

Desde sempre as pessoas se perguntam: do que tudo ao nosso redor é feito? Entender esta inquietação de nós humanos é fácil, pois existe uma grande diversidade de matéria a nossa volta e ainda ao alcance de nossos olhos no espaço. Após a invenção do telescópio, foi possível enxergar mais longe e ver a diversidade de matéria do universo. Será que os constituintes da matéria no nosso planeta são os mesmos constituintes da matéria existente no espaço? Será que existe um “tijolo fundamental” do qual a matéria é constituída? Se existe, como ele é? A aventura da humanidade pela busca destas respostas começou há muito tempo atrás.

O início se deu com o pai do pensamento científico ocidental - Tales de Mileto. Nossa história começa na Grécia antiga, mais precisamente há 2.500 anos. Foi neste período que viveu Tales, na cidade grega de Mileto - onde fica a atual Turquia. Tales buscava a resposta para a constituição básica de tudo que existe ao nosso redor, e formulou uma teoria. Ao contemplar as conchas marinhas encravadas muito acima do nível do mar concluiu - corretamente - que o nível do mar teria sido muito mais alto antigamente. Ele também observava a chuva cair sobre o mar Egeu, e a névoa costumeira desta região. Com base em suas observações, ele concluiu que tudo era feito de água. Sua teoria dizia que tudo se originava de um único elemento, a água.

Um de seus discípulos discordava de seu mestre - como todo bom discípulo. Para Anaxímenes o elemento do qual todo o resto deriva não era a água, e sim o ar. Ele dizia o seguinte: tudo era constituído

de uma substância básica que, quando rarefeita, constituía o ar. Logo tudo era ar, em uma fase de maior ou menor compressão.

Na cidade grega de Éfeso viveu por volta de 500 a.C. um grande filósofo da antiguidade: Heráclito. Ele tinha sua própria teoria para a grande diversidade de matéria ao nosso redor: tudo era originado pelo fogo, pois para ele a matéria está em constante mudança e o fogo é o agente desta mudança.

Em uma colônia grega na ilha da Sicília, viveu por volta do século V a.C. o filósofo Empédocles. Para ele a idéia de que

tudo era feito a partir de um único elemento não poderia estar correta; então ele propôs que tudo era constituído não de um, mas de quatro elementos: ar, água, terra e fogo.

Aos nossos olhos modernos, poderíamos olhar os elementos básicos de Empédocles como sendo

cada um deles representante de uma fase ou estado da matéria. O ar é a fase gasosa, a terra a sólida, a água a líquida. E o fogo? O fogo também pode ser considerado como uma fase da matéria. Os gregos antigos não tinham como saber isto, mas o fogo não se enquadra em nenhuma das três fases citadas antes porque não tem as características das mesmas. Ele está em uma quarta fase da matéria chamada de plasma¹.

A idéia de que tudo era formado destes quatro elementos foi duradoura, em parte porque foi defendida pelo filósofo que influenciou o pensamento humano durante mais tempo, Aristóteles, cujas idéias foram aceitas durante 2000 anos (as idéias de Galileu e Newton são aceitas há menos de 500 anos!). Por este fato, os

A busca do “tijolo fundamental” do qual a matéria é constituída começou há muito tempo atrás. Para Tales, tudo se originava da água; para seu discípulo Anaxímenes, era o ar; para Heráclito tudo era originado pelo fogo e para Empédocles tudo era constituído não de um, mas de quatro elementos: ar, água, terra e fogo

.....
Felipe Damasio

Colégio São Bento, Criciúma, SC, Brasil

E-mail: felipedamasio@uol.com.br

Gilberto Calloni

Colégio São José, Caxias do Sul, RS, Brasil

E-mail: gilberto_call@tvdturbo.com.br

A televisão de plasma é um objeto de conhecimento comum, porém não o seu funcionamento. A palavra plasma já faz parte do vocabulário de muitas pessoas devido a estes eletrodomésticos, mas talvez algumas destas não saibam que sua utilidade não se limita aos televisores. Partindo deste tema, o presente texto promove uma discussão do conceito físico de plasma. Parte-se desde dos primórdios do pensamento científico ocidental até aplicações tecnológicas modernas como as televisões. O texto aborda a evolução da idéia de átomo, as fases da matéria, a definição física de plasma, a geração de luz, o funcionamento das lâmpadas fluorescentes e das televisões, incluindo a de plasma.

