

# FERRO

Miguel de Araújo Medeiros

Recebido em 11/08/09, aceito em 12/03/10



Número Atômico	Z = 26
Massa Molar	M = 55,845 g mol <sup>-1</sup>
Isótopos Naturais	<sup>56</sup> Fe (91,75%), <sup>54</sup> Fe (5,85%), <sup>57</sup> Fe (2,12%) e <sup>58</sup> Fe (0,28%)
Ponto de Fusão	T <sub>f</sub> = 1535 °C
Ponto de Ebulição	T <sub>e</sub> = 2862 °C
Densidade	7,8 g mL <sup>-1</sup>

Ferro (deriva do latim *ferrum*) é bastante utilizado pelo homem em todo o mundo, sendo pouco provável que haja pessoas, no mundo civilizado, que não conheçam ao menos um objeto que contenha ferro em sua constituição, pois esse metal tem importante papel no desenvolvimento da sociedade. No entanto, desde quando ele é utilizado? Como é obtido?

Esse metal já é utilizado há milhares de anos, pois foram identificados artefatos de ferro produzidos em torno de 4000 a 3500 a.C., quando a civilização utilizava cada vez mais o bronze (liga metálica entre cobre e estanho) (Greenwood e Earnshaw, 1997; Eliade, 1979). Nessa época, o ferro utilizado era principalmente de origem meteórica, sendo bastante raro (tanto quanto o ouro) e era utilizado quase exclusivamente em rituais religiosos (Eliade, 1979). Essa origem diferenciada do ferro (caído do céu) fez com que frequentemente fosse considerado sagrado, sendo observadas atitudes de reverência até mesmo em civilizações de nível cultural considerável. Exemplos disso são: (i) os malaios, que conservaram por muitos séculos uma bola “sagrada” de ferro, que fazia parte dos bens reais e era envolta de superstições (Eliade, 1979); e (ii) os dayaks de Sarawak (Malásia) que acreditavam que essas “pedras” vindas do céu poderiam refletir tudo o que ocorria sobre a Terra, além de revelar ao xamã o que acontecia na alma de doentes (Eliade, 1951).

O ferro meteórico utilizado na pré-história era trabalhado a marteladas, a partir das quais se conseguiam modelar os objetos desejados, tais como facas feitas pelos astecas (Rickard, 1974) e pelos esquimós da Groenlândia (Richard, 1884). Já a siderurgia<sup>1</sup> – maneira de obter o metal a partir de seus minérios – só surgiu entre 3000 a 2000 a.C., possivelmente de maneira acidental, quando esses minérios foram aquecidos a altas temperaturas na presença de carvão vegetal.

A obtenção de ferro metálico a partir de minérios possibilitou a produção de objetos e ferramentas diversas,

ampliando a sua presença junto às pessoas. Entretanto, somente por volta de 1200 a.C. é que o ferro metálico começou a ser obtido, por meio de seus minerais, em quantidades apreciáveis. Essa época ficou conhecida como a “Idade do Ferro” (Childe, 1942). Nesse período, o minério e o carvão vegetal eram colocados em um buraco no solo e aquecidos, e o ar era insuflado manualmente para facilitar a queima do carvão. A partir dessa técnica, era obtido um material facilmente moldável, constituído basicamente por ferro metálico. O processo de obtenção desse material pode ser descrito em três etapas: (i) combustão incompleta do carvão na presença de oxigênio molecular, formando monóxido de carbono; (ii) reação do monóxido de carbono com óxido de ferro, por exemplo Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, originando óxido de ferro (II) (FeO) e dióxido de carbono; e (iii) reação do FeO com monóxido de carbono, formando ferro metálico (Fe<sup>0</sup>) e dióxido de carbono.

Muitos séculos se passaram, pessoas se dedicaram e a técnica de obtenção do ferro foi sendo apurada. Nos dias atuais, o ferro pode ser obtido por intermédio da redução de óxidos ou hidróxidos, por um fluxo gasoso de hidrogênio molecular (H<sub>2</sub>) ou monóxido de carbono. Entretanto, a obtenção de ferro é pequena em relação à produção mundial do aço, que é uma liga composta principalmente por ferro e carbono em quantidades variando de 0,1 a 2% da massa. A produção anual de aço superou um bilhão de toneladas em todo o mundo em 2008 (Jesus, 2010).

