ISSN: 2358-8829

RELEVÂNCIA DO ENSINO DE TÉCNICAS NUCLEARES NA CONSOLIDAÇÃO DE COMPETÊNCIAS ACADÊMICAS E PROFISSIONAIS EM PROGRAMAS DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEARES

Cíntia de Andrade Custódio[1]

Julio Cezar Suita[2]

INTRODUÇÃO

A formação de recursos humanos qualificados em Ciência e Tecnologia Nucleares constitui uma dimensão estratégica para a continuidade das atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e aplicação segura das radiações ionizantes. A complexidade do campo exige conhecimentos articulados de física nuclear, radioquímica, instrumentação, metrologia, análise de dados e proteção radiológica, bem como capacidade de interpretar resultados e tomar decisões em situações experimentais. Nesse cenário, a pós-graduação *stricto sensu* não deve limitar-se à transmissão de conteúdos especializados: precisa criar oportunidades de mobilização integrada de conhecimentos, habilidades e atitudes em problemas científicos e profissionais. MICHAILIDOU *et al*. (2024), ao examinarem ações de educação e treinamento situam a manutenção e o aprimoramento de competências nucleares como desafios que demandam iniciativas formativas continuadas e contato com ambientes científicos especializados.

A aprendizagem em áreas experimentais adquire maior consistência quando os fundamentos teóricos são relacionados a situações concretas de investigação. Nas disciplinas de técnicas nucleares, atividades envolvendo espectrometria gama, análise por ativação neutrônica e uso de radiotraçadores podem promover a integração entre princípios de interação da radiação com a matéria, preparação de amostras, seleção de

[1] Professora orientadora do Curso de Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia Nucleares do Instituto de Engenharia Nuclear (IEN)/Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)), cintia.custodio@ien.gov.br

[2] Professor orientador do Curso de Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia Nucleares do Instituto de Engenharia Nuclear (IEN)/Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)), julio.suita@ien.gov.br

detectores, tratamento quantitativo de sinais e análise crítica de incertezas. Essa aproximação entre experiência e reflexão encontra respaldo na discussão de KOLB E KOLB (2005) sobre aprendizagem experiencial e espaços de aprendizagem no ensino superior. Importa destacar que a realização de procedimentos práticos, por si só, não comprova aquisição de competências; sua contribuição educacional depende de objetivos explícitos, acompanhamento docente, reflexão sobre os resultados e instrumentos de avaliação adequados.

A literatura sobre educação em ciências e engenharias oferece evidências relevantes para fundamentar tais escolhas didáticas. PRINCE (2004), em revisão da pesquisa sobre aprendizagem ativa, identificou apoio empírico para estratégias ativas, cooperativas e baseadas em problemas, ressalvando diferenças de eficácia entre abordagens e contextos. FREEMAN *et al.* (2014) observaram melhor desempenho médio dos estudantes em ambientes de aprendizagem ativa, quando comparados às aulas predominantemente expositivas. Embora esses trabalhos não investiguem especificamente programas brasileiros de mestrado em tecnologia nuclear, fornecem uma justificativa pedagógica para o uso criterioso de estudos de caso, resolução colaborativa de problemas, discussão de resultados laboratoriais e projetos aplicados.

A organização das experiências educativas também é relevante para estudantes com formações iniciais distintas. Em programas multidisciplinares, pós-graduandos oriundos de engenharias, ciências exatas, áreas tecnológicas e ciências da vida podem apresentar familiaridade desigual com conceitos de estrutura atômica, estatística de contagens, química de soluções e proteção radiológica. Desse modo, a definição de conhecimentos prévios, o nivelamento conceitual e a sequência progressiva de tarefas tornam-se aspectos centrais do planejamento curricular. HAAK *et al.* (2011) demonstraram, em contexto de ensino superior de biologia, que maior estruturação de atividades e exercícios de aprendizagem ativa se associou à melhoria do desempenho e à redução de diferenças entre grupos com diferentes condições de preparação. THEOBALD *et al.* (2020), em cursos de áreas *STEM*, também encontraram redução de diferenças de desempenho em contextos de aprendizagem ativa. A transposição desses achados para a pós-graduação nuclear exige cautela, mas destaca a importância de oportunidades de aprendizagem acessíveis a estudantes com repertórios acadêmicos heterogêneos.