quatro elementos são ditos aristotélicos. Aristóteles ainda introduziu um quinto elemento, pois para ele os céus, que abrangiam tudo que não estivesse no nosso planeta, não eram feitos dos mesmos elementos deste. Para Aristóteles os céus eram imutáveis, diferente da Terra, onde a matéria poderia sofrer modificações. O mundo celeste era preenchido por um quinto elemento - o 'éter' ou 'quinta-essência'.

Viagem ao íntimo da matéria

Vamos continuar ainda com os gregos antigos. Agora nossa viagem chega à pergunta feita por Leucipo, no século V a.C. Seus questionamentos eram: a matéria é contínua ou é constituída de unidades mínimas? Se pudéssemos cortar um corpo chegaríamos a uma porção que seria indivisível? Leucipo acreditava que existia esta unidade mínima que seria indivisível, a qual ele chamou de 'átomo', que em grego significa 'indivisível'. Sua idéia foi refinada por um discípulo chamado Demócrito. Para ele, os átomos eram em número infinito e estavam em constante movimento. Existiria um número gigantesco de átomos diferentes, e estas diferenças estariam nas formas, massas e tamanhos. A idéia dos átomos nos parece extremamente moderna, só que foi esquecida durante dois milênios em detrimento da teoria dos quatro elementos aristotélicos.

A idéia atômica foi revivida por um professor de química do século XVIII, que acreditava ainda na indivisibilidade do átomo. Ele imaginava os átomos como uma espécie de bolinhas muito, mas muito pequenas; este é o modelo atômico de Dalton - ele ainda foi o descobridor da doença conhecida como daltonismo, em que a pessoa não consegue distinguir alguns tipos de cores dos corpos. Desde então a idéia atômica foi sendo refinada até chegar à forma atual.

O modelo atual de átomo afirma que ele é composto por um núcleo e pelos elétrons orbitando na coroa eletrônica. Na parte central do átomo temos o núcleo. Esta região é muito, mas muito pequena em relação ao tamanho total do átomo, embora concentre quase toda a sua massa. Nesta região central se localizam dois tipos de partículas, os prótons (p^+) e os nêutrons (n^0). A carga do próton é a de menor valor que existe e é positiva; os nêutrons não

Leucipo, na Grécia de V a.C., acreditava que a matéria era constituída de unidades mínimas, que ele chamou 'átomo', 'indivisível', em grego. Mas tal idéia foi esquecida durante dois milênios em detrimento da teoria dos quatro elementos aristotélicos...

possuem carga resultante.

Ao redor do núcleo existe uma espécie de nuvem onde outras partículas se localizam. Estas partículas são os elétrons (e^-), e possuem carga elétrica negativa, e de mesmo valor que a carga do próton (a única diferença é que são cargas de sinais opostos). Então quando se fala em carga elétrica, lembre-se que esta é uma propriedade da matéria. Da mesma forma que a matéria tem massa, algumas partículas que constituem a matéria têm carga elétrica. A Fig. 1 representa a idéia do modelo atual do átomo. Esta figura não pode ser tomada ao pé da letra; ela apenas serve para dar uma idéia da estrutura do átomo.

Diferente do que pensava Demócrito, o número de átomos diferentes entre si é surpreendentemente pequeno, cerca de uma centena. Eles estão organizados na tabela periódica dos elementos proposta inicialmente pelo cientista russo Mendeleev. Os átomos se diferenciam basicamente pelo número de prótons no seu núcleo; este número é chamado de 'número atômico'. Por exemplo, o número atômico do hidrogênio é 1, significando que ele possui um próton no seu núcleo, ao passo que o número atômico do urânio é 92; portanto, ele possui 92 prótons em seu núcleo. A grande diversidade da matéria existente no universo não é devida a um grande número de átomos distintos, e sim ao grande número de combinações que este número limitado de átomos pode fazer entre si. Sal de cozinha e ácido clorídrico contém o elemento cloro, mas são muito diferentes, pois o cloro se combina com elementos diferentes: no sal de cozinha, com o sódio; no ácido clorídrico, com o hidrogênio.