Atualmente, o aço é preferido em relação ao ferro, pois ele pode ser trabalhado por meio da forja, laminação e extrusão, o que é difícil de realizar com o ferro metálico. Além disso, a dureza<sup>2</sup> (não confundir com tenacidade<sup>3</sup>) do aço (6,5) é maior que a do ferro (4,5), além de apresentar também maior resistência mecânica (tenacidade), quando comparado ao ferro metálico.

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de minério de ferro. Só em 2008, foram produzidas mais de 400 milhões de toneladas (19% da produção mundial), ficando atrás apenas da China, que produziu cerca de 600 milhões de toneladas (IBRAM, 2010). Boa parte desse minério produzido no Brasil (281 milhões de toneladas em 2008) foi exportada principalmente para países asiáticos

A seção “Elemento químico” traz informações científicas e tecnológicas sobre as diferentes formas sob as quais os elementos químicos se manifestam na natureza e sua importância na história da humanidade, destacando seu papel no contexto de nosso país.

e também europeus, onde ele é trabalhado por métodos siderúrgicos para produção de aço. Essa relação comercial trouxe ao país mais de 15 bilhões de dólares só em 2008 (IBRAM, 2010; Naegele Jr., 2010).

Na natureza, o ferro ocorre principalmente em compostos como: hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), siderita ( $\text{FeCO}_3$ ), limonita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) e pirita ( $\text{FeS}_2$ ), sendo a hematita o seu principal mineral. Esse óxido de ferro, além de ser utilizado para a obtenção do aço (principal produto comercial do ferro), também é utilizado, assim como a magnetita, como catalisador de processos químicos – espécie que aumenta a rapidez de uma reação sem ser consumida, podendo ser recuperadas no final do processo (Rinaldi e cols., 2007; Figueiredo e Ribeiro, 1987).

Atualmente, muitos objetos que estão presentes em nosso cotidiano são constituídos por ferro, aço ou alguma outra liga metálica que o contém, podendo citar mesas, cadeiras, portões, painéis, palhas de aço (rebarbas ou arestas de peças de aço utilizadas para limpeza e polimento), carrocerias, peças e rodas de automóveis, pontes, estruturas metálicas de edifícios, pregos, parafusos, alicates e outras diversas ferramentas. Essa grande aplicabilidade se deve à grande resistência mecânica do ferro e principalmente do aço e, possivelmente, ao seu baixo custo quando comparado a outros metais ou ligas metálicas de alta resistência mecânica.

Uma grande e importante aplicação do aço é na construção civil, sendo usado para (i) diminuir o tempo de construção, os materiais utilizados e os custos de obra; e (ii) aumentar a resistência das estruturas construídas com concreto (mistura de cimento Portland, areia, pedras e água) em relação a fissuras, cargas pontuais, deformações estruturais ou cargas externas. Caso não fosse utilizado concreto armado (concreto com estruturas em aço) na construção de um edifício, por exemplo, ele não poderia ter tantos andares quanto os que vemos em prédios em grandes cidades. O aço dá a estrutura resistência à tração (força perpendicular à estrutura como, por exemplo, pela ação dos ventos), já o concreto em si resiste apenas à compressão.

#### Os íons ferro e a vida

Muitos seres vivos apresentam uma grande dependência por íon  $\text{Fe}^{2+}$ , uma vez que o centro de grupos heme, presentes na metaloproteína hemoglobina (o tipo mais comum é a hemoglobina A) são constituídos por esse íon. A hemoglobina é a responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões aos tecidos celulares, onde ocorre a queima da glicose (para a queima desta é necessária a presença de oxigênio molecular,  $\text{O}_2$ ). Esse transporte ocorre graças ao íon  $\text{Fe}^{2+}$  da hemoglobina, que se combina com  $\text{O}_2$ , em atmosfera rica nesse gás, possibilitando o seu transporte até as células, que é um ambiente rico em  $\text{CO}_2$ , onde ocorre a troca do  $\text{O}_2$  por  $\text{CO}_2$ . A partir desse ponto, a hemoglobina passa a transportar  $\text{CO}_2$  até os pulmões, onde encontra novamente uma região rica em  $\text{O}_2$ , liberando assim o  $\text{CO}_2$ . Entretanto, esse ciclo pode ser interrompido pela presença de algumas substâncias como, por exemplo, o monóxido de carbono (CO), que tem a capacidade de se ligar fortemente ao íon  $\text{Fe}^{2+}$  e não permitir que haja a troca por

$\text{O}_2$  ou  $\text{CO}_2$ . Por esse motivo, o CO é considerado um gás tóxico, podendo intoxicar e até mesmo matar organismos baseados em hemoglobina, quando a atmosfera do meio está com altas concentrações do gás.

