-se que uma vez que o vidro esteja colorido, não é possível obter um vidro incolor pela reciclagem dele. A Figura 13 apresenta o ciclo de reciclagem do vidro. O interessante é que nem todas as aplicações podem utilizar vidros reciclados (AKERMAN, 2013; GENCER, 2016).

° **Possibilidade de Ensino: AMBIENTAL E RECICLAGEM** – A reciclagem é um assunto imprescindível no ensino atual e, como os demais materiais, o vidro não é diferente. Assim, existe a possibilidade de estudo sobre reciclagem desse material concomitante à questão ambiental, pois a reciclagem permite, justamente, essa conscientização em relação aos cuidados com o meio ambiente.



Figura 13: Ciclo de reciclagem do vidro.

Fonte: Soares (2018, p. 28).

6. DISCUSSÃO

O produto educacional proposto e disposto no item 5 neste artigo considera as possibilidades de ensino de Química, a partir da temática dos “vidros”, valorizando a contextualização histórica, tanto no que tange ao próprio desenvolvimento do material vidro, como também de vidros artísticos. Além disso, enfatiza-se a possibilidade da contextualização local na cidade de Poços de Caldas-MG, que conta com fábricas de produção de vidros artísticos abertas para a visita.

De acordo com a BNCC: “[...] a oferta de diferentes itinerários formativos pelas escolas deve considerar a realidade local [...]” (BRASIL, 2018, p. 478). Está inclusive previsto pelo PCN+ a possibilidade de “realizar estudos do meio, como visitas a indústrias, [...] em função de uma situação problemática ou tema em estudo” (BRASIL, 2002, p.109).

Essas possibilidades foram levantadas, considerando, ainda, que de acordo com a BNCC e os PCNEM/ PCN+, é importante o reconhecimento da ciência e da tecnologia como uma criação humana, inseridas dentro da sua história e na sociedade. Ainda na mesma direção é posto que não é suficiente apenas indicar nomes e datas da história da ciência, mas as construções sociais e culturais por trás delas, que é o que foi proposto no material elaborado. O próprio PCNEM considera que: “A História da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos” (BRASIL, 2000, p. 31).

Devem ser consideradas as seguintes possibilidades: aplicações dos vidros, toxicidade, reciclagem e meio ambiente, apresentadas nos quadros. Observa-se que esses conceitos aparecem na BNCC em habilidades, como EM13CNT101, EM13CNT104 (BRASIL, 2018, p. 555) e EM13CNT307 (BRASIL, 2018, p. 559). Essas diretrizes dispõem sobre o desenvolvimento sustentável e o uso consciente de recursos, bem como aos riscos à saúde e ao meio ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade dos materiais. Também é abordada a adequação do uso dos materiais em diferentes aplicações, como industrial, cotidiana, arquitetônica e tecnológica.

O uso do produto educacional temático proposto indica, também, a possibilidade de ensino de caráter técnico e que seriam considerados mais propriamente da ciência Química, incluindo: estados físicos da matéria, temperatura de fusão, interpretação de gráficos, densidade, viscosidade, ligações químicas, óxidos, sólidos covalentes (reticulares), composição molar, reação de decomposição e espectro eletromagnético/transparência.

Essas possibilidades se encontram em vários trechos do CBC-MG (MINAS GERAIS, 2008), em especial no Eixo Temático I. A relação entre o conhecimento estrutural com os estados físicos da matéria (apontado como as possibilidades de ensino, a partir dos vidros) se encontra disposto, por exemplo, nos tópicos/habilidades: “Identificar as propriedades físicas: temperatura de fusão [...] / caracterizar a partir do uso de modelos, os estados físicos dos materiais / nomear as mudanças de fase e associar essas mudanças com a permanência das unidades estruturais [...]”. Outras dessas possibilidades também se encontram no CBC-MG, como a densidade, óxidos, reações (de decomposição no caso citado neste artigo), sólidos covalentes, quantidade de matéria (mol), dentre outras maneiras.

Por último, dentre diversas abordagens metodológicas que podem ser utilizadas em cada uma dessas possibilidades de estudo, a partir da temática “Vidro”, sugere-se uma ferramenta que possui diversos desses conceitos sobre vidros de forma lúdica e didática, através da História em Quadrinhos (HQ), disponibilizado pelo “Centro de Pesquisa, Educação e Inovação

em Vidros” (CeRTEV), no estilo “Mangá”⁸. Nessas HQ se pode encontrar várias dessas possibilidades, desde História dos vidros, Estado Físico até sua Reciclagem. A Figura 14 mostra um quadrinho, como exemplo, do trabalho feito pelo (CeRTEV).

