

A fusão nuclear como solução para as necessidades energéticas

A sociedade requer novas alternativas para atender à crescente demanda energética da população de maneira sustentável. Com esta missão, pesquisadores de todo o mundo levam décadas trabalhando para conseguir energia de fusão, uma fonte massiva e sustentável que está supondo um autêntico desafio científico e tecnológico, embora os prazos para conseguir a sua produção de maneira industrial e sua comercialização possam prolongar-se para além de meados deste século.

Como reconhece Carlos Hidalgo, chefe da Divisão de Física Experimental do Laboratório Nacional de Fusão do CIEMAT (Centro de Investigações Energéticas, Meio Ambientais e Tecnológicas), “a busca de fontes de energia remonta-se ao amanhecer do ser humano”. O problema atual é que as necessidades da população se multiplicaram por um fator de 100 ao longo da história, e os avanços nessa indagação provocaram mudanças radicais em nossa sociedade.

De fato, os especialistas calculam que a demanda de energia primária da humanidade terá crescido 25% em 2040, e estará perto de duplicar-se no final de século. Estas previsões exigirão um investimento de mais de 2 trilhões de dólares por ano em novos fornecimentos de energia, segundo o ‘World Energy Outlook 2018’ da Agência Internacional da Energia. Se esta situação não ocorrer e não for encontrada uma solução viável, poderia conduzir a uma grave crise energética.

Novas alternativas

Carlos Hidalgo advoga por agir com a maior rapidez possível para enfrentar a mudança climática se o objetivo a longo prazo é “limitar, com um custo assumível, o aumento da temperatura global do planeta em 2° C”. “A energia é o sangue que move a sociedade atual, e exige novas estratégias, como a fusão nuclear, para seu desenvolvimento sustentável,” assegura.

Diante deste panorama, a energia de fusão postula-se como a principal fonte do amanhã: limpa, segura e, em princípio, ilimitada. No entanto, Hidalgo pede cautela, pois “a necessidade de novas estratégias para a geração, conversão e armazenamento envolve um desafio colossal”, enquanto a dinâmica dos mercados energéticos está cada vez mais condicionada pelo crescimento exponencial da população e da demanda. Por isso faz um apelo para enfrentar este desafio através de uma visão de futuro que mantenha a defesa de uma política energética coerente e sustentada que fortaleça a benéfica relação entre educação, pesquisa e inovação

Diante deste panorama, a energia de fusão postula-se como a principal fonte do amanhã: limpa, segura e, em princípio, ilimitada. No entanto, Hidalgo pede cautela, pois “a necessidade de novas estratégias para a geração, conversão e armazenamento envolve um desafio colossal”, enquanto a dinâmica dos mercados energéticos está cada vez mais condicionada pelo crescimento

exponencial da população e da demanda. Por isso faz um apelo para enfrentar este desafio através de uma visão de futuro que mantenha a defesa de uma política energética coerente e sustentada que fortaleça a benéfica relação entre educação, pesquisa e inovação.

A integração e otimização de critérios de física e tecnologia vislumbram-se como os principais desafios para obter energia de fusão dentro de várias décadas

Compromisso internacional

Felizmente, atualmente “a consecução da fusão nuclear é um objetivo compartilhado no âmbito planetário”, e a comunidade científica internacional trabalha de forma colaborativa em distintas alternativas com diferente grau de desenvolvimento.

O principal exemplo disso é o projeto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), o maior no âmbito mundial, instalado no sul da França e que tratará de recriar com fins industriais os processos físicos que convertem o Sol em uma fonte de energia extraordinária. Sete grandes sócios (União Europeia, China, Japão, Rússia, Índia, Coreia do Sul e Estados Unidos), que representam mais da metade da população mundial, uniram-se e estão trabalhando há anos para desenvolvê-lo.

Tal como descreve o chefe da Divisão de Física Experimental do Laboratório Nacional de Fusão do CIEMAT, as pesquisas atuais vão dirigidas ao desenvolvimento dos elementos essenciais do programa de fusão, que será realizado em três fases:

- **Curto prazo (<2020)**. Construção do ITER; programa de pesquisa e desenvolvimento apoiando o ITER; operação Deutério-trítio no tokamak JET; design conceitual de DEMO (reator de demonstração da tecnologia da fusão nuclear); construção de um dispositivo para validar materiais de fusão (IFMIF-DONES); e desenvolvimento da linha stellarator.
- **Médio prazo (2030 – 2040)**. Primeira exploração científica/tecnológica do ITER; primeira exploração científica/tecnológica IFMIF-DONES; design de engenharia de DEMO; desenvolvimento do conceito stellarator; e desenvolvimento de materiais e tecnologia de reatores
- **Longo prazo (>2040)**. Otimização e integração de física e tecnologia do ITER; finalização do design e construção de DEMO; demonstração de produção de eletricidade e comercialização de tecnologias de fusão nuclear; e fase industrial da fusão nuclear.