Fases da matéria

Os átomos que constituem os corpos se organizam de maneiras diferentes. Podemos chamar de matéria a tudo o que é composto de átomos. Esta matéria pode se organizar de diferentes formas, e estas formas podem, por sua vez, apresentar-se nos estados sólido, líquido e gasoso, dependendo da temperatura e pressão a que a matéria esteja submetida. A estes estados em que podemos entrar a matéria damos o nome de 'fases' ou 'estados de agregação' da matéria. Na fase sólida as

partículas estão fortemente unidas e mais juntas umas em relação às outras do que em outras fases. À temperatura ambiente uma moeda de alumínio se apresenta nesta fase da matéria. Já na fase gasosa as partículas estão fracamente unidas e bem separadas, tendo a tendência de ocupar todo volume disponível. À temperatura ambiente o ar está nesta fase da matéria. Na fase líquida temos uma situação intermediária entre a fase sólida e gasosa. As partículas na fase líquida estão tão juntas quanto na fase sólida, mas a interação entre elas é mais fraca que nesta fase e mais forte do que na fase gasosa, ou seja, elas não estão unidas de forma tão forte como na fase sólida nem tão fraca como na fase gasosa.

Para moldar o ferro na forma de cadeiras ou mesas é necessário derreter o ferro (torná-lo líquido), e após isto colocá-lo em moldes com a forma desejada.

Quando ele voltar a ser sólido (resfriado, portanto) ele tomará a forma que se desejava. Se continuássemos a aquecer o ferro líquido, ele iria se tornar gasoso. Por outro lado, se o oxigênio do ar

for resfriado suficientemente, ele poderá se tornar líquido, e se continuarmos esfriando ainda mais, ele se tornará sólido. Portanto todos os elementos conhecidos podem assumir estas três fases da matéria. As mudanças de fase de um elemento (de sólido para líquido, ou de líquido para gasoso, por exemplo) recebem nomes específicos como mostra Fig. 2.

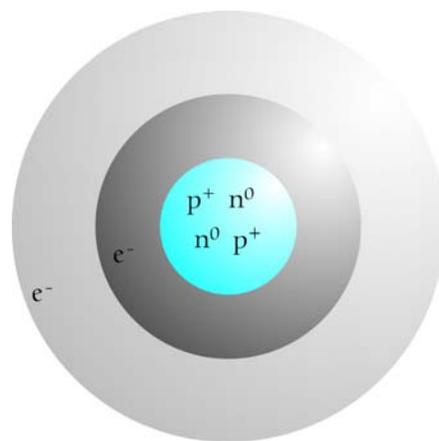


Figura 1. Concepção moderna e esquemática de um átomo de Hélio. As regiões sombreadas indicam a localização mais provável de se encontrarem os elétrons. A região central indica o núcleo, com dois prótons e dois nêutrons. A figura não está em escala.

Das três fases da matéria apenas duas podem fluir, daí dar-se o nome de 'fluidos' a elas. Os fluidos são os líquidos e os gases. Assim, uma moeda de alumínio não está na fase fluida, ao passo que um litro de água ou 300 ml de ar estão.

O quarto estado da matéria

Além dos três estados analisados existe um outro, chamado plasma. A nomenclatura plasma foi utilizada pela primeira vez em 1926, pelos físicos I. Langmuir e H. Mott-Smith. Na verdade, chamar o plasma de quarto estado da matéria não é justo, de certo ponto de vista. Deveríamos chamá-lo de primeiro estado da matéria, pois deste estado é formado cerca de 99% de toda a matéria visível do universo; os outros três constituem, portanto, o 1% restante. Mas o que é um plasma? Para entender o que ele é, devemos voltar à estrutura atômica e termos claras algumas definições: o átomo é constituído de um núcleo com carga positiva e eletrosfera negativa. Quando o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas o átomo é dito eletricamente neutro. Mas existem processos em que um átomo pode ganhar ou perder elétrons. Quando ele ganha elétrons, sua carga negativa é maior do que a positiva (ele está negativamente carregado). Quando o átomo perde elétrons, sua carga positiva é maior do que a negativa (ele está positivamente carregado). Os elétrons que se desligaram do átomo e que não estão mais ligados a ele são chamados de 'elétrons livres'. Quanto aos átomos em si, se um átomo tem número de prótons e elétrons diferentes, ele é chamado 'íon'. Este íon pode ser positivo (mais prótons do que elétrons), o chamamos 'cátion'. Quando o íon é negativo (mais elétrons do que

prótons), o chamados 'ânion'. Agora que sabemos o que são átomos neutros, íons e elétrons livres, podemos definir o que é um plasma:

