
Aula prática sobre processo de fundição usando chocolate

PRACTICAL CLASS ON CASTING PROCESS USING CHOCOLATE

CLASE PRÁCTICA DE PROCESO DE FUNDICIÓN COM CHOCOLATE

Poliana Santos Souza
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
polianassouza1@gmail.com

Janilson Lotério
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
janilson.loterio@ifsc.edu.br

Resumo

No ensino técnico, é importante que o conhecimento teórico esteja integrado ao conhecimento prático, para que o estudante possa conectar fundamentos ao exercício de atividades profissionais. No entanto, a formulação de aulas práticas pode ser uma atividade desafiadora ao docente, que precisa garantir condições de segurança, disponibilidade de equipamentos e materiais, espaço físico adequado, conexão entre teoria e prática, envolvimento e participação dos estudantes, entre outros elementos. A proposta deste trabalho é compartilhar a experiência da formulação de uma aula prática de fundição, com uso de materiais alternativos e econômicos, da disciplina de Laboratório de Tecnologias Metalúrgicas do Curso Técnico em Metalurgia do CEFET-MG – câmpus Timóteo.¹ Como resultado, foi observado que a realização da simulação prática de fundição obteve maior participação dos estudantes e interesse no conteúdo associado ao processo industrial. Destaca-se a importância do planejamento e preparação antecipados do ambiente para a efetivação da prática e também a opção por material de trabalho com baixo ponto de fusão, o que garantiu maior segurança na execução. E, por fim, ressaltam-se as vantagens de vincular o conhecimento teórico ao prático para benefício do processo de ensino-aprendizagem, o que reforça o uso de criatividade na concepção de aulas práticas não convencionais e estimula a divulgação da proposta deste trabalho.

Palavras-chave: Aula prática. Processo de fundição. Ensino técnico.

Abstract

In technical education, it is important that theoretical knowledge is integrated with practical knowledge, so that the student can connect fundamentals to the exercise of professional activities. However, the formulation of practical classes can be a challenging activity for the teacher, who needs to guarantee safety conditions, availability of equipment and materials, adequate physical space, connection between theory and practice, involvement and participation of students, among others. The purpose of

¹ O Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – câmpus (CEFET-MG) Timóteo fica localizado na região do Vale do Aço, no interior de Minas Gerais, o qual disponibiliza o curso de técnico em Metalurgia nas modalidades concomitante externa e subsequente noturno.

this work is to share the experience of formulating a practical Casting class, with the use of alternative and economical materials, of the Metallurgical Technologies Laboratory discipline of the Metallurgy technical course at CEFET-MG – campus Timóteo. As a result, it was observed that the realization of the practical simulation of foundry obtained greater interactivity of the students and interest in the content associated with the industrial process. The importance of planning and early preparation of the environment for carrying out the practice is highlighted, as well as the option for work material with a low melting point, which ensured greater safety in the execution. Finally, the benefits of linking theoretical and practical knowledge are highlighted for the benefit of the teaching-learning process, which reinforces the use of creativity in the design of unconventional practical classes and stimulates the dissemination of the proposal of this work.

Keywords: Practical class. Casting process. Technical education.

Resumen

En la educación técnica es importante que los conocimientos teóricos se integren con los conocimientos prácticos, para que el estudiante pueda conectar los fundamentos al ejercicio de las actividades profesionales. Sin embargo, la formulación de clases prácticas puede ser una actividad retadora para el docente, quien necesita garantizar condiciones de seguridad, disponibilidad de equipos y materiales, espacio físico adecuado, conexión entre teoría y práctica, involucramiento y participación de los estudiantes, entre otros. El propósito de este trabajo es compartir la experiencia de formular una clase práctica de Fundición, con el uso de materiales alternativos y económicos, de la disciplina Laboratorio de Tecnologías Metalúrgicas de la carrera técnica de Metalurgia del CEFET-MG – campus Timóteo. Como resultado se observó que la realización de la simulación práctica de fundición obtuvo mayor interactividad de los estudiantes e interés por los contenidos asociados al proceso industrial. Se destaca la importancia de la planificación y preparación temprana del ambiente para la realización de la práctica, así como la opción por material de trabajo con bajo punto de fusión, lo que garantizó mayor seguridad en la ejecución. Finalmente, se destacan los beneficios de vincular conocimientos teóricos y prácticos en beneficio del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que refuerza el uso de la creatividad en el diseño de clases prácticas no convencionales y estimula la difusión de la propuesta de este trabajo.