Dessa forma, é possível considerar o tema “vidros” como uma temática que possibilita o ensino de diversos conteúdos do Ensino Médio, dentro da disciplina de Química, assim como se propicia a interdisciplinaridade e a inclusão em contextos sociais e artísticos. Dentro da cidade de Poços de Caldas (MG) existe, ainda, a alternativa de contextualização pela história da cidade.



Figura 14: Trecho de HQ produzida pela CeRTEV.

Fonte: IWATA e LUPETTI (2015).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino dos conteúdos de Química, de maneira significativa e contextualizada, vem ganhando cada vez mais importância no espaço escolar.

A abordagem temática se mostra como uma interessante metodologia para facilitar essa contextualização na sala de aula, permitindo tanto a inserção de novos conteúdos, quanto a sua conexão com a disciplina a ser ensinada.

A proposta apresentada mostra a possibilidade de se realizar a contextualização do ensino de Química pela abordagem temática local, trazendo aos alunos a condição de visualizarem os conteúdos escolares relacionados ao seu contexto sociocultural.

O material bibliográfico desenvolvido neste artigo traz os principais conceitos sobre o tema escolhido, “vidros”, sendo elaborado, assim como indica os conteúdos de química que podem ser trabalhados em sala de aula de Química, a partir desse tema estando contemplados na BNCC, PCNEM E CBC-MG.

Sugere-se o presente material, no ensino do tema “vidros”, como uma abordagem para a sala de aula de Química, uma vez que a temática está atrelada aos temas relacionados à Ciência e Tecnologia, mesmo que não costume ser muito discutido na escola. Possibilita-se,

⁸ As HQ podem ser consultadas em: <http://www.vidro.ufscar.br/#manga>. Acesso em: 11 fev 2021.

com ele, trazer aos alunos e professores, a valorização da sua realidade de vida e o contexto histórico local, Poços de Caldas (MG), onde também foi realizada esta pesquisa.

Recomenda-se que o material possa contribuir para auxiliar os professores de Química no ensino de conteúdos relacionados à temática de “vidros” e, como exemplo para a confecção de produtos educacionais, foram usadas temáticas sobre a sua importância para outras localidades, segundo cada região. Assim, trabalhou-se um ensino contextualizado, que permitisse a facilitação do ensino e da aprendizagem dessa disciplina ou mesmo da interdisciplinaridade na sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ACÁCIO, M. A. **Estudo dos processos de nucleação e cristalização em vidros boratos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.
- ALIOTO, M. R.; CALEFI, P. S.; REIS, M. J. Educação problematizadora no ensino de química: a indústria sucroalcooleira como tema gerador de uma sequência didática em uma escola pública de Sertãozinho-SP. **Revista Iluminart**, ano IX, n. 15, p. 157-174, 2017.
- ALVES, O. L.; GIMENEZ, I. de F.; MAZALI, I. O. Vidros. **Química Nova na Escola**, Edição Especial, p. 13-24, maio 2001.
- AKERMAN, M. **Natureza, Estrutura e Propriedades do Vidro**. CETEV, 2000. (Apostila Centro Técnico de Elaboração do Vidro).
- AKERMAN, M. **Introdução ao vidro e sua produção**. CETEV, 2013. (Manual Escola do Vidro).
- BACKES, N. F.; PROCHNOW, T. R. Ensino de ciências contextualizado: uma proposta para a aula de química do 9º ano. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8, 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.
- BARRETO, N. M. B. Temas geradores utilizados no ensino de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8, 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.
- BARROS, C. **Apostila de vidros**. Pelota: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense - Campus Pelota, 2010.
- BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. O ensino de química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. **Ciência e Natura**, v. 36, ed. Especial II, p. 819-826, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da natureza e suas tecnologias**. Brasília, 2006b. v. 2
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação, Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM) – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+) - Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. **Química a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora S.A, 2007.
- CARTER, C. B.; NORTON, M. G. **Ceramic Materials: science and engineering**. Nova York: Springer, 2007.