ISSN: 2358-8829

No domínio específico da educação nuclear, experiências internacionais indicam a pertinência de articular formação conceitual, treinamento experimental e acompanhamento de resultados educacionais. ČERBA *et al*. (2024) descrevem os métodos educacionais da European Nuclear Experimental Educational Platform (ENEEP), propondo uma organização da aprendizagem em conhecimentos, habilidades e atitudes e discutindo procedimentos de acompanhamento do progresso dos participantes. Esses trabalhos apontam para a importância de propostas pedagógicas que transcendam a exposição teórica e aproximem estudantes de desafios técnicos representativos da atuação científica e profissional.

No contexto da formação em Ciência e Tecnologia Nucleares, o ensino de técnicas analíticas e instrumentais apresenta, ainda, exigências particulares de segurança, rastreabilidade e responsabilidade. A interpretação de espectros, a avaliação de fontes de erro, a elaboração de relatórios e a aplicação de protocolos de proteção radiológica podem ser tratadas como componentes complementares da formação, e não como tarefas isoladas. À luz da abordagem de competências descrita por ČERBA et al. (2024), o domínio conceitual deve ser acompanhado da capacidade de executar procedimentos e justificar escolhas técnicas. A perspectiva de formação continuada discutida por MICHAILIDOU *et al*. (2024) acrescenta a necessidade de preparar profissionais para atualizar conhecimentos diante de mudanças nos métodos, nas aplicações e nos requisitos de segurança. Assim, uma proposta educacional orientada por competências demanda integração entre conteúdos, atividades experimentais e avaliação formativa.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Este trabalho analisa, em perspectiva descritiva, a relevância da integração entre fundamentos teóricos, práticas laboratoriais e aplicações tecnológicas na formação de mestrandos em Ciência e Tecnologia Nucleares.

O estudo adota abordagem qualitativa, descritiva e analítica complementada por sistematização descritiva de médias acadêmicas. A avaliação de práticas pedagógicas em disciplinas relacionadas à radioquímica, à instrumentação nuclear e a métodos analíticos baseados em radiações ionizantes. Foram consideradas estratégias de aprendizagem ativa, como estudos de caso, atividades laboratoriais e projetos aplicados, envolvendo