Palabras clave: Clase práctica. Proceso de fundición. Formación técnica.

Introdução

O potencial de transformação da educação é um caminho que não garante certezas, mas que amplia as possibilidades. A educação pode proporcionar experiências e aprendizados significantes, em especial para aqueles que se direcionam para o mundo docente. Este percurso exige muitos desafios, principalmente quando a área de formação não é direcionada para a licenciatura, tendo o docente que aprender a ser docente, sobretudo no exercício da própria prática. Neste cenário, aproveitam-se todas as vivências: pessoais, familiares, em sociedade, no mercado de trabalho, em cursos e em formações, e onde o próprio ato de ter sido estudante já se torna uma referência para a construção do ser professor, tal como destacam as palavras de Paulo Freire (2002, p.6):

“Não há docência sem discência, as duas se explicam, e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro”. Este contexto de aproveitamento de vivências do docente converge com a aplicação da metodologia ativa na educação, sendo esta uma concepção educativa de construção do conhecimento protagonizado pelo estudante.

A demanda de ensino da educação atual tem desestimulado o planejamento de aulas expositivas, de modo a trabalhar as metodologias que sejam mais ativas. Por exemplo, uma aula tradicional de fundição direcionada ao ensino técnico, geralmente, inicia-se com uma aula teórica, com exibição de slides ou uso de quadro/lousa para conceituações, apresentação das etapas, tipos de processos e indicações de produtos fabricados. O docente também pode fazer uso de imagens e vídeos retirados da internet para exemplificar visualmente o processo aos estudantes; e, quando existe a possibilidade de utilização de laboratório adequado e recursos para materiais, vincula-se uma aula prática para demonstração do processo. Apesar deste conteúdo prático, é muito comum que o planejamento da aula prática esteja limitado a revelar as etapas de fusão do metal, que passa do estado sólido para o líquido através do aumento de temperatura em um forno, seguido de seu vazamento em um molde, para solidificação e formação da peça fabricada. Ressalta-se que, devido à alta temperatura do metal em estado líquido (para aço, acima de 1400°C), para resguardar a segurança do estudante, esta aula prática tradicional limita-se a uma observação distante do experimento, sem trabalhar de modo mais aprofundado e imersivo aspectos técnicos do processo.

Este trabalho tem como objetivo compartilhar ideias, percepções e organização de uma aula prática sobre fundição², para estimular a formulação de aulas com uso de metodologia ativa, possibilitando uma experiência mais dinâmica e imersiva aos participantes. A aula foi aplicada a turma do Ensino Técnico em Metalurgia do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFETMG) – câmpus Timóteo,

² Fundição é um processo de fabricação de peças metálicas que consiste em vazar metal líquido num molde para solidificação da peça no formato desejado, seguindo uma sequência de etapas preestabelecida (Projeto da peça; Projeto do modelo; Fabricação do molde; Fusão do metal; Vazamento; Desmoldagem e Limpeza da peça) (LIRA, 2017).

sendo utilizada a metodologia de simulação do processo de fundição com emprego de materiais e equipamentos mais viáveis economicamente (utensílios de confeitaria, uso de chocolate como material fundido e outros) comparados ao processo original.

1 Aspectos históricos do ensino técnico no Brasil

Já é estabelecido, como nas obras de Florestan Fernandes (*apud* NUNES, 2008), que a formação da classe trabalhadora brasileira teve sua origem forjada em um regime de escravidão da população negra, que em condição de liberdade não recebeu nenhum plano de assistência para sua inclusão na sociedade civil ou trabalhadora. Quando o ex-cativo busca por inclusão no mercado de trabalho e passa a exercer atividades mais técnicas, como o ato de tecer, esculpir e trabalhar o ferro, o status dos profissionais detentores deste conhecimento desvaloriza-se aos olhos da sociedade (RODRIGUES, 2002). E, apesar de mais de um século de “liberdade” após a Abolição em 1888, grande parte da população brasileira (descendentes deste regime) herdou a insegurança social, mantida pelas bases políticas que persistem em manter o percurso histórico de preconceito e favorecimento aos interesses das elites econômicas em detrimento da classe trabalhadora (NUNES, 2008; RODRIGUES, 2002). Ao analisar alguns pontos do desenvolvimento da educação profissional no Brasil, é possível perceber que o país progride em passos lentos e, às vezes, com marcha de regressão neste percurso.

