

PERSPECTIVES OF INNOVATION IN TECHNICAL EDUCATION IN WELDING: CONSTRUCTION OF A OVEN FOR DRYING OF COATED ELECTRODES

PERSPECTIVAS DE INOVAÇÃO NO ENSINO TÉCNICO EM SOLDAGEM: CONSTRUÇÃO DE UMA ESTUFA PARA RESSECAGEM DE ELETRODOS REVESTIDOS

Hélio Cardoso Martim¹; Wesley Rick Viana Sampaio²; Jonielton Clewison Cabral Venâncio³;
Rodrigo dos Santos Souza⁴

¹Instituto Federal de Alagoas – Coruripe/AL – Brasil – helio.martim@ifal.edu.br

²Instituto Federal do Maranhão – Timon/MA – Brasil – wesley.sampaio@ifma.edu.br

³Instituto Federal de Alagoas – Coruripe/AL – Brasil – jccv1@aluno.ifal.edu.br

⁴Instituto Federal de Alagoas – Coruripe/AL – Brasil – rss18@aluno.ifal.edu.br

Resumo

A metodologia de aprendizagem baseada na resolução de problemas estimula o desenvolvimento cognitivo além de possibilitar a obtenção de soluções inovadoras para os mais diferentes problemas. Para o ensino técnico e tecnológico, constitui uma ferramenta capaz de gerar melhorias em processos produtivos, devendo ser estimulado continuamente nas redes de ensino. Para o ensino técnico em soldagem foi proposta, como objeto para o desenvolvimento desse estudo, a criação de uma estufa para ressecagem de eletrodos revestidos, uma vez que alguns deles são altamente higroscópicos e precisam ser ressecados para que sua utilização nos processos de soldagem não cause defeitos aos cordões de solda. Nesse sentido, foi fabricada uma estufa de baixo custo visto que foram utilizados materiais de baixo custo e de fácil aquisição, quando comparados aos materiais comumente praticados pela indústria. A estufa foi fabricada em placas de aço unidas por soldagem e foi empregada uma lâmpada em seu interior para promoção do aquecimento necessário à ressecagem dos eletrodos. Para validação dessa função, um conjunto de medições de temperatura foi realizado e verificou-se que a temperatura de ressecagem recomendadas por normas específicas de soldagem foram alcançadas, evidenciando que estufa fabricada cumpre os requisitos necessários à sua utilização. Adicionalmente, é possível verificar que a construção desse dispositivo não só cumpre os objetivos de aprendizagem baseada na solução de problemas, mas também representa um potencial de inovação, tendo em vista a simplicidade do seu processo construtivo e a utilização de insumos de baixo custo, o que representa uma alternativa para o ensino em soldagem e até mesmo em escala industrial, resguardadas as devidas melhorias sucessivas.

Palavras-chave: Metodologias de Ensino; Inovação; Propriedade Intelectual; Soldagem.

Abstract

The methodology of learning based on problem solving stimulates cognitive development in addition to enabling the achievement of innovative solutions for the most different problems. For technical and technological education, it constitutes a tool capable of generating improvements in production

processes, and should be continuously encouraged in education networks. For technical teaching in welding, it was proposed, as an object for the development of this study, the creation of a drying oven for coated electrodes, since some of them are highly hygroscopic and need to be dried so that their use in welding processes does not cause weld bead defects. In this sense, a low-cost greenhouse was manufactured, since low-cost and easily acquired materials were used, when compared to materials commonly used by the industry. The oven was made of steel plates joined by welding and a lamp was used inside to promote the heating necessary for the drying of the electrodes. To validate this function, a set of temperature measurements was carried out and it was verified that the drying temperature recommended by specific welding standards were achieved, showing that the manufactured stove meets the necessary requirements for its use. Additionally, it is possible to verify that the construction of this device not only fulfills the learning objectives based on problem solving, but also represents a potential for innovation, in view of the simplicity of its construction process and the use of low-cost inputs, which represents an alternative for teaching welding and even on an industrial scale, safeguarding the necessary successive improvements.