CAVAGLIER, M. C. dos S.; MESSEDER, J. C. Plantas medicinais no ensino de química e biologia: propostas interdisciplinares na educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n.01, p. 55-71, 2014.

COSTA JÚNIOR, W. J. F. da. **Drogas psicoativas no ensino de química**: uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para a EJA (Educação de Jovens e Adultos). 2018. Mestrado (Ensino de Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

CRISTAIS CÁ D'ORO. **História da Cá D'oro**. Disponível em: <https://cristaiscadoro.com.br/historia/#:~:text=A%20Cristais%20C%C3%A1%20d'Oro,de%20Murano%20em%20Veneza%20%E2%80%93%20It%C3%A1lia.&text=O%20nome%20C%C3%A1%20d'Oro,livre%20significa%20Casa%20de%20Ouro>. Acesso em: 29 jan. 2021.

EPTV. **Mestres vidreiros**. Série de reportagem. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2018/12/11/mestres-vidreiros-assista-a-videos-ineditos-da-serie-da-eptv.ghtml>. Acesso em: 29 jan. 2021.

FARIA, D. A. **O plástico como um tema gerador no ensino de química**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Química) - Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

FROZZA, E. **Proposta de abordagem temática na Revista Química Nova na Escola**: a pesquisa e a interdisciplinaridade. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, 2015.

GENCER, Y. G. Mystery of Recycling: glass and aluminum examples. In: AKKUCUK, U. **Handbook of Research on waste management techniques for sustainability**. Estados Unidos da América: IGI Global, 2016. p. 172-191.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C.; MOGOGA, T. F. Uma intervenção curricular baseada na abordagem temática: o caso do cultivo do arroz. In: Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias, 9. **Anais...** Girona, Comunicación, 2013.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES-PEÑA, A. Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos e propuestas de actuación. **Investigación en la escuela**, v. 43, p. 27-37, 2001.

GONÇALVES, T. S. **Caracterização estrutural e espectroscópica de vidros fluorofosfatos dopados e co-dopados com Er³⁺ Yb³⁺**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

HALIMAH, M. K. et al. Optical properties of ternary tellurite glasses. **Materials Science -Poland**, v. 28, n. 01, p. 173-180, 2010.

IWATA, A. Y.; LUPETTI, K. O. **Histórias de vidro em quadrinhos**. CERTEV. UFSCAR/DEMa, 2015. Disponível em: <http://www.vidro.ufscar.br/leituraonline.php?cap=001&cor=white>. Acesso em: 11 fev. 2021.

KHADAR, A. A.; SEBASTIAN, S. Optical properties of 60B₂O₃-(40-x)PbO-xMCl₂ and 50B₂O₃-(50-x)PbO-xMCl₂ (M = Pb, Cd) glasses. **Journal of Material Science - Indian**, v. 27, n. 02, p. 207-212, 2004.

KLEIN, S. G.; SÁUL, T. S.; MARQUES, S. G.; PANIZ, C. M.; MUENCHEN, C. Abordagem temática na Educação Básica: um olhar para as diferentes modalidades nas aulas de ciências da natureza. **Revista Ciências e Ideias**, v. 11, p. 139-164, 2020.

MARTINS, A. B.; SANTA MARIA, L. C.; AGUIAR, M. R. M. P. Drogas no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 18-21, 2003.

MARCONDES, L. M. S. **Vidros e vitrocerâmicas contendo óxido de níbio para dispositivos luminescentes**. 2019. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2019.

MATOS, I. R. M. **Caracterização estrutural e espectroscópica de vitrocerâmicos baseados em vidros teluretos dopados com íons de érbio**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

MENDES, M. **A água**: propriedades e importância para os organismos. Blog resumos de Biologia. 2013. Disponível em: <http://maxaug.blogspot.com/2013/02/a-agua-propriedades-e-importancia-para.html>. Acesso em: 29 jan. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **Currículo Básico Comum (CBC)** – Química no Ensino Médio. 2008.

OLIVEIRA, A. M. C.de. **A química no ensino médio e a contextualização**: a fabricação do sabão como tema gerador de ensino aprendizagem. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

PAOLI, M. A. de. Introdução a química de materiais. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, edição especial, n. 2, p. 03-04, 2001.

PASSOS, L. O. **Temas estruturadores para ensino de química I**. São Cristovão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2009.

