

FORMAÇÃO TECNOLÓGICA PARA A INDÚSTRIA PETROQUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES, DESAFIOS E OPORTUNIDADES DESDE CARTAGENA, COLÔMBIA

Johana Inés Rodríguez Ruiz ¹

Rina de León Herrera²

INTRODUÇÃO

Em Cartagena de Índias opera um complexo petroquímico que concentra setores ativos como matérias-primas industriais, produtos químicos, petróleo e plásticos, reunindo indústrias de escala internacional que exigem mão de obra qualificada para operar, manter e transformar processos sob padrões de produtividade e sustentabilidade. Neste contexto industrial altamente especializado, o alinhamento entre as competências dos formados e as exigências do setor torna-se crucial.

Em resposta a esse ambiente produtivo, o Serviço Nacional de Aprendizagem – SENA desenvolve programas de formação tecnológica, como o de Tecnologia em Operação de Plantas Petroquímicas, no entanto, é necessário avaliar sistematicamente como esse programa responde aos desafios reais do setor, construindo uma cadeia de valor que permita visualizar as etapas do processo formativo que agregam valor ao ambiente produtivo e comparar as competências do programa com aquelas requeridas pela indústria, tomando como referência os perfis ocupacionais, normas setoriais e ofertas de trabalho.

Essa comparação possibilita identificar como se dá a articulação entre a formação oferecida pelas instituições e as necessidades produtivas, bem como detectar as lacunas que podem fortalecer a pertinência da formação técnica e tecnológica em Cartagena, por meio de estratégias de avaliação de impacto e propostas para melhorar a articulação entre os programas de educação tecnológica e as demandas do setor petroquímico.

Neste trabalho são mostrados os avanços do projeto de tese de doutorado intitulado “Avaliação do impacto do programa Tecnologia em Operação de Plantas Petroquímicas do Serviço Nacional de Aprendizagem-SENA na cidade de Cartagena de Índias”, cujo objetivo geral é avaliar o impacto socioeconômico e laboral dos formados do programa de Tecnologia em Operação de Plantas Petroquímicas do SENA em Cartagena de Índias, durante o período de

¹ Doctoranda en Ciencias de la Educación

² Universidad de Cartagena



2010 a 2024, determinando a eficiência, eficácia e funcionalidade de seu desempenho nesse setor industrial.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida sob uma abordagem metodológica de caráter descritivo, orientada a determinar a pertinência dos programas de formação técnica e tecnológica oferecidos em relação às demandas reais do setor petroquímico e industrial em Cartagena de Índias. Para a análise das competências e habilidades do programa, tomou-se como referência o perfil ocupacional definido na Classificação Nacional de Ocupações (CNO), código 9232 - Operadores de Processos, Químicos, Gás e Petróleo. Esse perfil descreve conhecimentos fundamentais em química, mecânica, produção e processamento, segurança pública e língua estrangeira, juntamente com habilidades associadas à análise de controle de qualidade, vigilância das operações, avaliação e controle de atividades, compreensão de leitura e pensamento crítico. Além das funções próprias da ocupação, como a operação e controle de instalações multifuncionais para o processamento de substâncias químicas, o monitoramento de medidores e instrumentos de controle, e a execução de ajustes nos parâmetros operacionais. A inclusão desse referencial normativo permite que as competências identificadas sejam comparadas ao marco nacional que orienta a empregabilidade e o reconhecimento dos tecnólogos no setor petroquímico. Para estabelecer a pertinência das competências mencionadas, foram analisadas vagas de emprego publicadas em plataformas nacionais, correspondentes a cargos técnicos, tecnológicos e profissionais dos setores petroquímico, plástico e industrial. A partir desse exercício, identificaram-se as competências explicitamente exigidas pelas empresas, tanto de caráter técnico quanto transversal, servindo como insumo para a elaboração da matriz comparativa entre a formação oferecida pelo SENA e as demandas reais do setor produtivo.

REFERENCIAL TEÓRICO

A cadeia de valor constitui uma ferramenta estratégica que permite analisar, de forma detalhada, as atividades internas de uma organização, com o objetivo de identificar aquelas que geram vantagens competitivas sustentáveis. Para Porter (1985) cada empresa pode ser desagregada em um conjunto de processos primários e de apoio, cuja interação determina a criação de valor para o cliente e a eficiência no uso dos recursos. Essa perspectiva, aplicada ao campo educativo, facilita avaliar como as instituições de ensino organizam seus processos para



responder às necessidades do setor produtivo, maximizando seu impacto na empregabilidade e na pertinência acadêmica (Porter, 1985).