Desde antes da Constituição Federal de 1988, a qualificação para o trabalho tem sido impulsionada por interesses que fogem ao bem-estar da população operária. A origem das escolas de formação profissional está diretamente ligada à produção industrial e às necessidades do mercado de capital (ALLAIN; WOLLINGE, 2016), sendo também uma forma de controle e apoio assistencialista oferecido pelo governo à época (MELO; SILVA, 2017, p. 185). Mesmo no século XXI, essa visão ainda é aplicada, havendo padronização e direcionamento das políticas educacionais brasileiras para suprir interesses das elites econômicas, sendo estas organizadas e orquestradas por organismos internacionais (SHIROMA; CAMPOS; GARCIA, 2005).



É um desafio compreender a escola no Brasil, pois muitos fatores devem ser considerados além dos protagonistas diretamente envolvidos na educação, como os estudantes, professores, escola e comunidade (LOTTERIO, 2010). Como consequência direta, falta a construção de uma política clara para a estruturação de uma base sólida que garanta o alcance de uma educação de qualidade para toda a população brasileira. Em termos de educação profissional tecnológica (EPT), os poucos avanços políticos têm sido evidenciados, por exemplo, pelo estabelecimento de um capítulo próprio na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que passou a regulamentar o sistema educacional do país (BRASIL, 1996), e o Plano Nacional de Educação (PNE), que estabeleceu metas para serem trabalhadas entre 2014 e 2024, como o objetivo de triplicar as matrículas da EPT e oferecer mínimo de 25% das matrículas à educação de jovens e adultos (BRASIL, 2014). No entanto, apesar da boa intenção evidenciada nos textos tanto da LDB quanto do PNE, na prática, a aplicação efetiva das políticas educacionais tem sido pouco eficiente na formação de uma educação profissional tecnológica de qualidade.

A formação de trabalhadores brasileiros é convertida em um processo prático de produção não criativa, uma vez que são limitados os investimentos em pesquisa, infraestrutura, valorização e qualificação de docentes, ampliação da rede de EPT, dentre outras ações. As políticas educacionais apenas difundem ações paliativas, que possuem efeito real em uma parcela privilegiada da população. A atuação docente não deveria estar centrada somente na formação de estudantes para atuação técnica no mercado de trabalho; deveria estar direcionada à formação de cidadãos que pudessem contribuir efetivamente com ações de melhoria para o mundo do trabalho e da sociedade de modo geral (PACHECO, 2010). Demerval Saviani (2007) ressalta a importância de que não ocorra um mero adestramento de técnicas produtivas especializadas, e sim a busca por uma formação humana integral com base na comunicação de todas as dimensões da vida no processo educativo. Ramos (2014) também defende uma formação humana integral, por ser um processo que prepara para a vida, como um todo. Em complemento, Melo e Silva (2017, p. 190) destacam que “os estudantes devem se apropriar não só das técnicas necessárias para sua atividade prática



enquanto futuro profissional, mas também dos fundamentos e princípios que norteiam a relação entre homem e mundo a partir do trabalho.”

A Lei 13.415/17 estabelece um Novo Ensino Médio com flexibilização por meio de itinerários formativos diversificados, sendo o quinto itinerário direcionado à formação técnica e profissional (BRASIL, 2017). As mudanças propostas são criticadas por segmentar e hierarquizar o conhecimento, uma vez que a escolha entre os itinerários fica limitada às possibilidades de ofertas e condições físicas e materiais de cada escola (SANTOS; NADALETTI; SOARES, 2017, p. 101). Além disso, o itinerário técnico profissional, na rede pública, praticamente será limitado aos estudantes que tiverem acesso às instituições federais de formação tecnológica.