Keywords: Teaching Methodologies; Innovation; Intellectual Property; Welding.

1. Introdução

O ensino técnico profissionalizante tem o papel de preparar profissionais com conhecimento e habilidades que atendam as demandas da sociedade. Por sua vez, o modo de ensinar necessita de evoluções constantes, de modo que haja interação entre a autonomia docente e as potencialidades dos discentes na construção do conhecimento, sendo o papel docente atrelado a mediação de aprendizagens. O êxito do sistema educacional, sobretudo na referida modalidade de educação, depende de uma forte interação entre ensino, pesquisa e prática. Para tanto, uma das metodologias empregadas na modificação do ensino tradicional é a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), na qual a aprendizagem parte do estudo para solução de um problema real, despertando uma forte motivação prática e estímulos cognitivos (AQUINO FILHO et al., 2019; OLIVEIRA e LEITE, 2019).

A ABP oferece integração entre ensino e pesquisa, favorecendo a criatividade e inovação para solução de problemas. Aliado a esse fato, o setor da ciência, tecnologia e inovação (CT&I) representa um dos principais instrumentos para promoção da produtividade, competitividade, desenvolvimento socioeconômico e sustentabilidade, sendo fundamental o fortalecimento da capacidade científica e tecnológica capaz de elevar os níveis de progresso de uma nação (AGUILAR, 2017).

Nesse sentido, o setor da educação deve estar direcionado à promoção da ciência, tecnologia e inovação, atento a proposta de soluções de diversos problemas, uma vez que a educação é entendida como a área social responsável pela preparação humana para o enfrentamento desses desafios (SOUSA, 2021). Sendo assim, reforça-se a ideia que a educação profissionalizante tem papel fundamental no desenvolvimento econômico de países como o Brasil, visto que a formação de mão de obra qualificada com agilidade e qualidade para atender as demandas dos setores produtivos vem

refletindo em uma grande aceitação do mercado de trabalho, aumentando a empregabilidade e melhorando a qualidade da mão de obra local (HASHIMOTO e FONSECA JUNIOR, 2018).

Quando se trata do ensino profissionalizante em soldagem, bem como em qualquer outra área relacionada a processos industriais, comumente os estudantes precisam envolver-se na proposição de soluções de problemas de ordem técnica relacionados com a área de conhecimento. Nesse contexto, um estudo de caso referente a elaboração de uma estufa de baixo custo destinada ao armazenamento de eletrodos revestidos será explorado nesse trabalho, como forma de evidenciar a interação entre a prática profissional e o ensino na solução de problemas técnicos com potencial de inovação, tanto do ponto de vista da aplicação de metodologias ativas de ensino, como também na elaboração e/ou melhoria de produtos e processos.

2. Soldagem com eletrodos revestidos

A soldagem é um dos principais processos de fabricação, atualmente utilizado em uma grande variedade de segmentos industriais com destaque para o setor metal-mecânico, petroquímico, automotivo, microeletrônico, naval e offshore. Dentre os processos de soldagem a arco elétrico, a soldagem com Eletrodos revestidos (SMAW - Shielded Metal ArcWelding-SMAW) é a mais utilizada devido à sua versatilidade de aplicações e da simplicidade e baixo custo de seu equipamento e operação. Esse processo utiliza o arco elétrico estabelecido entre uma peça e um eletrodo metálico revestido para fundir um metal que se encontra no interior do eletrodo, denominado alma ou núcleo metálico, de forma a promover a colaescência entre as duas peças metálicas (LOPES, 2014; SOUZA, 2017).