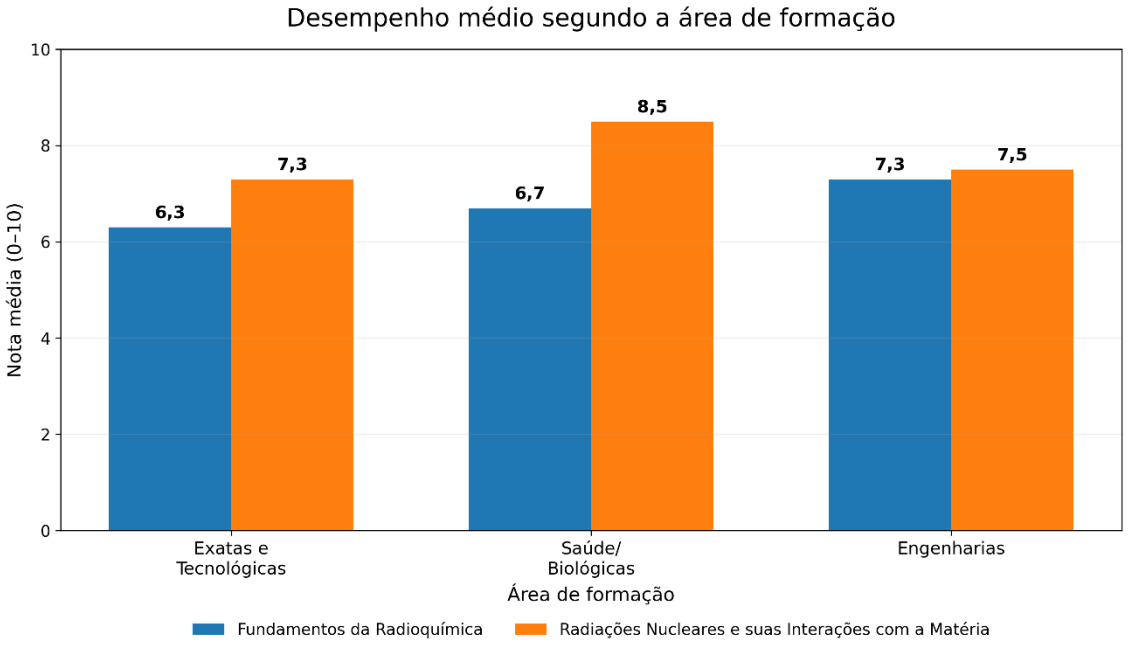
espectrometria gama, análise por ativação neutrônica e uso de radiotraçadores. Conteúdos de proteção radiológica e segurança laboratorial integraram o escopo formativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A integração entre fundamentos teóricos, atividades experimentais e aplicações das técnicas nucleares favoreceu a consolidação de competências técnico-científicas dos pós-graduandos. As estratégias de ensino contribuíram para o domínio de conceitos relacionados às interações da radiação com a matéria e suas aplicações, além de estimular a capacidade analítica, a resolução de problemas e a autonomia científica. A diversidade das formações acadêmicas dos discentes também evidencia o caráter multidisciplinar do processo formativo. Como indicador complementar, foi realizada uma análise descritiva do desempenho acadêmico em Fundamentos da Radioquímica e Radiações Nucleares e suas Interações com a Matéria, considerando a área de formação de origem dos estudantes.

As médias obtidas são apresentadas na Figura 1.

FIGURA 1 – DESEMPENHO EM DISCIPLINAS NUCLEARES POR ÁREA DE FORMAÇÃO



A análise evidenciou desempenho satisfatório entre estudantes provenientes de diferentes áreas de formação, demonstrando que trajetórias acadêmicas distintas podem convergir no processo de aprendizagem em Ciência e Tecnologia Nucleares. Embora tenham sido observadas variações entre os grupos, os resultados revelam a inserção de diferentes perfis acadêmicos nas disciplinas avaliadas e reforçam o caráter multidisciplinar da formação nuclear. Esses achados complementam a análise qualitativa e destacam a importância de uma abordagem de ensino capaz de articular diferentes conhecimentos, experiências e competências na formação de profissionais para atuação no setor nuclear.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino interdisciplinar e contextualizado de técnicas nucleares mostrou-se relevante para a consolidação de competências acadêmicas e profissionais na formação de estudantes de mestrado. A articulação entre fundamentos teóricos, atividades experimentais e aplicações contribuiu para o domínio conceitual, a capacidade analítica, a autonomia científica e a preparação para atuação em diferentes setores da área nuclear.

Palavras-chave: Ensino nuclear; Pós-graduação; Aprendizagem ativa; Interdisciplinaridade; Competências técnico-científicas.

REFERÊNCIAS

ČERBA, Š. et al. Education methods of the European nuclear experimental educational platform. Nuclear Engineering and Design, v. 420, art. 112973, 2024.

FREEMAN, S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014.

HAAK, D. C. et al. Increased structure and active learning reduce the achievement gap in introductory biology. Science, v. 332, n. 6034, p. 1213–1216, 2011.

KOLB, A. Y.; KOLB, D. A. Learning styles and learning spaces: enhancing experiential learning in higher education. Academy of Management Learning & Education, v. 4, n. 2, p. 193–212, 2005.

MICHAILIDOU, E. et al. Nuclear education and training activities of the Joint Research Centre of the European Commission: maintaining and enhancing nuclear skills and competences. Nuclear Engineering and Design, v. 423, art. 113087, 2024.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004.

THEOBALD, E. J. et al. Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 117, n. 12, p. 6476–6483, 2020.