PUPO, D. D.; SUTIL, G.; DANTAS, A. T. S. Uso do tema gerador “chocolate” para o ensino de química no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 6, 2018, Ponta Grossa. **Anais ...** Ponta Grossa: UTFPR, 2018.

RANGEL, F. C. da S.; GUIMARÃES, M. B.; LEMOS, A. dos S.; BARROS, A. C. R.; SAMPAIO, C. R.; LIMA, R. M.; MARCELINO, V. de S.; Diabetes Mellitus: um tema gerador para o ensino de química orgânica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: UFOP, 2014.

RIAÑO, L. P. N. **Preparação e caracterização óptica de vidros dopados com terras raras contendo nanoestruturas de prata**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SANTANA, I. S. de; MAZZÉ, F. M.; SILVA JÚNIOR, C. N. de. Água como tema gerador em uma unidade de ensino potencialmente significativa para abordar conceitos químicos. **Aprendizagem significativa em revista**, v. 07, n. 03, p. 20-42, 2017.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. da Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

SANTOS, E. da P.; SILVA, B.C.de F.; SILVA, G. B. da. A contextualização como ferramenta didática no ensino de química. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL: “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, 6, 2012, São Cristóvão. **Anais [...]**. São Cristóvão: UFSE, 2012.

SANTOS, R. T. F.; COSTA, T. J. N.; SANTOS, C. R. F.; ABREU, A. S.; OLIVEIRA, M. M. Química dos materiais: vidros como tema gerador de ligações químicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 13, 2014, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Associação Brasileira de Química, 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 01, p. 59-77, 2011.

SILVA, J. L. da.; SILVA, D. A. da.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; BENEDITTI FILHO, E.; FIORUCCI, A. R. A utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do Ensino Médio

para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 04, p. 189-200, 2012.

SILVA, E. L. da. **Contextualização no ensino de química**: ideias e proposições de um grupo de professores. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SOARES, A. C.; FERREIRA, M.; SILVA, A. L. S.da.; PORTUGAL, K. O.; SILVA FILHO, O. L. da S.; IBALDO, A. P.; PEREIRA, J. T. do N.; RAMALHOS, L. B.; OLIVEIRA, B. P. de. A utilização de rótulos no ensino de química: um estudo da produção acadêmica de 2014 a 2019. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 03, n. 02, p. 120-141, 2019.

SOARES, T.F. **Reciclagem do vidro para embalagens de alimentos e bebidas como etapa do Sistema de Gestão Ambiental**. 2018. Monografia (graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SNYDERS, G. **A alegria na Escola**. Tradução de Bertha Halpern Guzoivitz e Maria Cristina Caponero. São Paulo: Editora Manole, 1988.

TOQUETTO, A.R. O tema “vidro plano (tecnologia *float*)” para a educação científica e tecnológica. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 02, p. 153-161, 2017.

THOMAS, R. L. **Synthesis and characterization of tellurium oxide glasses for photonic applications**. 2013. Tese (Doutorado em Fotônica) - Cochin University of Science and Technology, Kerala (Índia), 2013.

VAIANO, B. **Afinal, vidro é um sólido ou um líquido?** Revista on-line Super Interessante. 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/afinal-vidro-e-solido-ou-liquido/>. Acesso em 29 jan. 2021.

VARSHNEYA, A. K. **Fundamentals of inorganic glasses**. 2. ed. Sheffield: Society of Glass Technology, 2006. 570p.

VENDA CRISTAIS CÁ D’ORO. Disponível em: https://www.cristaiscadoro.com/vasinho-3-com-bastoes-roxo-e-agua-marinha/p?idsku=567&gclid=EAiaIQobChMIy_7GzZa_7gIVjIKRCh3azASTEAQYEyABEgJqRPD_BwE. Acesso em: 29 jan. 2021.

VOIGT, C, L. **O ensino de química 2**. Ponta Grossa: Editora Atena, 2019.

WATANAB, G.; KAWAMURA, M. R. D. Abordagem temática e conhecimento escolar científico complexo: organizações temática e conceitual para proposição de recursos abertos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 03, p. 145-161, 2017.

ZANOTTO, E. D.; MAURO, J. C. The glassy state of matter: Its definition and ultimate fate. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 471, p. 490-495, 2017.

ZARZYCKI, J. **Glasses and the vitreous state**. New York: University Press, 1991.