Durante o processo de soldagem, o cordão de solda formado é protegido da atmosfera local através da escoria e pelos gases gerados durante o processo, ambas decorrentes da decomposição do revestimento dos eletrodos. Além da proteção ao metal líquido do processo, o revestimento participa efetivamente na manutenção e abertura do arco elétrico, além de ajustar a composição química do cordão, oferecer gases para a proteção da poça fundida e conferir qualidades mecânicas e metalúrgicas ao eletrodo (SILVEIRA, 2018).

As funções atribuídas ao revestimento decorrem do seu processo de fabricação, no qual o revestimento é composto por uma mistura de elementos como carbonato de cálcio (CaCO_3), carbonato de potássio (K_2CO_3), óxido de zircônio (ZrO_2), óxido de magnésio (MgO), ácido aluminossilícico (HAlSiO_4), óxido de potássio (K_2O), óxido de sódio (Na_2O), dióxido de silício (SiO_2), podendo ainda conter dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), bauxita (Al_2O_3 majoritariamente), caulino ($(\text{Al,Mg,Fe})_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$) e carbetos (FERNANDES et al., 2021).

De acordo com Cruz (2015), a presença e a proporção desses elementos no revestimento determinam a sua tipologia, sendo a principal classificação em eletrodos rútilicos, básicos e celulósicos. Os eletrodos rútilicos apresentam alta proporção de rutila (TiO_2), caracterizando uma proteção essencialmente por escória, fácil abertura e manutenção de arco e poucos respingos. Os eletrodos básicos apresentam alta proporção de CaCO_3 e fluoreto de cálcio (CaF_2), gerando uma proteção mista (gases e escória), depósito de alta qualidade e baixo hidrogênio, escória de alta tensão superficial, favorecendo soldagens fora de posição, sendo aplicado em trabalhos de alta responsabilidade. Os eletrodos celulósicos apresentam grandes quantidades de substâncias orgânicas, gerando uma proteção essencialmente gasosa, alta tensão de arco, baixo volume de escória, piores acabamentos e muitos respingos.

Para o cumprimento das funções supracitadas, os eletrodos, segundo Mendes (2021), devem ser cuidadosamente manuseados e armazenados de modo a evitar danos ao revestimento, sendo um dos principais cuidados relativos a umidade que, quando excessiva, se torna prejudicial a soldagem, podendo levar à instabilidade do arco, formação de respingos, porosidades, fragilização e fissuração por hidrogênio. Nunes (2016) especifica que eletrodos rútilicos e celulósicos não necessitam de cuidados especiais, no entanto é aconselhável seu armazenamento em temperaturas recomendadas pelo fabricante. Eletrodos básicos de baixo teor de hidrogênio, como o E7018, por serem higroscópicos, requerem, de acordo com Costa (2019), que sejam mantidos secos, com armazenamento adequado e embalados à vácuo.

Farah et al., (2021) sugere que após a abertura das latas que contém os eletrodos, estes deverão ser colocados numa estufa apropriada e o local de armazenagem dos eletrodos em suas embalagens originais deverá ser adequadamente preparado para preservação das suas propriedades. Para tanto, Nunes (2016) afirma que estufas foram desenvolvidas para manutenção e conservação dos eletrodos em condições de temperatura e umidade adequadas. Em casos que os eletrodos sejam expostos por mais de duas horas fora dessas condições de armazenagem, Souza (2018) menciona que esses eletrodos devem ser conduzidos ao tratamento de ressecagem e em seguida retornarem as condições ideais de armazenagem.

Diante dos registros da literatura técnica, percebe-se que a armazenagem e o processo de ressecagem de eletrodos, quando necessário, é fundamental para fabricação soldada, tendo em vista a qualidade dos produtos. Esse fato realça a importância desse estudo ao incentivar a busca de uma solução alternativa para o armazenagem e secagem de eletrodos em ambientes de ensino de soldagem, estimulando a interação entre ensino e prática voltada ao pensamento de inovação.