As Escolas de Aprendizes Artífices, fundadas em 1909 pelo então presidente interino Nilo Peçanha, são consideradas o embrião da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, que, em tempos atuais, passa a ocupar um espaço de referência em qualidade no ensino. Pela iniciativa, Nilo Peçanha é considerado o fundador do ensino profissional no Brasil (ALLAIN; WOLLINGE, 2016). A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica foi instituída oficialmente por meio da Lei 11.892/08 (BRASIL, 2008). A criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia é reconhecida como uma ação concreta de política governamental e um salto qualitativo para a educação profissional brasileira (PACHECO, 2010). Atualmente, a educação profissional, como parte do processo de formação, é disponibilizada por redes públicas e privadas, mas com alcance reduzido a uma parcela da população. Os institutos federais, ou centros de formação tecnológica, oferecem inúmeras opções de formação técnica voltada às demandas regionais.

O Catálogo Nacional de Cursos Técnicos disponibiliza para a sociedade, de modo geral, as opções de cursos da Educação Profissional Tecnológica de nível médio. Entre os cursos que fazem parte do Eixo de Controle e Processos Industriais, vamos destacar o Técnico em Metalurgia. Para formação neste curso, o estudante deve adquirir conhecimentos e saberes relacionados aos processos de fabricação de metais, sustentabilidade do processo produtivo, normas técnicas, gestão de pessoas, solução de problemas técnicos, dentre outros (CNCT, 2020). Deste modo, o Curso Técnico em Metalurgia busca preparar o estudante para atuar



no mundo do trabalho, tendo um maior direcionamento para áreas industriais da metalurgia e afins.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 102) destacam que "nenhum aluno é uma folha de papel em branco em que são depositados conhecimentos sistematizados durante sua escolarização"; por isso, a importância de se trabalhar atividades práticas que auxiliam o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem. A utilização de recursos que aguçam os sentidos dos estudantes, em sala de aula, quando bem aplicados, pode desencadear mais pensamentos e reflexões (BARBOSA; BAZZO, 2014). No entanto, o ensino de temas envolvendo processos de fabricação da indústria metalmecânica não é uma atividade trivial e gera muitos desafios aos professores. Ter um olhar diferente sobre a essência de um processo de fabricação específico, de modo a buscar uma estratégia diversificada de ensino, deve ser um exercício criativo do docente.

Este cenário cria um ambiente propício para a aplicação de metodologia ativa, que pode ser definida como estratégias de ensino que incentivam os estudantes a serem protagonistas do seu processo de aprendizagem, sendo uma nova maneira de pensar o ensino tradicional. Essa metodologia surge como uma ferramenta para os estudantes guiarem o seu desenvolvimento educacional, estimulando processos construtivos de ação-reflexão-ação em uma postura ativa em experiências práticas (FREIRE, 2006), fugindo do modelo de ensino em que o professor detinha todo o conhecimento dentro da sala de aula.

A metodologia ativa vem sendo pensada e trabalhada com base nas contribuições de muitos precursores, tais como a pirâmide de aprendizagem de William Glasser; as teorias pedagógicas construtivistas de Piaget e sócio-construtivistas de Vigostski; o ideal pedagógico da Escola Nova de John Dewey, em que a aprendizagem ocorre pela ação do fazer; e a obra de Paulo Freire, em que a prática é entendida como uma ação transformadora (YAMOTO, 2016; SANTOS, 2015). A inserção de metodologia ativa no currículo da educação básica brasileira tem o potencial de aumentar o interesse de estudantes no ato de aprender, estando em concordância com um dos princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

No contexto da formação tecnológica, o acesso a metodologia ativa por meio de recursos físicos de laboratórios e materiais é importante para facilitar a aprendizagem e a conexão do estudante ao mundo do trabalho. Já é consenso que o professor deve ter o domínio de teorias científicas de sua área, sendo esta uma característica necessária, mas que deve ser complementada por um conjunto de saberes e práticas coletado em diferentes fontes (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Entre exemplos de metodologia ativa, que possam ser aplicadas para uma melhor assimilação do conhecimento pelo estudante, têm-se a aprendizagem baseada em problemas (PBL); aprendizagem baseada em projetos (PBL); peer instruction (PI); just-in-time teaching (JiTT); aprendizagem baseada em times (TBL); método de caso; sala de aula invertida e simulações (ROCHA; LEMOS, 2014; FONSECA; MATTAR NETO, 2017).

Instigado pela educação libertadora de Paulo Freire e dando vista a perspectiva de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018, p. 142), que destacam:

É fundamental, portanto, que a atuação docente dedique-se – e, em muitas situações, seja desafiada – a planejar e organizar a atividade de aprendizagem do aluno mediante interações adequadas, de modo que lhe possibilite a apropriação de conhecimentos científicos, considerando tanto seu produto – isto é, conceitos, modelos, teorias – quanto a dimensão processual de sua produção.