Plasma é um gás que contém uma mistura variada de átomos neutros, átomos ionizados e elétrons livres em constante interação elétrica.

Lembre-se: cargas opostas se atraem e iguais se repelem, e a isto chamamos interação elétrica. Quando partículas portadoras de carga elétrica se mantêm em movimento, estabelece-se uma corrente elétrica. Estes portadores de carga são os elétrons em sólidos mas, nos líquidos e gases, além dos elétrons também os íons positivos e negativos são portadores de carga.

Apesar de os íons terem carga líquida positiva ou negativa, o plasma não tem; como um todo ele é eletricamente neutro, pois nele existe igual quantidade de cargas positivas e negativas, exatamente como em um gás constituído somente com moléculas neutras.

Então qual a diferença entre um gás formado por moléculas neutras e um plasma? Um plasma tem a capacidade de conduzir facilmente corrente elétrica. Além disto, absorve certos tipos de radiação que passariam sem interagir em um gás formado de moléculas neutras.

Os plasmas normalmente são criados aquecendo-se um gás a temperatura muito elevada, quando então alguns elétrons recebem energia suficiente para se desligar dos átomos a que estavam presos, resultando átomos com carga positiva (cátions) e elétrons livres (aqueles que se desligaram). Mas... existe plasma em nosso mundo cotidiano? Sim!!! Onde ele está? A lâmpada fluorescente talvez seja a aplicação mais imediata, e vamos detalhar mais sobre ela adiante neste texto. Os letreiros de néon são outro exemplo: eles usam gás neônio, emitindo luz vermelha. Os outros tipos de cores decorre do uso de gases de diferentes tipos de átomos; o argônio brilha na cor azul, o sódio na amarela, o hélio na rosa. A luz emitida não é gerada pelo plasma, mas sim pelas moléculas neutras do gás, da forma como veremos na

próxima seção. O papel do plasma nos letreiros, nas lâmpadas fluorescentes e nas telas das televisores de plasma é o de coadjuvante; quem faz o papel principal de emitir luz são os átomos de gás eletricamente neutros. As lâmpadas de vapor usadas em vias públicas também utilizam plasma para emitirem luz. Pode-se usar neste tipo de lâmpada alguns tipos de elementos para formar o gás: mercúrio e sódio são os mais comuns. Um lindo fenômeno, chamado de aurora boreal no hemisfério norte e aurora austral no hemisfério sul, é constituído de plasmas brilhando na alta atmosfera. Existe uma região atmosférica, a cerca de 80 km de altitude, chamada de ionosfera. Como o próprio nome diz, ela é um plasma. Esta camada reflete ondas de rádio de baixa frequência, como as de AM, ao passo que deixa passar ondas de rádio de alta frequência, como as de FM e de televisão. É por este motivo que é possível captar rádios AM de localidades distantes - até de outros continentes - e não se consegue captar as rádios FM e os canais de TV destes lugares. Como vemos, o plasma está mais presente em nosso cotidiano do que poderíamos supor inicialmente. Além do mais, uma maneira promissora de gerar energia utiliza plasma. Trata-se da fusão nuclear. Tal processo é o responsável pela geração de energia nas estrelas, onde hidrogênio é transformado em hélio, resultando na liberação de energia de acordo com a famosa equação de Einstein, $E = m.c^2$. Muito esforço tem sido feito para que tais reações sejam reproduzidas de forma controlada aqui na Terra, visando-se tornar uma alternativa viável para geração de energia.