3. Metodologia

A metodologia desse estudo consiste na aplicação prática da aprendizagem baseada na solução de problemas com foco em ideias de inovação capazes de mitigar problemas reais voltadas ao ambiente de ensino. Para tanto, um estudo de caso envolvendo a construção de uma estufa para armazenamento e ressecagem de eletrodos revestidos foi desenvolvido no Laboratório de Soldagem do Instituto Federal de Alagoas (Ifal), campus Coruripe – Alagoas. Sendo assim, o foco principal desse estudo concentra-se na confecção desse dispositivo, como forma de aplicação de uma metodologia inovadora de ensino com potencial de concepção de um novo produto com potencial de inovação.

Os eletrodos revestidos, especialmente rútilicos (E6013) e básicos (E7018), necessitam de condições especiais de armazenamento e secagem, quando necessário, para cumprimento de suas funções elétricas, mecânicas e metalúrgicas sem prejuízos à fabricação soldada. Especificamente, a seção II, parte C do código ASME sugere condições de armazenamento e secagem de eletrodos revestidos, conforme pode ser observado na Tabela 1. Nesse sentido, o presente estudo centrou-se na confecção de um modelo preliminar de uma estufa de baixo custo para atender tais recomendações.

Tabela 1 – Condições sugeridas para armazenamento e secagem de eletrodos.

Tipo de Eletrodo	Condições de armazenagem		
	Normais	Estufas	Secagem
Celulósico E6010	Temperatura ambiente	Não recomendada	Não recomendada
Rútilico E6013	30°C ± 10°C	10°C à 20°C acima da	135°C ± 15°C
	Umidade relativa do ar: máximo 50%	temperatura ambiente	1 hora nesta temperatura
Básico E7018	30°C ± 10°C	30°C à 140°C acima da	145°C ± 10°C
	Umidade relativa do ar: máximo 50%	temperatura ambiente	2 horas nesta temperatura

Fonte: (ASME, 2019)

Para confecção da estufa (Figura 1 - a) foram utilizadas placas metálicas de 3 mm de espessura convenientemente cortadas e unidas por soldagem de modo a formar uma caixa retangular com 51 mm de comprimento, 36 mm de largura e 29 mm altura. Essa caixa foi revestida internamente com material MDF de 25 mm de espessura de forma que a temperatura interna da estufa não aqueça as partes metálicas externas. De modo a minimizar as perdas de calor e alcançar as temperaturas de armazenamento e secagem recomendadas, as paredes internas foram revestidas com lâminas de alumínio de 0,5 mm (Figura 1 - b). Esse revestimento também impede que as paredes internas de MDF sejam aquecidas excessivamente, diminuindo o risco de incêndio.

Para parte elétrica, uma caixa em anexo foi elaborada para funcionar como quadro elétrico, contendo um disjuntor de 16 A, responsável por ligar e desligar uma lâmpada de 1000 W, destinada

ao aquecimento interno da estufa, de modo a cumprir a função de ressecagem dos eletrodos (Figura 2 - a). Ressalta-se que, para fins de segurança ocupacional, os fios conectados a caixa em anexo foram devidamente encapados com material isolante e disposto de modo a não entrar em contato com a estrutura externa da estufa, afim de evitar choques elétricos. Nessa caixa foram instaladas duas lâmpadas de cores distintas: uma verde, que é acesa sempre que o disjuntor é acionado, indicando o funcionamento da estufa, e uma vermelha, que é acionada sempre que houver alguma situação de perigo, como fuga de corrente por exemplo (Figura 2 - b).

Figura 1 – a: Confeção da estufa para ressecagem de eletrodos revestidos, b: revestimento interno de alumínio.

