Engenheiro nuclear

CENTRO DE INFORMAÇÃO E PESQUISA OCUPACIONAL (CIPO)

1. Campo profissional; 2. Histórico; 3. Características da atividade; 4. Condições de trabalho; 5. Exigências para o desempenho da profissão; 6. Forma pela qual se ingressa na profissão; 7. Oportunidades da profissão; 8. Estudos preparatórios que exige; 9. Currículos de pós-graduação de engenharia nuclear.

1. Campo profissional

Engenharia nuclear
- *Profissional*: engenheiro nuclear
- *Nível de preparo*: pós-graduação

2. Histórico

Os cientistas que se dedicaram ao estudo da física nuclear, seja teórica ou experimental, utilizaram-se de aparelhagem especial, reatores nucleares, com os quais analisaram a estrutura atômica e molecular da matéria, chegando à desintegração atômica, ao conhecimento dos raios X, das radiações cósmicas e até mesmo alcançaram a mediação e separação dos isótopos, os aceleradores de partículas etc.

Todos esses trabalhos científicos se desenvolveram à base do conhecimento sobre nêutron. (matéria → molécula → átomo → nêutron) A matéria é composta de moléculas e estas de átomos, que por sua vez se subdividem em nêutrons.

Átomo (palavra grega, significa: que não se pode dividir).

É a mais pequena parcela do elemento. Os átomos de um elemento diferem dos de todos os outros elementos; há tantas espécies de átomos como de elementos; são estruturas completas com que é edificado cada elemento; todas as coisas são compostas de átomos; são tão pequenos que não os podemos ver, mesmo usando o mais potente microscópio; compõem-se de "tijolos" ainda mais pequenos que se podem quebrar, e no seu interior há um fascinante mundo de eletricidade.

Cada átomo possui pequenas partículas que contêm dois tipos de eletricidade (positiva e negativa). A eletricidade positiva atrai a negativa, mas repele a positiva e vice-versa. Normalmente, os átomos têm igual quantidade de ambos os tipos de eletricidade, sendo por isso eletricamente neutros.

O átomo é composto de:

1. Elétron – diminuta partícula que contém uma unidade de carga de eletricidade negativa.
2. Núcleo – é constituído por duas espécies principais de partículas (próton e nêutron).

O próton transporta uma unidade de carga de eletricidade positiva; o nêutron não tem carga elétrica, apenas torna o átomo mais pesado.

Cada átomo tem, portanto, um núcleo positivo, pesado, cercado pelo número de elétrons negativos para neutralizar a carga positiva da parte central. Os elétrons estão sempre girando à volta do núcleo e ao mesmo tempo rodam sobre si mesmos como piões.

Os cientistas verificaram que se o nêutron colidir com determinado tipo de urânio (corpo metálico de 235 núcleos), ocorrerá um processo chamado *fissão*. A fissão de dois fragmentos voando em altíssima velocidade fará desprender um gigantesco volume de *energia*. Basta, para isso, uma pequena porção fissionável para obter a *energia nuclear*.

Na sua evolução, o mundo busca as mais diversas formas de energia, gerada a partir das mais variadas fontes. No caso da energia elétrica – uma das mais utilizadas –, ela pode ser obtida pela transformação de outras fontes como a hidráulica (gravitacional), a energia térmica, a energia química e modernamente a energia nuclear.

Uma das razões para a utilização da energia nuclear é a diminuição das reservas de fontes convencionais de energia.

No Brasil o assunto vem sendo estudado oficialmente desde 1956, quando foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear, que instalou vários institutos de pesquisa dotados de pequenos *reatores experimentais*.

Em 1971 iniciou o projeto Angra I em Angra dos Reis. A primeira usina nuclear brasileira marcará o início da suplementação das usinas hidrelétricas para sustentar o grande desenvolvimento industrial do País.

O acordo de cooperação nuclear entre o Brasil e a República Federal da Alemanha foi assinado em Bonn, a 27 de junho de 1975. A assinatura do acordo representou o ponto culminante de uma política nuclear que vinha sendo seguida de longa data pelo Brasil.

Entre os marcos significativos no caminho percorrido até a conclusão do acordo com a Alemanha destaca-se a posição tomada pelo Governo brasileiro, em 1968, contra a proliferação de armas nucleares (TNP – Tratado de não-proliferação de Armas Nucleares).

Em 1990 a energia nuclear já deverá estar gerando 10 milhões de kW (quilowatts) para o País, significando com isso o desenvolvimento e o progresso do Brasil.

3. Características da atividade

O engenheiro nuclear, em síntese, é o profissional que se dedica: a) ao estudo, projeto, construção e operação de *reatores nucleares* de pesquisa; de reatores experimentais, de reatores da produção de energia elétrica; b) à produção e utilização dos radioisótopos nos diferentes setores de atividades (medicina, biologia, agricultura, indústria); c) ao projeto e construção de equipamentos relacionados com a energia nuclear; d) às atividades culturais correlatas (palestras, conferências de professores, de cientistas e de técnicos).