Chamar o plasma de quarto estado da matéria não é justo, de certo ponto de vista. Deveríamos chamá-lo de primeiro estado da matéria, pois deste estado é formado cerca de 99% de toda a matéria visível do universo

deríamos supor inicialmente. Além do mais, uma maneira promissora de gerar energia utiliza plasma. Trata-se da fusão nuclear. Tal processo é o responsável pela geração de energia nas estrelas, onde hidrogênio é transformado em hélio, resultando na liberação de energia de acordo com a famosa equação de Einstein, $E = m.c^2$. Muito esforço tem sido feito para que tais reações sejam reproduzidas de forma controlada aqui na Terra, visando-se tornar uma alternativa viável para geração de energia.

E o átomo disse: faça-se a luz!

Agora vamos analisar uma explicação microscópica de como se gera luz. Primeiro temos que dizer que os átomos têm níveis de energia, que podem conter ou não elétrons. Cada nível de energia pode ser ocupado por um determinado número de elétrons. Para entender, observe a Fig. 3. A eletrosfera é dividida em sete camadas que podem ser chamadas por números ou letras. Quanto maior o número da camada, maior a energia de um elétron que está alojado nela. Assim, um elétron na camada M tem energia maior que outro na camada K. Um na camada Q tem mais energia que outro na camada M.

Os elétrons podem "pular" de cama-

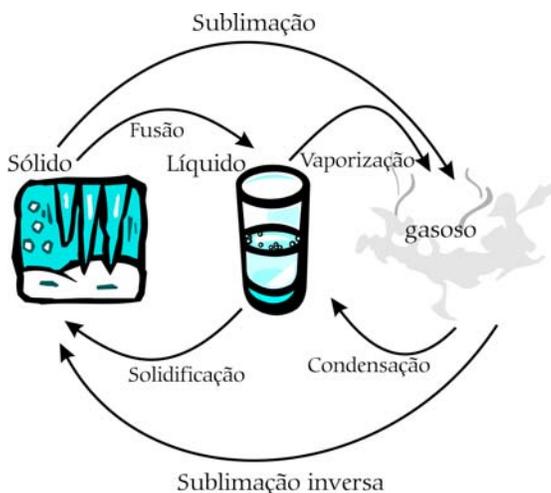


Figura 2. Classificação das mudanças de fases de um elemento

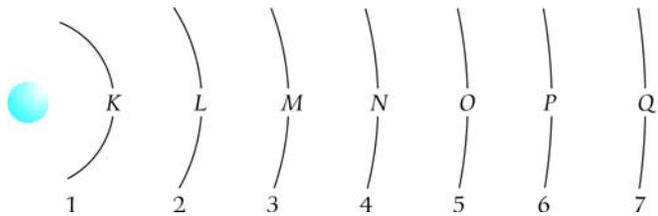


Figura 3. Os níveis de energia na moderna concepção do átomo.

da. Para passar de uma camada de menor energia para uma de maior, o elétron deve receber energia de fora do átomo (Fig. 4). Logo, para um elétron da camada K pular para a camada L, M ou N, por exemplo, ele deve receber energia de fora do átomo e também o estado/camada para onde ele vai não deve estar totalmente ocupado, como esquematizado na figura a seguir. Chama-se este átomo que recebeu energia e no qual um ou mais elétrons mudaram de camada de energia, de estado excitado do átomo.

Quando os elétrons dos estados excitados voltam para as suas camadas de origem, eles irão liberar energia. Esta energia liberada normalmente é na forma de luz, muitas vezes na faixa do ultravioleta, que

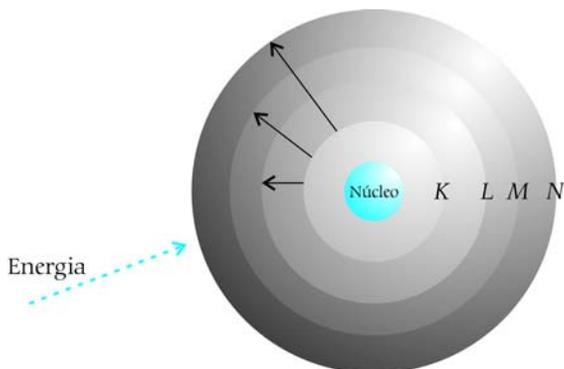


Figura 4. Um elétron passa da camada de menor energia para a de maior energia ao receber energia de fora do átomo.