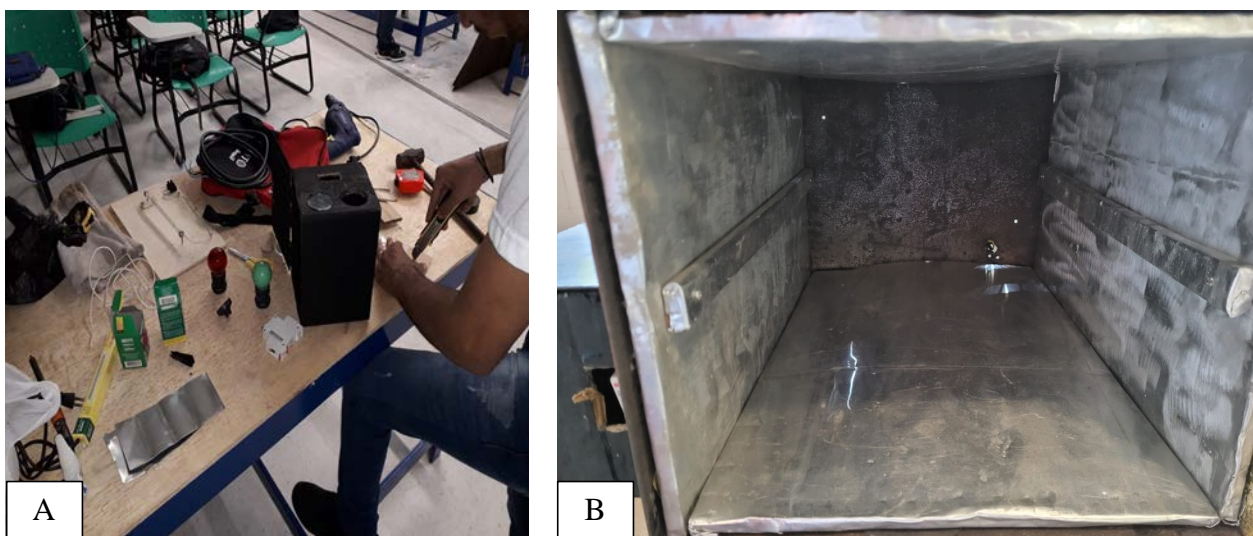
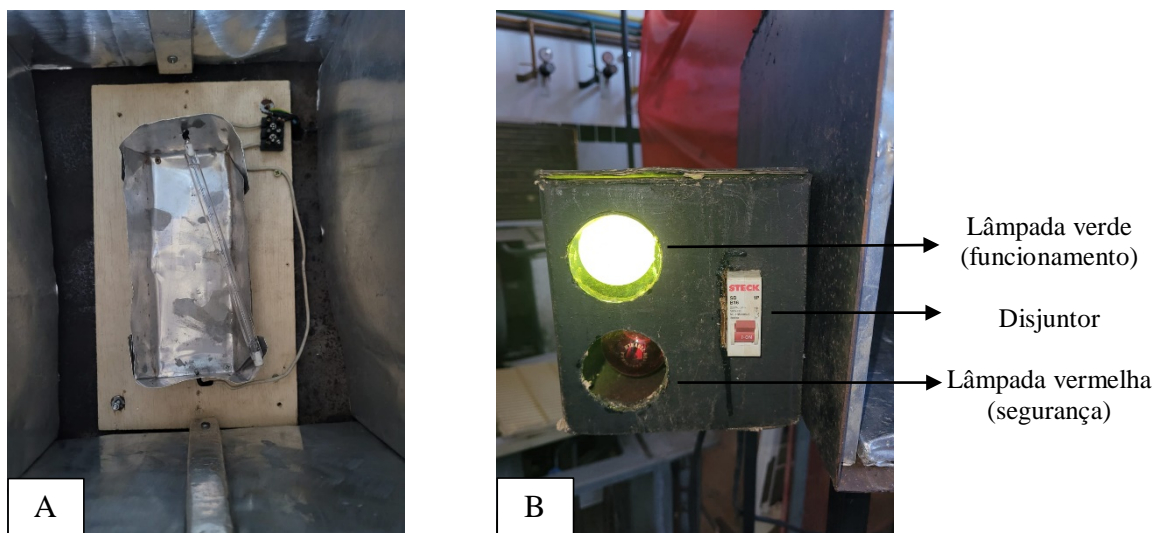


Figura 2 – a: Lâmpada para aquecimento interno da estufa, b: caixa anexa para de comandos elétricos.



