

Entre lentes e espelhos: o papel do vidro no desenvolvimento científico

Cabe ressaltar, inicialmente, que o vidro é um dos materiais mais antigos utilizados pelo homem. Por meio de pesquisas e hipóteses, estudiosos acreditam que seu uso data antes mesmo da antiguidade, contribuindo, desde a pré-história, com o desenvolvimento das primeiras civilizações. A partir da fusão de determinados tipos de rochas - produtos de fenômenos de altas temperaturas, como raios e atividades vulcânicas - e, em seguida, seu resfriamento, originam-se os chamados vidros naturais, que, evidentemente, eram utilizados em ferramentas de corte pelo homem desse período [1].

Eventualmente, registra-se a presença do vidro como objeto independente por povos fenícios e babilônios a, aproximadamente, 2500 a.C, e, mais adiante, a arte do vidreiro espalha-se pelo Egito, onde se originou a primeira garrafa de vidro, cerca de 1000 anos depois. Contudo, foi somente próximo à era cristã que os fenícios desenvolveram a técnica do assopro no vidro, utilizada até os dias atuais para a sua moldagem, principalmente em peças decorativas e destinadas a laboratórios (Figura 1).

Essa prática é utilizada até hoje para o desenvolvimento de instrumentos para laboratórios ou de utensílios, como copos, taças ou vasos; e possibilitou o estudo de certas áreas do conhecimento por séculos, como a Alquimia (precursora da Química moderna).

Desde então e ao passo que se disseminavam pelos povos da Europa, Ásia e África [2], o vidro e as técnicas de vidreira foram aperfeiçoados e tomaram diferentes rumos e utilidades. Todavia, é por volta do século XIII, em Murano, ilha localizada na atual Itália, que foi desenvolvido o vidro “cristallo”, que passou a ser utilizado como lente de aumento, inaugurando uma das mais importantes ferramentas da ciência contemporânea. Muito embora as lentes tenham se tornado comuns, foi apenas no final do século XVI que passaram a usar como ferramenta para o estudo científico, ainda que de forma menos eficiente. A partir daí, diversas descobertas e aprimoramentos do vidro como objeto de estudo o consolidaram como material crucial para o desenvolvimento científico até a contemporaneidade, abrangendo as mais diversas utilidades e propósitos para as áreas do conhecimento. [1,2,3]

O vidro é uma mistura de substâncias inorgânicas, que é composta basicamente por sílica ou dióxido de silício (SiO_2) proveniente da areia, barrilha ou soda (carbonato de sódio - Na_2CO_3) e calcário (carbonato de cálcio - CaCO_3). Os vidros podem conter outros materiais em sua formulação que, embora tenham sua importância - como aumentar sua produção, diminuir seu ponto de fusão e adicionar características especiais diferenciando os tipos de vidros e suas utilidades. Quando aquecido a uma temperatura de, aproximadamente, 1600°C , a mistura desses sólidos atinge o ponto de fusão e fundem-se, passando para o estado líquido e formando uma substância homogênea. Ao final do processo de fundição, obtém-se a liberação de CO_2 , evitando, assim, a formação de bolhas no vidro quando resfriado [1,5].

Ademais, no que diz respeito à estrutura física dos vidros, pode-se caracterizá-los como sólidos amorfos ou não-cristalinos, pois não possuem um arranjo molecular organizado, isto é, há uma ausência de simetria e periodicidade translacional. (Figura 2) Isso acontece

Figura 1 - Assopro no Vidro



Fonte: bitlanders - Glass blowing industry in Afghanistan

Figura 1 - A técnica consiste em assoprar uma massa de vidro aquecida através de um tubo. O ar empurrado para dentro do recipiente cria uma bolha em seu interior e, então, retira-se o objeto do tubo, quebrando a conexão.