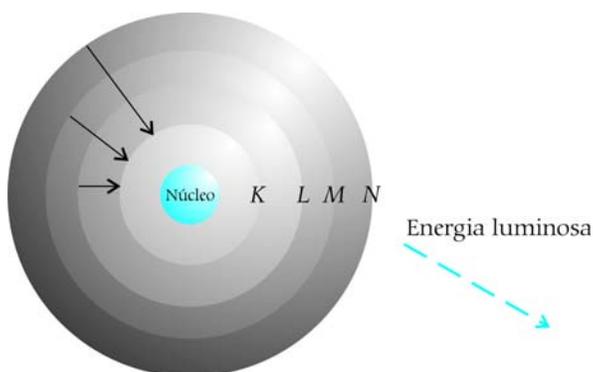


Figura 5. Um elétron passa da camada de maior energia para a de menor energia ao liberar uma certa quantidade de energia normalmente na forma de luz.

não é visível a nós humanos. A Fig. 5 exemplifica a situação descrita. Nas lâmpadas fluorescentes, como veremos, há geração de luz ultravioleta e para transformá-la em luz visível, os fabricantes usam uma camada de

fósforo em suas paredes.²

Lâmpadas fluorescentes: uma aplicação brilhante!

Como já foi dito, uma das aplicações cotidianas mais populares do plasma é a lâmpada fluorescente. Vamos entendê-la melhor agora. Neste tipo de lâmpada existe um cilindro que contém gás dentro dele. Este gás normalmente é neônio misturado com argônio e com uma pequena quantidade de mercúrio. Em uma das extremidades desse cilindro está o catodo (terminal negativo) e na outra extremidade o anodo (terminal positivo). A lâmpada tem suas paredes recobertas com uma camada de fósforo, cuja função é transformar a luz ultravioleta em luz visível. A Fig. 6 mostra de maneira esquemática uma lâmpada fluorescente.

Quando a lâmpada está brilhando, dentro dela existe um plasma em ação: ao se ligar a lâmpada, cria-se uma diferença de potencial entre o catodo e o anodo. Esta diferença de potencial fará os elétrons fluírem de um em direção ao outro através do gás dentro da lâmpada. Estes elétrons irão ionizar o gás dentro da lâmpada, formando um plasma, que é condutor e mantém a corrente elétrica

fluindo. Esta corrente, fluindo através do plasma, ativará alguns átomos de mercúrio presentes no gás dentro da lâmpada, e, do modo como comentado na seção anterior, estes emitirão luz na faixa do ultravioleta, que não é visível ao homem. O plasma tem a função de excitar os átomos de mercúrio, não de emitir luz. Como já havíamos dito, ele é um coadjuvante para os outros brilharem. O processo no gás dentro dos brilhantes luminosos comerciais é o mesmo, e tais luminosos são genericamente conhecidos como néon.

Televisão de plasma: entender o funcionamento não custa nada, mas comprar uma...

Para grande surpresa, a televisão de plasma não é uma invenção das mais recentes. Ela remonta à década de 60 do século passado, e foi inventada na universidade americana de Illinois, pelos cientistas Donald L. Bitzer e H. Gene Slottow. Estas primeiras telas de plasma eram monocromáticas, nas cores laranja ou verde. Na década de 70 do século passado, o cientista Larry Weber, da mesma universidade, construiu uma tela colorida como conhecemos hoje. Antes de conhecermos a televisão de plasma, falemos rapidamente sobre as tradicionais. Elas utilizam a tecnologia de tubo de raios catódicos, que nada mais é que um canhão que emite um feixe de elétrons dentro de um tubo de vidro. Seu funcionamento é basicamente o seguinte: o feixe de elétrons excita os átomos de fósforo na tela da televisão. A imagem é produzida pelos diferentes brilhos em diferentes áreas da tela. Na tela existem células unitárias capazes de brilhar em três cores diferentes, vermelho, verde e azul. Com a combinação destas três cores em diferentes proporções é possível formar qualquer cor desejada. Assim, se a imagem que queremos no canto da tela é amarela, o feixe de elétrons irá