Para validação da funcionalidade da estufa confeccionada, foi realizada uma coleta de dados de temperatura interna afim de verificar a temperatura alcançada em seu interior e, dessa forma,

investigar se a temperatura de ressecagem de eletrodos seria alcançada, conforme recomenda o código ASME de 2019. Para essa análise, a temperatura foi medida por meio de termopares em intervalos igualmente espaçados (a cada 10 segundos) e os valores coletados foram dispostos graficamente com auxílio do software STATISTICA, afim de melhor compreender previamente os resultados obtidos que servirão de base para refinamento futuro do projeto da estufa.

4. Resultados e Discussão

O principal resultado desse estudo consiste na fabricação da estufa para ressecagem de eletrodos revestidos. A confecção da estufa pode ser entendida como produto prático da aplicação da metodologia da aprendizagem baseada no problema, ao passo em que o discente se envolve na resolução de situações práticas capazes de contribuir com a continuidade e evolução do ensino técnico e tecnológico, além de permitir o desenvolvimento de capacidades técnicas de modo individualizado.

Preliminarmente, a estufa cumpre os requisitos construtivos básicos para o atendimento das necessidades propostas, contando com uma estrutura metálica e revestida internamente e contendo uma lâmpada (fonte de calor), de modo a favorecer o aquecimento necessário à ressecagem de eletrodos revestidos, além de contar com dispositivos elétricos que facilitam a operação através da indicação de funcionamento e/ou situações de emergência, conforme proposto e descrito na metodologia de fabricação do dispositivo. Na Figura 3 é mostrada a estufa fabricada.

Figura 3 - Estufa de baixo custo para ressecagem de eletrodos revestidos.

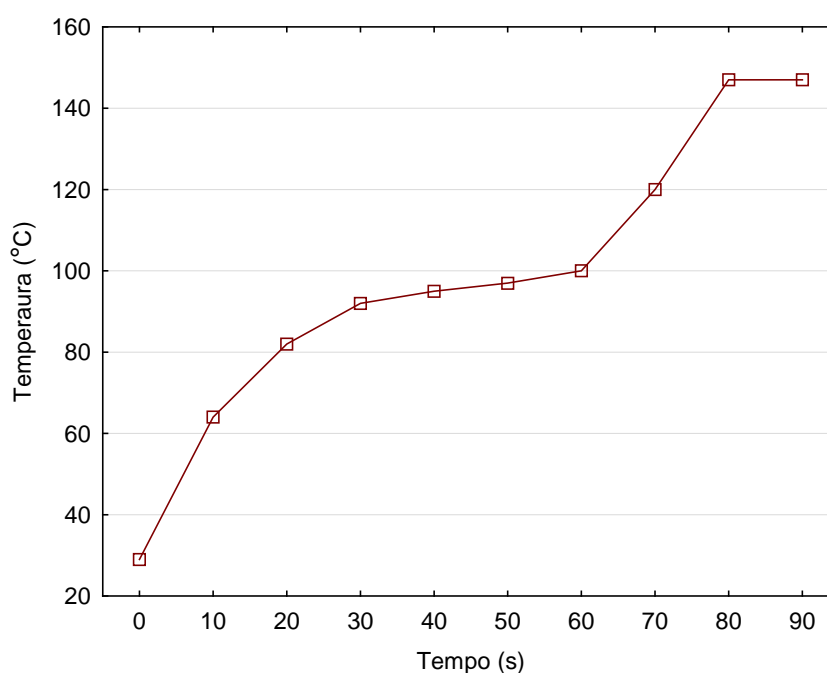


No que diz respeito a validação do funcionamento da estufa, uma coleta de temperaturas foi realizada de modo a verificar se a temperatura de ressecagem seria alcançada, estabelecendo o