#### Notas

1. Siderurgia é um campo específico da metalurgia quando é produzido apenas ferro e aço. Já a metalurgia é a área que estuda a transformação de diversos minérios em metais (alumínio, cobre, titânio, ferro, manganês etc.) ou ligas metálicas pelo aquecimento a altas temperaturas para remoção de impurezas (principalmente oxigênio) e obtenção apenas do metal ou da liga metálica no estado líquido.

2. Dureza é uma propriedade dos materiais relacionada à capacidade de riscar e ser riscada: quanto maior a dureza, maior a sua capacidade de risco. A dureza é medida na escala de mohs, que vai de 1 (talco – mineral que pode ser facilmente riscado pela unha, que tem dureza de 2,5) a 10 (diamante – espécie mais dura que há, pode riscar qualquer coisa e só pode ser riscado por outro diamante).

3. Tenacidade é a medida da quantidade de energia necessária para provocar a ruptura de um material, ou seja, é a capacidade de resistir ao impacto.

**Miguel de Araújo Medeiros** (medeiros@ymail.com), licenciado, mestre e doutor em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é professor assistente da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

#### Referências

- CHILDE, V.G. *What happened in history*. London: Penguin Books, 1942.
- JESUS, C.A.G. Aço. Disponível em: <<http://www.dnfm.gov.br/assets/galeriadocumento/sumariomineral2005/A%C3%87O%202005rev.doc>>. Acesso em 07 fev. 2010.
- ELIADE, M. *Le chamanisme et les techniques archaïques de l'extase*. Paris: Payot, 1951.
- \_\_\_\_\_. *Ferreiros e alquimistas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- FIGUEIREDO, J.L. e RIBEIRO, F.R. *Catálise heterogênea*. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1987.
- GREENWOOD, N.N. e EARNSHAW, A. *Chemistry of the elements*. Oxford: Butterworth; Heinemann, 1997.
- IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. *Ferro*. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000039.pdf>>. Acesso em 08 fev. 2010.
- NAEGELE Jr., A.L. *Relatório anual 2009 – minério de ferro*. Disponível em: <[http://www.sinferbase.com.br/includes/tng/pub/tng\\_download4.php?KT\\_download1=e594854b8e5ec2c13a9aa56682003737](http://www.sinferbase.com.br/includes/tng/pub/tng_download4.php?KT_download1=e594854b8e5ec2c13a9aa56682003737)>. Acesso em 01 abr. 2010.
- RICHARD, A. *Die metalle bei den naturvolkern*. Leipzig: Kessinger, 1884.
- RICKARD, T.A. *Man and metals*, v. I. New York: Arno Press, 1974.
- RINALDI, R., GARCIA, C., MARCINIUK, L.L., ROSSI, A.V. e SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.

# XV Encontro Nacional de Ensino de Química

O Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), evento bianual organizado pela Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), teve sua 15ª edição ([www.xveneq2010.unb.br](http://www.xveneq2010.unb.br)) realizada em Brasília, de 21 a 24 de julho de 2010. Coube à Universidade de Brasília a incumbência de organizá-lo, em parceria com outros institutos de educação superior (IES) – em especial com a Universidade Federal de Goiás (UFG) e a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) – e com o apoio de diferentes organizações, com destaque para Fiocruz Brasília, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Foram contabilizadas mais de 1.700 inscrições, feitas por professores, pesquisadores e estudantes de diversas instituições de ensino.

Cabe ressaltar que o I ENEQ foi realizado no Instituto de Química da Unicamp, em 1982, sob a coordenação de Roseli Pacheco Schnetzler e de Maria Eunice Ribeiro Marcondes, que receberam justa homenagem na abertura do XV ENEQ. As oito primeiras edições foram realizadas em conjunto com a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Em sua sétima edição, em 1994, foi criada a Revista *Química nova na Escola*, que alavancou e consolidou a qualidade das pesquisas em Ensino de Química no país.