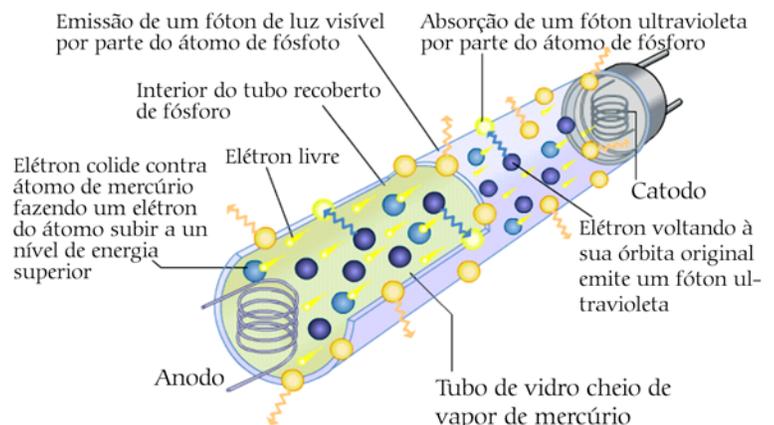


Figura 6. Esquema da lâmpada fluorescente.

combinar as cores da célula unitária de tal forma a formar o amarelo. Esta célula unitária é chamada pela palavra de origem inglesa *pixel*. Quanto maior o número de *pixels* em uma tela, melhor será a imagem. A grande desvantagem do televisor tradicional de tubo de raios catódicos é o seu tamanho. Quanto maior deseja-se a tela, maior terá que ser o tamanho do tubo para que os raios catódicos alcancem totalmente, e muito maior será a TV. Quem já viu uma TV tradicional de 29 polegadas sabe do que estamos falando. Então era preciso uma nova tecnologia para se comercializar televisores com telas maiores, e adivinhem qual é uma delas? Exatamente, a tela de plasma! Esta tecnologia permite construir grandes telas sem a necessidade do enorme tubo de raios catódicos da televisão tradicional; as de plasma medem apenas uns 15 cm de espessura.

Mas como isto é possível? A idéia da televisão de plasma é fazer brilhar pequenos pontos, que se comportam como se fossem pequenas lâmpadas fluorescentes como as descritas na seção anterior. Estas pequenas lâmpadas fluorescentes são formadas pelas cores primárias que compõem as cores do espectro luminoso (verde, azul e vermelho). Além do mais, as telas de plasma podem ter até um milhão de *pixels*.

A tela de plasma é formada por células que têm basicamente: dois vidros que compõem a tela, dois eletrodos, um gás que preenche o espaço entre os vidros (normalmente neônio ou xenônio) e um material fosforescente. A Fig. 7 esboça uma tela

A grande desvantagem do televisor tradicional de tubo de raios catódicos é o seu tamanho. Quanto maior deseja-se a tela, maior terá que ser o tamanho do tubo para que os raios catódicos alcancem totalmente, e muito maior será a TV

de plasma.

O eletrodo que fica atrás da tela é chamado de eletrodo emissor, e o eletrodo que fica na placa de vidro dianteira, transparente, é chamado de eletrodo de exposição. Esses dois eletrodos criam uma diferença de potencial. Esta diferença de potencial promoverá uma corrente elétrica através do gás presente dentro da célula da tela que promoverá uma descarga, que por sua vez ionizará os átomos do gás dentro do vidro; gás ionizado é um plasma – que também aqui terá o papel de coadjuvante, apenas mantendo a descarga para excitar o gás neutro dentro da tela de plasma para que este, sim, brilhe.

A corrente estimulará os átomos das moléculas neutras do gás, pois os elétrons livres da corrente colidirão com as moléculas de gás, fornecendo a energia necessária para que este se excite.