A aplicabilidade da cadeia de valor na educação tem sido recentemente explorada em diversos contextos, demonstrando seu potencial como um modelo de gestão capaz de articular processos formativos. López e Huamán (2024) propõem um esquema de cadeia de valor para a formação inicial de professores no Peru, no qual identificam atividades primárias como a admissão, o ensino-aprendizagem, a prática pré-profissional e a avaliação progressiva do perfil de egresso, complementadas por atividades de apoio como a gestão curricular, a capacitação docente e a infraestrutura institucional. Seus resultados mostram que os princípios de Porter no campo da educação permitem sistematizar os processos, incorporar critérios de inovação e garantir que cada elo do processo formativo contribua para a pertinência e qualidade do perfil de egresso.

A cadeia de valor possibilita não apenas mapear os processos curriculares e de formação prática, mas também contrastá-los com as exigências do setor petroquímico de Cartagena de Índias. Nesse sentido, Torabi, Ardekani e Hataminasab (2021) identificaram as competências profissionais-chave na indústria petroquímica. O modelo proposto classifica as competências profissionais em seis áreas principais, que integram um total de dezoito componentes. Em primeiro lugar, a área das habilidades compreende a criatividade e inovação, a capacidade de análise, a tomada de decisões, bem como as habilidades específicas e gerais, e a gestão. Em segundo lugar, o conhecimento refere-se tanto às informações relacionadas ao contexto de trabalho quanto ao conhecimento profissional básico. Quanto aos atributos pessoais, o modelo destaca a autoeficácia percebida, a adaptabilidade e as capacidades psicológicas como fatores determinantes do desempenho. Por sua vez, as atitudes englobam o comprometimento laboral e a atitude profissional, enquanto as motivações incluem o desejo de desenvolvimento profissional e a motivação intrínseca. Finalmente, os aspectos gerais reúnem componentes como a responsabilidade, o desempenho profissional global e as características intrínsecas do indivíduo, configurando um marco integral que vincula dimensões cognitivas, afetivas e comportamentais no desenvolvimento da competência profissional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cadeia de valor construída evidencia um processo estruturado que abrange desde a identificação das necessidades do setor produtivo nas mesas setoriais, o desenho e



desenvolvimento curricular, os procedimentos de ingresso e formação dos estudantes, a etapa prática no setor produtivo, até a inserção laboral e o acompanhamento dos formados.

Seguindo a metodologia proposta, foram identificadas atividades de apoio como a infraestrutura, a capacitação de instrutores, o asseguramento da qualidade e as atividades de inovação e desenvolvimento tecnológico, reconhecidas como fatores que potencializam a efetividade do programa em um setor altamente especializado, como o petroquímico.

Os resultados revelam uma clara correspondência entre as competências identificadas nas vagas do setor petroquímico de Cartagena e aquelas definidas na Classificação Nacional de Ocupações (CNO, código 9232 - Operadores de Processos, Químicos, Gás e Petróleo). Enquanto as vagas destacam a segurança industrial, o controle de parâmetros de processo, as análises físico-químicas e a flexibilidade para trabalhar em turnos rotativos, a CNO estabelece conhecimentos em química, matemática, mecânica e segurança, bem como habilidades em controle de qualidade, pensamento crítico, manejo de imprevistos e trabalho em equipe.

Essa coincidência reforça a pertinência do perfil ocupacional como marco de referência e valida que as competências demandadas pelas empresas locais estão alinhadas com os padrões oficiais do país. No entanto, observa-se que as vagas incluem requisitos mais específicos, como o domínio de softwares e a aplicação de normas internacionais, aspectos que não aparecem explicitamente na classificação e que representam lacunas a serem consideradas em futuras atualizações do programa.

No plano técnico, há correspondência na formação para a operação de plantas, o controle de variáveis de processo e a segurança industrial básica, o que garante um ajuste inicial às exigências da indústria. Todavia, emergem lacunas críticas no domínio de softwares especializados de planejamento e manutenção, na aplicação de normas internacionais de segurança e controle (RETIE e NFPA), bem como na gestão logística e de inventários.

Do mesmo modo, no âmbito transversal, observa-se a necessidade de fortalecer competências de liderança, disciplina em ambientes de alta rotatividade e orientação ao cliente, que são essenciais para a empregabilidade em um setor altamente competitivo e globalizado.

Nos resultados da análise das vagas coletadas em Cartagena, identificou-se um conjunto de competências recorrentes nos perfis solicitados pelo setor petroquímico e industrial: segurança industrial, controle de parâmetros de processo, execução de análises físico-químicas, disponibilidade para trabalhar em turnos rotativos e controle de qualidade de produtos e operações. Esses achados confirmam que as empresas priorizam tanto o cumprimento das normas de segurança e padrões de qualidade quanto a capacidade técnica de operar processos em condições de alta exigência.