cumprimento da função do dispositivo fabricado. O gráfico representado na Figura 4 mostra a evolução crescente dos valores de temperatura medidos no interior da estufa e que a partir dos 80 segundos o valor de temperatura superior a 140 °C é atingido e não sofre variações significativas a partir desse ponto, indicando uma possível estabilização desse valor no interior da estufa. O alcance desse valor de temperatura, conforme é indicado na Tabela 1, é suficiente para ressecagem de eletrodos rútilicos e básicos, o que mostra o cumprimento dos objetivos propostos nesse estudo.

É importante destacar nesse ponto que a realização desse teste corresponde a uma análise previa e simplificada de validação do cumprimento da função principal da estufa como forma de resolução do problema de armazenagem e ressecagem de eletrodos utilizados em aulas de soldagem. Por ser um estudo prévio, dispensa-se análises estatísticas mais detalhadas, mas sinaliza um ponto de partida para novas coletas experimentais dos valores de temperatura acompanhadas de simulações computacionais, como forma de refinamento sucessivo aplicado à confecção do dispositivo.

Figura 4 – Avaliação da temperatura alcançada no interior da estufa.



Sob essa perspectiva, destaca-se à técnica de fabricação aplicada, utilizando insumos de fácil aquisição e soluções simples para o cumprimento dos objetivos técnicos da estufa e a concepção do equipamento como o principal resultado alcançado nesse estudo. Adicionalmente, a fabricação dessa estufa estapola a aplicação da metodologia de aprendizagem baseada no problema e desperta o potencial de inovação dessa prática, visto que a fabricação desse dispositivo pode ser entendida como uma ideia de inovação, ao passo que busca materiais alternativos e de fácil aquisição (que podem representar um menor custo) como substituição daqueles que são comumente comercializados,

representando uma alternativa de utilização de um equipamento indispensável ao ambiente de fabricação em soldagem.

Contudo, ressalta-se que o refinamento da ideia é necessário, sendo possível implementar testes adicionais de utilização para a obtenção de outros perfis de distribuição de temperaturas e/ou simulações computacionais auxiliares, de modo a contribuir com a identificação de necessidades técnicas capazes de promover melhorias no equipamento fabricado. Além disso, um estudo detalhado dos custos envolvidos na fabricação deve ser realizado, para comprovação quantitativa e comparativa dos custos envolvidos no processo em relação à aquisição de estufas disponíveis no mercado.

5. Conclusões

A aplicação de metodologias baseada na resolução de problemas constitui uma ferramenta importante para o ensino técnico e tecnológico, sendo capaz de produzir soluções inovadoras para os mais diferentes problemas, proporcionando uma formação mais ampla e fortalecendo à propriedade intelectual do país, visto que há um número expressivo de patentes e de produtos de inovação oriundos de ambientes de ensino. A fabricação de uma estufa de para ressecagem de eletrodos, exemplificada nesse trabalho, revela um produto prático da aplicação dessa metodologia, deixando claro a sua contribuição com o ensino, com a tecnologia e com o desenvolvimento social, ao passo que amplia o campo de atuação de estudantes envolvidos tornando a sua atuação mais abrangente.

Com relação a confecção da estufa para ressecagem de eletrodos, é possível destacar que a utilização de materiais e dispositivos de fácil aquisição demonstraram ser adequados ao cumprimento das funções requeridas para uma estufa, uma vez que as temperaturas de ressecagem de eletrodos foram alcançadas, como mostra a avaliação preliminar da temperatura. Por essa razão, o dispositivo fabricado pode é o principal produto desse estudo que além de cumprir à finalidade técnica de armazenagem e ressecagem de eletrodos revestidos, revela o potencial de estudantes do ensino técnico em responder às demandas específicas com soluções relativamente simples, mas com grande potencial de inovação, visto que o produto já apresenta características técnicas satisfatórias que podem ser refinadas e torna-se um produto comercial e competitivo àqueles existentes no mercado.