Os átomos de xenônio e neônio – excitados pela ação dos elétrons livres – emitirão luz quando os elétrons voltarem para níveis de energia mais estáveis. Esta energia é emitida na forma de luz ultravioleta. Como já sabemos, a luz ultravioleta não é visível aos olhos humanos, para enxergarmos termos que transformá-la em

luz na faixa do visível. Como no caso da lâmpada fluorescente, a solução é utilizar o fósforo. A radiação ultravioleta irá interagir com o fósforo presente no interior da célula: ao atingir o fósforo, ele recebe energia e um de seus elétrons passa para um nível de energia maior. Quando este elétron volta ao nível de energia inicial, ele libera energia na forma de luz visível. Na tela de plasma –

diferente da lâmpada fluorescente – a luz emitida é colorida. Isto acontece porque cada célula é formada por três partes que emitem cores diferentes – como mostra a Fig. 7. Com a mistura destas cores temos toda a gama de cores que vemos em uma tela de plasma. Para formar a luz de cor branca, por exemplo, as três cores devem ser emitidas, para ciano somente as cores azul e verde, para magenta, apenas a azul e vermelha, e para formar o amarelo, as cores verde e vermelha. Com o aumento ou diminuição da corrente através do plasma, podemos aumentar ou diminuir a intensidade das cores, podendo gerar uma quantidade significativa de tons de vermelho, verde e azul.

A vantagem da televisão de plasma é que o imenso tubo de raios catódicos dos televisores tradicionais não é necessário, o que permite a construção de um equipamento muito fino. Este tubo de raios catódicos na televisão tradicional é quem ativa os *pixels* na sua tela, enquanto na de plasma os *pixels* são ativados por impulsos elétricos. Além disto, na televisão tradicional os raios catódicos varrem a tela, e os *pixels* não acendem todos juntos; na de plasma todos os *pixels* acendem juntos, permitindo uma imagem de melhor qualidade.

Notas

¹Não confundir com o plasma sanguíneo, são homônimos que se referem a conceitos completamente diferentes.

²Fósforo é tratado aqui como um nome genérico aplicado a substâncias que exibem o fenômeno da “fosforescência”, de modo que “fósforo” não é necessariamente o elemento de número atômico 15.

Saiba mais

- A. Figueredo e M. Pietrocola, *Luz e Cores* (FTD, São Paulo, 1997).
- T. Harris, *HowStuffWorks*, disponível em <http://eletronicos.hsw.uol.com.br/tela-de-plasma1.htm>, acesso em 7/2007.
- F. Novaes, *Seara da Ciência*, Universidade Federal do Ceará, disponível em <http://www.searadaciencia.ufc.br/queremosaber/fisica/oldfisica/respostas/qr0773.htm>, acesso em 7/2007.
- P. Strathern, *O Sonho de Mendeleiev: A Verdadeira História da Química* (Jorge Zahar Ed., Rio de Janeiro, 2002).
- Teleco, *Painel de Plasma: Princípios Gerais da Tecnologia*, disponível em http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialplasma/pagina_2.asp, acesso 7/2007.
- L.F. Ziebell, *O Quarto Estado da Matéria* (Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, 2004). Disponível em http://www.if.ufrgs.br/tapf/n15_Ziebell.pdf, acesso em 6/2008.

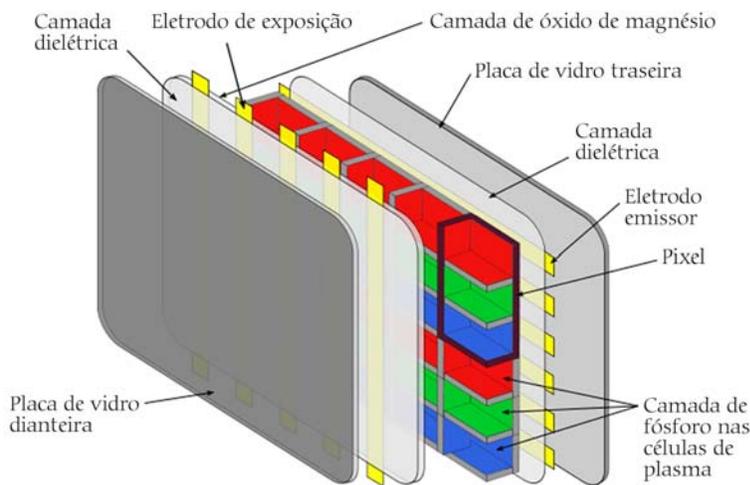


Figura 7. Componentes de uma tela de plasma.