Além disso, a frequência de competências associadas à flexibilidade laboral e ao asseguramento da qualidade evidencia a necessidade de que a formação tecnológica não se concentre apenas na transmissão de conhecimentos técnicos, mas também integre de forma transversal habilidades de disciplina operacional e adaptação a contextos produtivos dinâmicos.

Em síntese, a análise das competências demandadas pelo setor produtivo e sua comparação com a formação oferecida pelo SENA permitem afirmar que a cadeia de valor educacional constitui uma ferramenta útil para evidenciar tanto os acertos quanto as limitações do programa. A identificação de convergências e lacunas não apenas fornece evidências empíricas sobre a pertinência da formação tecnológica, como também oferece elementos concretos para orientar processos de atualização curricular, fortalecer a articulação com as empresas e consolidar estratégias de acompanhamento dos formados. Este exercício metodológico permite reconhecer o papel do SENA como ator estratégico na formação de mão de obra qualificada para o complexo petroquímico de Cartagena, e propõe recomendações de melhoria voltadas a reduzir as lacunas identificadas e potencializar o impacto do programa no setor industrial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da cadeia de valor sob a perspectiva de Porter permitiu transpor uma ferramenta estratégica do âmbito empresarial para o campo da formação tecnológica. Essa abordagem mostrou que a organização das atividades primárias e de apoio no processo educativo facilita identificar de maneira clara os pontos onde se gera valor e aqueles onde podem ocorrer deficiências.

A comparação das competências formativas com as demandas das vagas de trabalho analisadas mostra lacunas significativas. Estas se concentram no manejo de softwares especializados (SAP-PM), na aplicação de normas internacionais de segurança (RETIE e NFPA), na gestão logística e de inventários e no desenvolvimento de competências transversais como liderança e disciplina operacional. A identificação dessas lacunas confirma que a cadeia de valor educacional deve ser entendida como um processo dinâmico, sujeito a ajustes permanentes conforme a evolução do setor. Fortalecer esses elos não só contribuirá para melhorar a empregabilidade dos formados, mas também para consolidar a competitividade e a sustentabilidade do complexo petroquímico de Cartagena, reafirmando o SENA como ator estratégico na articulação entre formação, indústria e desenvolvimento regional.



De forma propositiva, propõe-se que o fortalecimento da cadeia de valor educativa do programa Tecnologia em Operação de Plantas Petroquímicas deva se orientar por três eixos estratégicos: a atualização curricular contínua, incorporando ferramentas digitais, simuladores avançados e padrões internacionais de segurança industrial; o aprofundamento da articulação com o setor produtivo por meio de projetos conjuntos de pesquisa aplicada e certificações laborais integradas; e, finalmente, o desenvolvimento integral de competências transversais, potencializando habilidades de liderança, trabalho colaborativo, disciplina operacional e orientação ao cliente. Essas ações, em conjunto, contribuirão para fechar as lacunas identificadas, assegurar a empregabilidade dos formados e consolidar as instituições educacionais alinhadas com os desafios enfrentados pelo setor petroquímico em Cartagena e na Colômbia.

Esse processo de construção fornece indicadores para a operacionalização de variáveis que caracterizam a eficácia, eficiência e funcionalidade do formado. Além disso, essa comparação nos permite identificar o alinhamento entre a formação oferecida pelas instituições e as necessidades produtivas, bem como identificar lacunas que podem fortalecer a relevância da formação técnica e tecnológica em Cartagena, por meio de estratégias de avaliação de impacto e gerar propostas para melhorar o alinhamento entre os programas de educação tecnológica e as necessidades do setor petroquímico.

Palavras-chave: Formação técnica e tecnológica; indústria petroquímica; cadeia de valor.

REFERÊNCIAS

- LÓPEZ, F. A., & HUAMÁN, J. M. (2024). La cadena de valor en la formación inicial del profesorado en el Perú. *Formación Universitaria*, 17(2), 47–60. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062024000200047>
- PÉREZ IBÁÑEZ, M. (2019). Las cadenas globales de valor: Revisión y perspectivas. *Sociedad y Economía*, 22, 51–63. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i22.7850>
- PORTER, M. E. *Ventaja Competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior*. 2.ed.rev. 2015.
- TORABI, Z.; ARDEKANI, S.S.; HATAMINASAB, S.H. A new model in designing the professional competence system of the petrochemical industry with a sustainable development approach. *South African Journal of Chemical Engineering*, v. 37, p. 110-117, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2021.05.006>