Referências

AGUILAR, M. Indicadores de ciencia, tecnología e innovación en Venezuela y su impacto en el desarrollo de políticas públicas. **Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales**, v. 19, n. 1, p. 119-146. 2017.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME, Section II, Part C: Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals. New York: ASME; 2019.

AQUINO FILHO, G. F. et al. Possibilidade de aprendizagem ativa no ensino técnico em mecatrônica com a utilização da plataforma arduino. **REnCiMa**, v. 10, n. 5, p. 291-300, jul/ago/set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v10i5.1990>

COSTA, L. M. T. **Influência da adição de recobrimentos a base de PVC e de alumínio no metal depositado com eletrodos revestidos E7018**. 2019. 137f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CRUZ, A. S. Estudo dos defeitos no processamento de soldagem por eletrodo revestido - um estudo de caso. **RECED – Revista Eletrônica Ciência e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 48-54, jan – jul. 2015.

FARAH, A. F.; SANTOS, D. A.; FARAH, S. P. S.; MACEDO, A. C. GOMES, M. A. Avaliação de características visuais e mecânicas de eletrodos E6013 e E7018, soldados em aço ASTM A36, com diferentes condições de armazenamento. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA (SITEFA), 4, 2021, Sertãozinho, São Paulo.

FERNANDES, B. L. M.; FERREIRA, T. P.; SOUSA, R. A.; PEDREIRA FILHO, W. R.; LOWINSOHN, D. Avaliação da composição química dos revestimentos presentes nos eletrodos de solda AWS A5.1 E6013. **Soldagem & Inspeção**. 2021; 26: e2615. DOI:10.1590/0104-9224/SI26.15

HASHIMOTO, M. FONSECA JUNIOR, R. S. A Importância do Ensino Empreendedor na Formação de Nível Técnico. **Revista de Negócios**, v. 23, n. 3, p. 7-18, jul. 2018.

LOPES, D. J. M. **Simulação computacional das juntas soldadas de um revestimento lining para torre de destilação de petróleo**. 2014. 113f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco.

MENDES, E. V. **Desenvolvimento de forno solara partir de resíduos cerâmicos para secagem de eletrodos revestidos**. 2021. 64f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

NUNES, H. M. P. **Modificação na estrutura do dosador da preparação de blocos da laminação**. 2016. 67f. Monografia – Especialização em Engenharia da Soldagem, Universidade Federal de Minas Gerais.

OLIVEIRA, J. D.; LEITE, C. R. V. S. A contribuição do professor para uma educação efetiva num ambiente de constante mudanças e inovações. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 8845-8854, jul. 2019. DOI:10.34117/bjdv5n7-091

SILVEIRA, G. S. **Influência de parâmetros de soldagem dos eletrodos E 10 UM 60 G e E 10 UM 65 G**. 2018. 102f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal do Ceará.

SOUSA, J. B. M. Uma estratégia para promover o trabalho científico, tecnológico e inovador no gabinete provincial da educação do Huambo, Angola. **Telos: Revista de Estudos Interdisciplinares em Ciências Sociais**, Venezuela, v. 23, n. 1, p. 9-26, jan-abr. 2021. DOI:10.36390/telos231.02

SOUZA, C. L. P. **Simulação computacional das juntas soldadas de um revestimento lining para torre de destilação de petróleo**. 2017. 112f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SOUZA, G. J. S. **Efeito do resfriamento no teor de oxigênio na soldagem com eletrodo E7018 utilizando experimentos fatoriais**. 2018. 134 f. Dissertação de Mestrado – Curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.