Este trabalho busca compartilhar o desenvolvimento de uma aula prática pedagógica que complemente a aprendizagem sobre o processo de fundição, com a aplicação da metodologia ativa de simulação, de modo a aumentar a interação dos estudantes na reprodução prática do processo. Assim, sendo importante trabalhar opções de aulas que possam extrapolar a atividade de simples observação de um processo, possibilitando uma participação mais ativa do estudante.

2 Desenvolvimento metodológico

2.1 Formulação da aula

O curso técnico em Metalurgia do CEFET-MG – câmpus Timóteo tem um período de dois anos, no qual os estudantes cursam disciplinas referentes ao 1º e 2º anos.

Laboratório de Tecnologia Metalúrgica (LTM) é uma disciplina prática de 144 horas-aula ofertada no 2º ano do curso, cuja ementa, descrita no Projeto Pedagógico do Curso, estabelece, entre outros conteúdos, o estudo do tema “fundição e solidificação dos metais”, em que devem ser trabalhados os conceitos de confecção de modelos, moldes e sistema de alimentação do processo (CEFET-MG, 2018).

Na indústria metalmeccânica, o processo de fabricação tem como objetivo principal produzir um objeto, conferindo-lhe uma forma (KIMINAMI; CASTRO; OLIVEIRA, 2013). A fundição é um exemplo de aplicação de processo, que consiste em vaziar metal líquido num molde para solidificação da peça no formato desejado. O molde define a classificação do tipo de fundição, podendo ser: em areia verde,³ em casca de areia,⁴ em matriz por gravidade ou sob pressão,⁵ centrífuga⁶ e outros (LIRA, 2017). É preciso ressaltar que a elaboração de aulas práticas para o ensino deste conteúdo pode se tornar um desafio para o docente devido à falta de estrutura adequada de laboratórios para a reprodução de parâmetros industriais. Outro ponto de preocupação do docente é a garantia de segurança para os estudantes durante a execução da prática, uma vez que a fundição de metais envolve o trabalho em temperaturas de fusão (T_f) muito elevadas (Exemplos: T_f (Silício)= 1410°C; T_f (Alumínio)= 660°C; T_f (Prata) = 962°C) (CALLISTER, 2006).

A metodologia de ensino programada para lecionar esse conteúdo, no período de 2021/2 e 2022/1, consistiu em uma primeira aula expositiva dialogada com duração de 1 hora e 40 minutos, para contextualizar o processo de fundição, seguida de duas aulas práticas em laboratório (1 hora e 40 minutos para cada uma), nas quais os estudantes foram avaliados pela participação e realização da prática proposta. Para finalizar, os estudantes tiveram de elaborar um relatório técnico detalhando as atividades realizadas (prazo de uma semana para a entrega da atividade).

Para a exibição do conteúdo teórico, foram empregados projeção em slides, quadro/lousa, para detalhar explicações das etapas do processo, e exibição de vídeos

³ Areia verde: molde formado por uma mistura de areia silicosa, argila e água.

⁴ Casca de areia: areia aquecida sobre um modelo fixo para a formação do molde em casca.

⁵ Matriz: molde metálico onde o metal líquido é vazado, naturalmente por gravidade ou sob um sistema hidráulico de pressão.

⁶ Centrífuga: molde metálico com revestimento cerâmico e sistema de movimento rotacional para fabricação de tubos vazados.

da operação retirados da internet. Além disso, também foram exibidos diferentes exemplos de peças fabricadas por meio de fundição e outros processos de fabricação (encontradas aleatoriamente pelo laboratório), como mostrado na Figura 1, para que os estudantes pudessem ter contato real com as peças.



Figura 1 – Peças produzidas por fundição e outros processos

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Para a parte prática da atividade, foi proposta a simulação, em escala reduzida, das etapas do processo de fundição com o uso equipamentos e materiais alternativos ao processo real. A prática de simulação complementa a aula expositiva, fornecendo uma participação mais interativa do estudante e incentivando o processo de aprendizagem mais atraente e divertido. Ela tem o objetivo de reproduzir em escalas reduzidas e controladas experiências reais. No entanto, é importante enfatizar que a simulação não substitui o experimento real, mas proporciona uma vivência prévia para a descoberta de soluções aplicáveis a realidade (ROCHA; LEMOS, 2014).