O engenheiro nuclear pode ter suas atividades ligadas ao Programa Nuclear Brasileiro que tem por objetivos: a) a prospecção, pesquisa e lavra de minérios nucleares; b) a produção de concentrados de urânio; c) o enriquecimento de urânio e a fabricação do elemento combustível; d) o processamento de urânio e plutônio; e) a fabricação de reatores e a engenharia de construção e montagem de centrais nucleares; f) incentivo à participação da indústria nacional no suprimento das centrais nucleares.

3.1 *Especializações*

Não se pode pensar em pessoal para a área nuclear só em termos quantitativos. É necessária também a utilização de profissionais altamente qualificados e isso envolve o ensino desde suas bases, já que as atividades ligadas ao setor exigem não só técnicos e especialistas de nível superior, mas sobretudo os de nível médio.

O engenheiro nuclear tem à sua disposição e opção as seguintes áreas de concentração, a nível de *mestrado* na UFRJ, no IME e na USP.

– Engenharia de reatores; física de reatores; química nuclear e radioquímica; materiais nucleares e engenharia tecnológica nuclear.

4. Condições de trabalho

Desde a construção da primeira usina nuclear, há mais de 13 anos, raríssimos têm sido os casos de acidentes, seja de operários da usina ou não; portanto, podemos concluir que o ambiente de trabalho possui a máxima segurança.

5. Exigências para o desempenho da profissão

Para o desempenho da engenharia nuclear se requer condições de ordem psicológica como:

- raciocínio abstrato-espacial;
- aptidões: científica, numérica e mecânica;
- imaginação criadora específica;
- capacidade de concentração;
- atenção para detalhes e generalização;
- emotividade controlada e perseverança.

Embora a função seja exercida principalmente por homens, não há restrições que o seja por mulheres.

Os requisitos legais necessários são os mesmos do engenheiro, físico ou químico, que após terem seu diploma de graduação registrado no órgão da classe (Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura etc.), fará seu curso de pós-graduação em engenharia nuclear.

5.1 *Deveres e responsabilidades*

São idênticos aos de quaisquer outras especialidades de engenharia e estão expressos no Código de Ética dos Engenheiros.

6. Forma pela qual se ingressa na profissão

O engenheiro nuclear trabalha sempre filiado a uma empresa especial para onde ingressa por contrato, convite ou concurso, conforme o caso. Apresentará credenciais de formação, estágio e demais comprovantes de competência.

7. Oportunidades da profissão

Em relação ao mercado de trabalho, várias empresas oferecem empregos aos formados em especialidades da área.

Dentre estas incluem-se: Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN; Furnas Centrais Elétricas S.A.; Usina Nuclear, em construção em Angra dos Reis; e inúmeras instituições de ensino e pesquisa. Podem trabalhar no emprego da energia atômica voltando suas atenções para a agricultura, medicina ou conservação de alimentos.

Quanto aos salários, a maioria das empresas têm mantido sigilo para que não haja uma competição *considerada desnecessária.*

8. Estudos preparatórios que exige

Na Faculdade de Engenharia da UFRJ, o ingresso é precedido de um curso de extensão universitária de um ano (Introdução à engenharia nuclear), com a finalidade de formar técnicos com conhecimentos básicos ao empreendimento de estudos sobre o aproveitamento industrial.

Admite o curso, como alunos, os diplomados em outras especialidades da engenharia ou os diplomados em outras faculdades como por exemplo: física, química, matemática, meteorologia, oceanografia, sismologia, geologia, hidrologia, ecologia, biologia e economia. É, portanto, um curso de pós-graduação em ciências e engenharia.

Haverá a possibilidade de formação de dois tipos de graduados:

a) *Engenheiros nucleares*, para os graduados em engenharia;
b) *Técnicos em engenharia nuclear*, para os graduados nas demais especialidades.

O curso terá a duração de dois anos, dividido em semestres, constando as seguintes matérias com pequenas variações, dependendo da área de especialização:

1.º ano: cálculo avançado, eletrônica, física nuclear, física de reatores, radiofísica sanitária, transferência de calor.
2.º ano: aspectos econômicos dos rejeitos radioativos, blindagem, controle, física de reatores, projetos, química de materiais dos reatores, radiofísica sanitária, transferência de calor.

As aulas práticas são dadas na própria Faculdade de Engenharia da UFRJ e em outras instituições como o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Com o funcionamento do reator Argonauta, do Instituto de Engenharia Nuclear, as práticas do reator são aí realizadas.

Os estudos de física, voltados para essa área, podem ser divididos em duas modalidades: física atômica e nuclear.