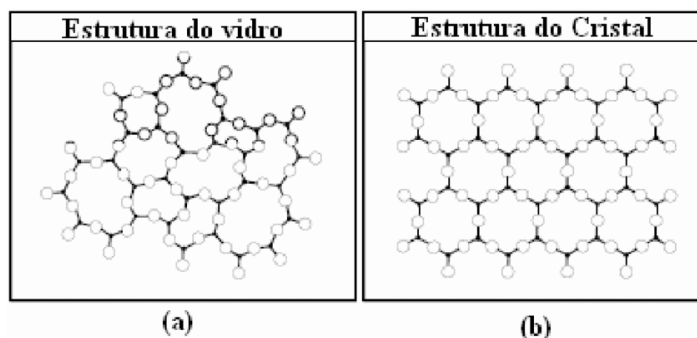


Figura 2 - Estrutura molecular de corpos sólidos :
(a) estrutura de vidro; (b) estrutura do cristal

porque, no processo de resfriamento, a temperatura do vidro (agitação molecular) diminui rapidamente, o que impossibilita uma formação uniforme de sua estrutura molecular, mantendo semelhanças estruturais de um líquido, por não obter energia interna suficiente para permitir o deslocamento e a realocação das cadeias ^[6].

De tal maneira, as propriedades oriundas da estrutura molecular do material o tornam um elemento chave para sua utilização em equipamentos e ferramentas: possui uma elevada resistência térmica, baixo índice de dilatação, não reage quimicamente com a maioria dos materiais e suporta pressões de até 10.800 kg/cm². Ainda, cabe ressaltar que ele é impermeável e é um isolante elétrico, além de ser translúcido, o que permite observar os componentes armazenados dentro de um recipiente - a depender de sua composição química, sendo a mais comum a de vidro à base de sílica. Certas propriedades, também, podem surgir em função de componentes adicionados à sua composição química, como o índice de refração elevado pela adição de chumbo ^[1,6]. Diante destas características, o vidro se torna um material amplamente aplicado em instrumentos de laboratório, em especial, o vidro borossilicato, para instrumentos ópticos, no caso do vidro silicato de chumbo, empregado em lentes, prismas e anteparos para blindagem de radiação γ ; ou para armazenar reagentes químicos, fabricados com vidros “soda-lime” silicato ^[6].

Portanto, como é de se esperar, diante da fundamental importância do uso do vidro para o método científico, diversas descobertas e experimentos revolucionários para o mundo acadêmico somente aconteceram devido à presença deste material indispensável no processo. Dentre os inúmeros feitos registrados ao longo dos séculos XVII a XX, pode-se notar alguns que não haveriam de ser realizados sem a aplicação do material, demonstrando o seu papel essencial no desenvolvimento da ciência ^[6,7].

Ampola de Crookes

Joseph John Thomson, em 1897, realizou e comprovou uma das maiores descobertas da química, a existência dos elétrons, que foi fundamental para a evolução do modelo atômico usado ainda nos dias de hoje, mas com pequenas alterações. A descoberta foi feita por meio de um experimento que consistia em utilizar uma ampola de Crookes (um tubo feito de vidro) - com dois eletrodos fixados em suas extremidades, sendo um positivo e um negativo - que continha gases a pressões extremamente baixas em seu interior, e que foram submetidos a uma grande diferença de potencial (cerca de 10.000 voltz). Após esse processo, observou-se uma forte luminosidade do lado oposto ao cátodo (eletrodo negativo), que, somente por meio de um campo elétrico externo, pode-se verificar que o feixe de raios catódicos eram desviados de sua trajetória, sendo atraídos pelo lado positivo e confirmando a existência da carga negativa do elétron. Nota-se, portanto, que a utilização de uma estrutura de vidro foi crucial para a realização plena do experimento, visto que as características e propriedades presentes no vidro, como a incapacidade de reagir com os gases, a resistência elétrica a altas voltagens e a transparência que possibilita a visualização dos elétrons, são essenciais para a observação e contemplação desse feito científico ^[8].

O Pescoço de Cisne

Louis Pasteur, em 1861, utilizou um balão de vidro com um gargalo alongado em um formato curvo para refutar a teoria da abiogênese. Pasteur provou empiricamente que, sem o contato de um caldo nutritivo, esterilizado, com o ar, os micro-organismos presentes no ambiente não poderiam entrar em contato com a mistura, e se acumularam dentro do gargalo. Quando ele é quebrado, o líquido fica exposto aos organismos suspensos no ar, o que o contamina e gera novos seres vivos na substância. Dessa forma, o cientista foi capaz de comprovar que seres vivos apenas se originam de outros seres vivos, utilizando, primordialmente, o vidro como ferramenta no processo; ora pela maleabilidade do material aquecido - moldado em formato de tubo curvo -, ora pela resistência térmica no processo de esterilização da substância presente no interior do balão ^[9].