Para a execução da prática simulatória foram empregados utensílios de confeitaria e outros reaproveitados dos próprios laboratórios do CEFET-MG. Para a matéria-prima de fundição, escolheu-se o chocolate, devido ao baixo custo e fácil acesso, sendo outra sugestão o uso de parafina. Os materiais e itens de confeitaria foram pensados a partir de uma vivência pessoal da docente envolvida no trabalho. Outra motivação foi vinculada à possibilidade de realizar uma prática com maior participação dos estudantes na execução das etapas da fundição, uma vez que, devido ao trabalho em altas temperaturas, por medidas de segurança, o processo de fundição com materiais metálicos restringe a atuação do estudante.

Foi elaborado um roteiro de prática, no qual as atividades iniciais traziam exercícios para relacionar os materiais da prática com seus correspondentes do

processo industrial. O Quadro 1 indica os materiais que foram usados e sua correlação com o processo real. A quantidade de material empregada depende do tamanho das formas dos moldes. Para esta prática, utilizou-se 1 kg de chocolate, sendo 500 g do branco e 500 g do ao leite. Na sequência, os estudantes executaram as etapas da simulação do processo, apresentadas nos próximos itens deste trabalho.

Quadro 1 – Indicação das etapas do processo de fundição e correlação entre itens do processo com a simulação

Etapas da Fundição	Itens do processo industrial	Itens do processo simulado
1. Projeto da peça	Lingote de alumínio-silício	Chocolate branco em pedaço
2. Projeto do modelo	Lingote de aço carbono	Chocolate preto em pedaço
3. Fabricação do molde	Forno de indução	Micro-ondas
4. Fusão do metal	Metal líquido	Chocolate derretido
5. Vazamento	Sistema de injeção sob pressão	Saco de confeitar
6. Desmoldagem	Molde	Formas (metal; cerâmica; areia)
7. Limpeza da peça	Macho	Peça móvel da forma
	Massalote	Papel-manteiga; alumínio
	Ferramenta para rebarbação	Espátula
	Areia verde para molde	Pó de café

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

2.1.1 Etapas de projeção e fabricação do molde

Após a primeira execução da prática, percebeu-se que os estudantes poderiam compreender melhor a função dos diferentes moldes e alguns dispositivos do processo, como o uso de macharia⁷ e do massalote⁸, se eles participassem ativamente do seu processo de construção ao invés de receber as peças já finalizadas. Por isso, os estudantes receberam, inicialmente, material para efetuar a montagem de quatro moldes com características específicas do processo (molde sem macho; molde com macho; molde com massalote; molde

⁷ Macharia: sua função no molde é preencher espaços onde o metal não deve preencher, de modo que a peça fundida apresente cavidades (LIRA, 2017).

⁸ Massalote: sua função no molde é prolongar os canais de alimentação em regiões que deverão ser cortadas pós peça fundida, para eliminação da falha (LIRA, 2017).

em areia). Eles tiveram a liberdade de planejar e montar os dispositivos adicionais (machos e massalote) nos moldes e construir o molde em “areia”, conforme indicamos exemplos na Figura 2.



Figura 2 – Moldes em diferentes materiais e com diferentes dispositivos montados pelos estudantes

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

De modo a exemplificar os diferentes materiais usados nos moldes industriais, os moldes da simulação também apresentavam essa distinção (metal: forma para salgados; cerâmica: cadinho usado em laboratório químico; e areia: uso de café em pó). Também é importante comentar a escolha das duas diferentes matérias-primas (liga de alumínio: representada pelo chocolate branco, e aço carbono: representado pelo chocolate preto), que possuem pontos de fusão distintos (no processo real), para que os estudantes pudessem direcionar os moldes mais adequados para cada material. A montagem do molde de areia com o café foi o que mais apresentou desafio aos estudantes, que usaram de várias tentativas para concluir o molde. No entanto, sugere-se inserir ao pó de café para facilitar sua manipulação e moldagem. Com os moldes prontos, foi encerrada a primeira parte prática da aula.