Quanto à química, é considerada fundamental, pois nunca se encontra o minério pronto para ser usado. No Programa Nuclear Brasileiro o químico tem uma participação muito grande em todos os ciclos da indústria nuclear.

Depois da formação em química, quem desejar se especializar em química nuclear ou radioquímica poderá fazer o curso de pós-graduação, mantido pelo Instituto de Química pela UFRJ.

Realizam-se cursos de *pós-graduação* em algumas escolas de engenharia do País como: a) Conselho Nacional de Engenharia Nuclear – CNEN. Rua Gen. Severiano, 90. Tel.: 286-7002/R. 17 – CEP 22290 – Botafogo, Rio de Janeiro, RJ. b) Instituto Militar de Engenharia – IME. Pça. General Tibúrcio, s/n.º. Tel.: 266-7922 – CEP 22290 – Praia Vermelha, Rio de Janeiro, RJ. c) Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Cidade Universitária – Ilha do Fundão – CEP 21941 – Ilha do Governador, Rio de Janeiro, RJ. d) Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais. Caixa Postal 1941. Tel.: 42-5422 – CEP 30.000 – Belo Horizonte, MG. e) Instituto de Energia Atômica da Universidade de São Paulo. Bloco A da Cidade Universitária – CP 11.049 – CEP 01000 – Pinheiros, São Paulo, SP.

8.1 *Instituições de pesquisa*

a) Comissão Nacional de Engenharia Nuclear – CNEN. Rua Gen. Severiano, 90. Tel.: 286-7002/R. 17 – CEP 22290 – Botafogo, Rio de Janeiro, RJ; b) Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) – CNEN. Rua Gen. Severiano, 90. Tel.: 286-7002 – CEP 22290 – Botafogo, Rio de Janeiro, RJ; c) Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) – CNEN. Rua Gen. Severiano, 90. Tel.: 286-7002 – CEP 22290 – Botafogo, Rio de Janeiro, RJ; d) Nuclebrás. Rio de Janeiro, RJ; e) Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR) – Nuclebrás. Belo Horizonte – MG; f) Instituto de Pesquisa Energética e Nuclear (IPEN) – SP.

8.2 *Bibliografia*

– *Catálogo de Cursos de pós-graduação no Brasil* – CAPES.
– *Enciclopédia Barsa* – Anuário 1976.
– *Informe universitário*, n. 1, nov. 76.
– Braga, Leonilda d'Anniballe. Série Informação Profissional. vs. 1 e 2.
– *Revista Comércio e Mercados, 9* (95 e 96), *11* (116).
– *Revista Rodovia*, n. 316 e 325.
– *Revista Tendência*, n. 43, abr. 77.

Consulta especializada

– Dr. Heitor Caulliraux – Chefe da Divisão de Planos e Programas do CNEN.

9. Currículos de cursos de pós-graduação de engenharia nuclear

9.1 *Instituto Militar de Engenharia – IME*

- Mestrado em física de reatores

– análise numérica; controle de reatores, dosimetria e proteção radiológica, física nuclear, mecânica analítica, mecânica estatística, mecânica quântica, laboratório de reatores, métodos de matemática avançada I e II, seminário, teoria eletromagnética I e II, teoria de reator I e II, teoria do transporte, tese de mestrado e tópicos especiais.

- Mestrado em matérias nucleares

– análise numérica, dosimetria e proteção radiológica, engenharia de reator I, física nuclear, matérias nucleares, mecânica analítica, mecânica estatística, mecânica quântica, métodos de matemática avançada I e II, seminário, teoria eletromagnética I e II, tese de mestrado e tópicos especiais.

9.2 *Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – COPPE*

- Mestrado em engenharia de reatores

– dinâmica de usinas nucleares, estudo de problemas brasileiros, física clássica, física moderna, física de nêutrons, física nuclear, física de reatores I, II e III, introdução à engenharia nuclear, introdução à física de reatores, introdução à tecnologia de reatores, laboratórios de física de reatores, laboratório de instrumentação nuclear, mecânica estatística, mecânica quântica, métodos matemáticos IV e V, pesquisa para tese de mestrado, seminário, seminário de mestrado, tecnologia de reatores, tópicos especiais em engenharia nuclear e transmissão de calor em reatores.

- Mestrado em química nuclear e radioquímica

– estudo de problemas brasileiros, extração para solvente em metalurgia, física clássica, física moderna, garantia de qualidade, introdução à engenharia nuclear, introdução à tecnologia de reatores, laboratório de instrumentação nuclear, laboratório de radioquímica, métodos matemáticos IV, métodos variacionais, pesquisa para tese de mestrado, problemas especiais em engenharia nuclear (análise instrumental em química), química inorgânica avançada I e II, química nuclear I e II, química quântica, seminário, seminário de mestrado, termodinâmica metalúrgica e tópicos especiais em engenharia nuclear (química da água).