Galileu Galilei e a Astronomia

Uma das mentes mais revolucionárias da história, com grandes contribuições para a Mecânica e Astronomia, é Galileu Galilei, o pai da ciência moderna. O contexto histórico de dominância do sistema geocêntrico de Ptolomeu e Aristóteles levou Galileu a revolucionar a ciência ao apontar um telescópio para o céu noturno estrelado. Tal instrumento, apesar de não ter sido inventado pelo

cientista, foi aprimorado e utilizado, pela primeira vez, para o estudo do céu, a partir do início do século XVII. O telescópio de Galileu era composto por lentes de aumento, de vidro, sobrepostas, que ampliavam a visão humana em cerca de 30 vezes, permitindo o estudo mais detalhado dos astros. Novamente, o vidro foi protagonista de uma inovação histórica, em que, utilizando-se das propriedades de refração do material, foi possível observar o comportamento das estrelas e refutar um modelo que se perpetuou por milênios como concreto nas mentes dos estudiosos europeus [10].

Newton e a decomposição da luz

Nomeado como o quarto experimento mais belo da física pela revista *Physics World*, a decomposição da luz com um prisma de Newton consagrou seu nome na história do estudo dos fenômenos relacionados às ondas eletromagnéticas: a óptica. Isaac utilizou a refração de um prisma de vidro para decompor um feixe de luz branca, levando-o a hipótese de que a luz era formada pela superposição de

Figura 3 - Decomposição da Luz

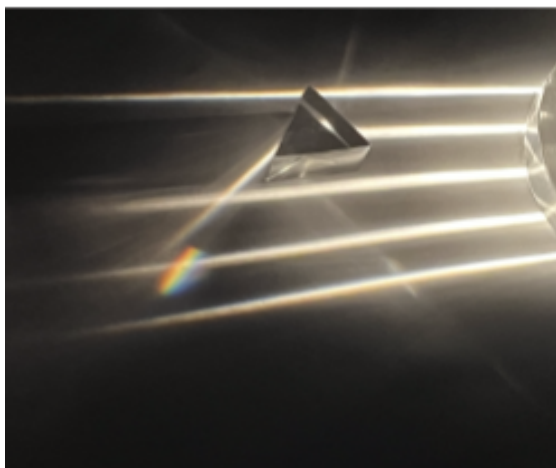


Figura 3 - O experimento feito pelo grupo mostra a decomposição da luz branca por meio de um prisma.

todas as cores do espectro e que as diferentes faixas de luz, devido às distintas velocidades entre as frequências do espectro de luz visível que proporcionam uma evidente diferenciação no índice de refração de cada onda magnética, se separam. Newton, assim, publica seu livro *Óptica: ou um tratado das reflexões, refrações, inflexões e cores da luz*, em 1704, que foi revolucionário para o estudo da luz e permitiu explicar a maioria dos fenômenos ópticos, inclusive, sobre aqueles nunca antes comentados [11, 12].

Quando a luz branca atravessa o prisma, a dispersão das cores ocorre, pois, por conta dos distintos índices de refração para cada uma das frequências de luz contidas no feixe, o desvio angular, também, diferenciar-se-á para cada uma delas. De tal maneira, quanto menor a frequência da luz, maior será seu desvio angular; por isso, observa-se, na imagem ao lado, a violeta (onda do espectro visível de maior frequência) na parte inferior do espectro, enquanto o vermelho se posiciona na parte superior [11, 12].

Os experimentos de Newton e suas conclusões sobre a luz e seu comportamento em diferentes meios foi primordial para avanços científicos na contemporaneidade, todavia, não se pode ignorar as contribuições de outros estudiosos para o entendimento do comportamento das ondas eletromagnéticas. René Descartes, filósofo do século XVII, apresentou a lei da refração da luz, contribuindo para o estudo de lentes de várias formas [12]. John K. F. Gauss, também foi um expoente neste estudo, publicando seu livro *Informações sobre o Ensino da Óptica Geométrica*, no qual apresentou o conceito de *distância focal (f)* e desenvolveu estudos sobre o cálculo das posições e tamanhos de imagens projetadas por lentes delgadas (Figura 4) [12].

A incidência dos feixes de luz sofrem desvios quando atravessam uma lente de vidro convergente, ou seja, uma lente que converge qualquer raio paralelo à lâmina em um único ponto focal. Para conseguir enxergar os raios luminosos, foi necessário utilizar desodorante sobre a trajetória da onda, forçando o acontecimento do *efeito tyndall*, que ocorre quando há a dispersão da luz pelas partículas coloidais [13].