2.1.2 Etapas: fusão e vazamento do metal

Os estudantes usaram um micro-ondas para fundir (derreter) o chocolate, que foi transferido em estado líquido para o saco de confeitar, de modo que pudessem ter maior controle do preenchimento dos moldes ao vazar o material por estes, conforme exemplificado na Figura 3.



Figura 3 – Fuzão e vazamento do metal

Legenda (da esquerda para a direita): peças de chocolate; moldes pré-fabricados sendo preenchidos; detalhe do saco de confeitar para controle da saída de material

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

2.1.3 Etapas: desmoldagem e limpeza da peça

Após aguardar o tempo de resfriamento para solidificação do material (aproximadamente 15 minutos), os estudantes realizaram a etapa de desmoldagem das peças, conforme demonstrado na Figura 4. Na sequência, as peças foram limpas, com retirada de rebarbas, que são os materiais em excesso nas bordas.



Figura 4 – Peças solidificadas após resfriamento, seguido de desmoldagem

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

2.2 Análise das peças pelos estudantes

A prática gerou como produto final peças fundidas, com alguns exemplos na Figura 5. Com as peças produzidas, os estudantes tiveram de realizar uma análise visual, inspecionando a possível existência de defeitos superficiais no acabamento, tais como trincas, vazios⁹, também conhecido como rechupe, porosidade¹⁰ e outros, assim como ocorre na operação industrial. Além disso, os estudantes puderam perceber, de modo mais claro, a função dos moldes e dispositivos empregados no processo de fundição. A atividade de inspeção é importante para a compreensão que os processos industriais estão em constante desenvolvimento, visando a estratégias e melhoramentos para a produção de peças com mínima presença de defeitos. E, para finalização da atividade, os estudantes elaboraram um relatório técnico das atividades efetuadas.



Figura 5 – Exemplos de peças fabricadas pelos estudantes na simulação do processo de fundição

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

3 Discussão dos resultados

A inspiração teórica para organizar o roteiro da prática e analisar as percepções dos estudantes foram baseadas nos ensinamentos de Paulo Freire, que foi um pedagogo que defendia a autonomia no processo de aprendizagem, sendo o educando o construtor

⁹ Vazios: espaços formados devido a contração de volume do material na transformação de líquido para sólido (KIMINAMI; CASTRO; OLIVEIRA, 2013).

¹⁰ Porosidade: bolhas formadas pela presença de gases não dissolvidos e retidos no interior do material solidificado (KIMINAMI; CASTRO; OLIVEIRA, 2013).



do seu próprio conhecimento (FREIRE, 2002). Neste sentido, este trabalho buscou compartilhar as etapas de elaboração da aula prática de simulação do processo de fundição, com a intenção de propor atividades mais interativas para os estudantes do ensino profissional tecnológico. A aula proposta não focou apenas em demonstrar fenômenos físicos de transformação de estado do material, mas elaborou este conhecimento vinculado ao uso prático de dispositivos empregados no processo real.

Durante as etapas de realização da aula prática, também foram realizadas análises qualitativas da reação e comportamento dos estudantes. Eles se mostraram muito participativos e interessados em compreender e concluir todas as etapas da atividade. No entanto, após analisar os relatórios de prática enviados pelos estudantes, percebeu-se que eles podem se distrair facilmente e deixar de fazer as correlações necessárias com o processo industrial. O docente deve estar consciente de que cada estudante pode reagir de maneira distinta – alguns podem demonstrar mais interesses na execução e aprendizagem proporcionada pela atividade, enquanto outros podem manifestar desinteresse.

Apesar do roteiro existente na prática, o qual direcionou as etapas de execução do processo, foi importante a integração de pontos de liberdade criativa e autonomia para os estudantes decidirem uma melhor estratégia. Como exemplos de tarefas intermediárias, eles tiveram de fabricar os moldes, determinar o tempo ideal de uso do micro-ondas, a porção de chocolate que deveria ser derretida, a maneira de manipular o saco de confeitar, o tempo para desmolde das peças, dentre outras. Este planejamento estimulou a comunicação interna entre os integrantes de cada grupo e também a troca de informações entre grupos.