Plazos e hitos del Programa Europeo de Fusión (ITER)

Fuente: Roadmap, de Eurofusion

Embora este seja o principal projeto de investigação internacional, não se trata do único. O Laboratório Nacional Lawrence Livermore dos EUA está desenvolvendo fusão induzida por laser; a Ilha da Ciência, na província chinesa de Anhui, abriga o Tokamak Supercondutor Experimental

Avançado; A Alemanha tem o stellarator Wendelstein 7-X, etc. E o Instituto Tecnológico do Massachusetts se voltou para o projeto Sparc, que envolverá a criação de uma usina de energia que, dentro de aproximadamente 15 anos, funcionará como um microssol que poderia produzir calor suficiente para gerar 200 megawatts de maneira contínua, sem causar poluição (energia que poderia abastecer uma cidade de uns 200.000 habitantes).

Desafios de futuro

Em qualquer caso, o objetivo final da pesquisa internacional neste campo é conceber, finalmente, usinas de geração de energia de fusão que sejam seguras, confiáveis, sustentáveis, que não causem dano ao meio ambiente e sejam economicamente viáveis.

No entanto, todos os projetos existentes movem-se em amplos períodos de tempo, o que torna evidente as dificuldades da pesquisa e nos situa em pelo menos três décadas para que o processo de obtenção de energia seja totalmente viável. E se forem atendidas as expectativas anunciadas por Johannes Schwemmer, diretor de Fusion for Energy, a agência europeia responsável pela gestão do projeto ITER, a sua industrialização e comercialização serão adiadas pelo menos até 2060.

O êxito final dependerá também de que se mantenha o fluxo de investimento. Estima-se que somente o projeto ITER custará 22 bilhões de euros, embora mais de 80% do investimento seja feito sob a forma de componentes construídos pelos parceiros em suas próprias indústrias nacionais. Mais preocupante é a situação criada na União Europeia (que financia 45,6% do projeto) pelo Brexit, embora o Reino Unido tenha a intenção de prolongar a sua participação.

Além disso, os cientistas deverão ser capazes de abordar uma série de desafios, como “a integração e otimização de critérios de física e tecnologia”. No aspecto da física de plasmas, Hidalgo confessa que se requer confinar eficientemente um plasma em ignição, isto é, “o suficientemente reativo como para produzir substancialmente mais energia que a consumida no processo de geração do plasma”. Do ponto de vista tecnológico “precisa-se demonstrar a autossuficiência na geração de trítio, e o desenvolvimento de materiais resistentes aos intensos e muito energéticos fluxos de nêutrons de fusão nuclear”.

Demanda Energética Mundial

Fuente: World Energy Outlook 2018, de la Agencia Internacional de la Energía

Como é gerada a Energia de Fusão

“O que torna os seres humanos realmente únicos é nossa capacidade de imaginar e moldar o futuro fazendo uso da aliança científico-tecnológica. Um exemplo desta característica é a busca do controle da energia que move o universo: a fusão nuclear”, confessa Carlos Hidalgo. Não

obstante, as reações de fusão são as que liberam a energia que alimenta o Sol e as estrelas. Para que possa ocorrer a fusão, os núcleos reativos devem vencer a repulsão eletrostática e aproximar-se o suficiente para permitir que entre em jogo a força nuclear atrativa.

As pesquisas atuais operam mediante duas estratégias para a obtenção da energia:

– **Confinamento magnético.** Requer o aquecimento dos núcleos reativos a temperaturas umas 15 vezes maiores que a do centro do Sol (estimada em uns 15 milhões de graus) e isolá-los termicamente do ambiente circundante mediante um intenso campo magnético (dispositivos tokamak ou stellarator). Produz-se a fusão por confinamento gravitacional. É a estratégia pela qual aposta o projeto ITER.

– **Confinamento inercial.** Não usa um campo magnético para impedir que o plasma toque as paredes do reator, mas propõe um combustível para conseguir que uma pequena porção de deutério e trítio consigam implodir. Assim, todo o material se condensa de uma forma violenta e o resultado é a união dos núcleos de deutério e trítio.

Colaborou na elaboração deste artigo.

Carlos Hidalgo é pesquisador do Laboratório Nacional de Fusão no Centro de Investigações Energéticas, Meio Ambientais e Tecnológicas (CIEMAT Espanha), onde atualmente lidera a Divisão de Física Experimental. Seu trabalho de pesquisa concentra-se no estudo de plasmas de alta temperatura. Trabalhou em diferentes laboratórios da Europa, EUA e Japão. É autor de inúmeras publicações em revistas internacionais de física do estado sólido e física de plasmas de fusão nuclear. Complementa sua atividade de pesquisador com atividades docentes.