Conclui-se, então, que a utilização do vidro se estende para além de simples funções coadjuvantes em experimentos, participando diretamente de papéis cruciais para a realização de diversos avanços tecnológicos na

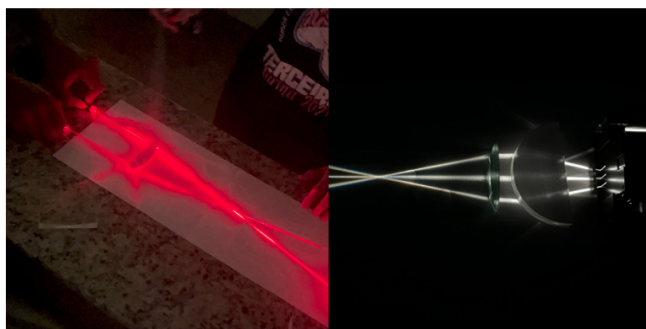


Figura 4 - As imagens retratam uma experiência feita pelo grupo, demonstrando a incidência dos feixes de luz em uma lente de vidro convergente.

sociedade hodierna. Suas propriedades físicas e químicas os tornaram indispensáveis para o universo científico, desde funções mais simples, como o armazenamento de reagentes, até como ferramentas complexas para estudos de fenômenos naturais. São inúmeras as utilidades do vidro, e ele se vê fortemente presente em diversas instâncias do dia a dia contemporâneo, mas basta observar o impacto deste material na história do progresso da humanidade, para se deparar com um dos itens mais importantes e revolucionários que o homem um dia aprendeu a aperfeiçoar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] EVOLUÇÃO DO USO DO VIDRO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL;
Fábio Carlos Pinheiro. Disponível em: <<https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1045.pdf>>
- [2] Introdução ao Vidro e sua Produção - Descoberta do Sopro. Disponível em:
<https://wikividros.eesc.usp.br/introducao_ao_vidro_e_sua_producao/historia>
- [3] History of Glass. Disponível em:
<<https://web.archive.org/web/20110415194738/http://www.glassonline.com/infoserv/history.html>>
- [4] CONSTITUINTES DO VIDRO E A DESVITRIFICAÇÃO. Disponível em:
<<https://docs.ufpr.br/~gazda/vidro1.htm#:~:text=O%20vidro%2C%20sendo%20um%20composto,diretamente%20relacionadas%20à%20sua%20composiç%C3%A3o>>
- [5] Natureza, Estrutura e Propriedades do Vidro - Estrutura. Disponível em:
<https://www.unifal-mg.edu.br/ppgcem/wp-content/uploads/sites/116/2020/06/NaturezaEstrut_Prop_Vidro-Saint-Gobain-2000.pdf>
- [6] Vidros - Aplicações dos vidros Disponível em:
<<http://qnesc.sbgq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf>>
- [7] Através do Vidro - Alguns Experimentos Fundamentais. Disponível em:
<<http://lamav.ufba.br/pdf/throughglass.pdf>>
- [8] Constituintes do átomo - O elétron. Disponível em:
<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/179954/mod_resource/content/0/T3_Capitulo3_v2.pdf>
- [9] Louis Pasteur e as origens da vida. Disponível em:
<<https://www2.ufjf.br/quimicaead/wp-content/uploads/sites/224/2013/05/Parte-8.pdf>>
- [10] Galileu Galilei - O mensageiro das estrelas. Disponível em:
<<https://www.sbfisica.org.br/v1/portalpion/index.php/artigos/26-galileu-galilei-o-mensageiro-das-estrelas#:~:text=Nesse%20contexto%2C%20Galileu%20Galilei%20apontará,Galileu%20construiu%20seu%20primeiro%20telescopio.>>
- [11] As pesquisas de Newton sobre luz: Uma visão histórica. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rbef/a/JY8NCgHBqbPp3XDBxwgJMSt/?lang=pt#>>
- [12] Curiosidades da Física, José Maria Bassalo - Lentes Delgadas. Disponível em:
<<https://seara.ufc.br/wp-content/uploads/2019/03/folclore243.pdf>>
- [13] Espalhamento de Luz é o Efeito Tyndall, Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rbef/a/9dk8wLrvnZmzGSJrYRWLZPt/?format=pdf&lang=pt>>