O ENEQ comemorou 25 anos de congregação dos educadores químicos no Brasil em 2006, ratificando a posição de principal e mais tradicional evento na área da Educação em Química do país. Nessa condição, articula-se em torno de significativos objetivos, entre os quais destacamos o de: a) congregar professores, pesquisadores, estudantes e demais interessados na área de Educação Química, envolvidos na educação básica e no nível superior, com o ensino e com a formação em Química, promovendo interações, ações e construções para participar de debates em torno dos avanços e dilemas vivenciados na área; e b) intensificar a interlocução de grupos de pesquisa e desenvolvimento atuantes em linhas temáticas da área da Educação Química, inter-relacionando e alimentando



conhecimentos, ações e mudanças em comunidades, em âmbitos local, regional e nacional, e incrementando e articulando contatos diversificados concernentes a produções científicas socialmente relevantes.

O tema do XV ENEQ, “A formação do Professor de Química e os desafios da sala de aula”, emergiu da necessidade de se repensarem processos de formação inicial e continuada e convidou, também e obviamente, à reflexão sobre os desafios que clamam por debates teóricos e discussões em torno de propostas que contribuam para a superação das necessidades formativas dos professores de Química frente aos diferentes contextos de sala de aula.

Pela primeira vez realizado em uma escola pública de ensino fundamental, o ENEQ de número 15 foi marcado pela participação ativa dos inscritos, com destaque para os denominados “Temas de Debate” (vinte e quatro no total), que tiveram a seguinte dinâmica: foram dados 15 minutos para dois convidados levantarem questões, no contexto da formação de professores e dos desafios da sala de aula, a serem enfrentadas que considerassem centrais para o debate em torno do tema específico. Após as duas apresentações, o debate foi aberto a todos os presentes, a começar pelos próprios convidados. À Coordenação do Debate, coube garantir que, nos 60 minutos que sucederam às duas apresentações, todos pudessem ter voz, enriquecendo ao máximo o debate esperado. Outra novidade foram as denominadas “Palestras Conjuntas”, nas quais dois pesquisadores compartilharam o tempo de cerca de 60 minutos, restando cerca de 30 minutos para perguntas da plateia após as duas exposições. Vinte e quatro minicursos foram ministrados, em rico espectro temático. Foram submetidos cerca de 300 trabalhos completos e mais de 500 resumos, refletindo o perfil e os avanços

da comunidade de pesquisadores em Ensino de Química do país. Teve excelente repercussão a iniciativa de garantir que todos os trabalhos completos fossem apresentados em forma de comunicações orais, além da que garantiu a permanência dos painéis impressos durante todo o Encontro, permitindo maior divulgação e maior intercâmbio dos pesquisadores e interessados nos temas apresentados nos respectivos resumos. As apresentações de duas sessões da peça “Lição de Botânica”, pelo Grupo Ouroboros, da UFSCar ([www.ufscar.br/ouroboros](http://www.ufscar.br/ouroboros)), além das realizadas por músicos associados ao Grupo de Educação Musical da Universidade de Brasília (UnB), trouxeram indiscutível riqueza cultural ao Encontro.

A **Sessão Comemorativa dos 15 anos de QNEsc**, que contou com a participação de editores de revistas internacionais, permitiu avaliar o papel da QNEsc para o enfrentamento dos desafios da sala de aula, em suporte ao professor de Química, e como espaço privilegiado para a divulgação da pesquisa em Ensino de Química.

Dando continuidade ao espaço criado no XIV ENEQ, realizou-se a II Mostra de Materiais Didáticos de Química (MOMA-DIQ), visando reunir e apresentar aos participantes do XV ENEQ o que está sendo produzido em termos de materiais didáticos na área de Ensino de Química, compilando iniciativas, muitas vezes isoladas, na tentativa de divulgar e tornar sua utilização mais ampla e efetiva nas escolas.

Por fim, é preciso destacar a realização de reuniões paralelas à Programação Oficial, nas quais os pesquisadores convidados do ENEQ, nacionais e internacionais, tiveram a oportunidade de discutir temas fundamentais para a área, incluindo um debate com o Presidente da SBQ, Professor Cesar Zucco, em torno de sua proposta de formação de professores. Dessas reuniões, foi produzido um manifesto, divulgado neste número de QNEsc, destinado aos candidatos à Presidência da República e aprovado por unanimidade na Plenária de Encerramento do XV ENEQ.

Prof. Ricardo Gauche (IQ/UnB),  
Coordenador Geral do XV Eneq – 2010