Como a aula foi aplicada em duas turmas, a observação da primeira prática levou à implementação de mudanças, tal como já citado. Cada turma apresenta um perfil diferente, e cabe ao professor identificar atividades que podem ser melhor aproveitadas no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos trabalhados. Por outro lado, uma ação proposta, que independe do perfil da turma, foi a preparação do ambiente com a organização da bancada, a separação antecipada dos materiais e os utensílios individualizados para cada grupo. O laboratório foi previamente preparado para receber os grupos de estudantes, em condições adequadas para a efetivação da simulação proposta. Perceberam-se uma mudança de comportamento positiva e a

valorização do estudante em relação ao ambiente preparado para a execução da sua atividade. Essa dinâmica também abre espaço para o docente trabalhar com o estudante outros aspectos relevantes ao ambiente profissional, como a questão da organização pessoal e da limpeza do seu ambiente laboral.

A atividade demandou tempo prévio às aulas de uma hora, para preparação e adequação do docente às etapas práticas do processo simulado. Também foi necessário um tempo não contabilizado para perceber os materiais que poderiam ser reaproveitados na prática. Por fim, um tempo de estudo mais aprofundado para a composição correta das etapas do processo de fundição. A reflexão deste fato se encontra em sintonia com os ensinamentos de Paulo Freire (2002, p.6), o qual destacou: "Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender". Este trabalho indicou alguns exemplos de materiais e utensílios que podem ser empregados na preparação desta prática; no entanto, os docentes podem usar de sua criatividade para implementação de outros.

A princípio, havia o receio de os estudantes desprezarem a ideia da atividade por não serem utilizados materiais reais da indústria. No entanto, eles manifestaram surpresa, apresentando-se muito motivados no desenvolvimento da atividade; inclusive, faziam questão de usar os termos da indústria para se referirem às etapas executadas. Este comportamento reafirma o potencial de métodos ativos no auxílio a aprendizagem e aumento do interesse de estudantes. Estes resultados também foram percebidos em outros trabalhos, tais como Fonseca, Carvalho e Guerra (2020) que relataram uma intervenção em uma aula de metrologia, com a integração de atividades práticas na discussão de conteúdos teóricos como um recurso didático; a elaboração de uma aula-experimento baseada em uma história de Sherlock Holmes para abordar o ensinamento das propriedades dos metais (PARÚSSULO *et al.*, 2009); descrição de experimentos em laboratório para observar superaquecimento de materiais (SILVEIRA, s.d.); a produção de um podcast realizado por estudantes, voltado para o ensino de história através de obras do cinema (ARAGÃO; SOUZA, 2020); atividades de exploração e a investigação no ensino da Matemática (PONTE, 2010); atividade lúdica com aplicação do Kit de Alquimia® para revisão de conteúdos de química (FERREIRA; CARDOSO; GOULART, 2020), e outros.

A possibilidade de aplicação de uma aula prática em detrimento de uma exclusivamente teórica indica um aumento de empenho na aprendizagem e



produtividade dos estudantes, devido ao fato de a aula se apresentar mais dinâmica e ativa para os mesmos, além disso para o trabalho com o processo de fundição a execução da prática simulada mostrou-se segura e acessível.

Considerações finais

Em consonância com os ensinamentos de Paulo Freire (FREIRE, 2002), o ensino de conteúdos teóricos, alinhado a atividade prática proposta com participação mais ativa e respeitando os saberes dos estudantes, evidenciou aumento do envolvimento e interesse dos mesmos. As associações da prática simulada com o processo industrial indicaram facilitar o entendimento e a aprendizagem de conteúdos técnicos. Além disso, a prática se mostra viável economicamente de ser executada sem a necessidade de aquisição de fornos ou moldes industriais. Foram necessários utensílios de fácil acesso, destacando-se também a importância da organização e preparação do ambiente para a realização da atividade.

Não é intenção deste trabalho que a aula teórica tradicional, ou mesmo a aula prática de fundição com material metálico, seja substituída pela ideia aqui proposta. Para um cenário ideal, fica a sugestão para os docentes de executar a aula em 4 etapas, sendo: etapa 1 – aula teórica para explicação dos conteúdos; etapa 2 – aula prática simulada para interação mais ativa na execução do processo; etapa 3 – aula prática real do processo em laboratório e, por fim, etapa 4 – visita técnica em planta industrial do processo. Acredita-se que a aprendizagem do conteúdo ensinado possa ser potencializada com a harmonização entre as diferentes modalidades de aulas. Espera-se que este trabalho possa inspirar outros docentes na elaboração de roteiros de atividades práticas criativas e viáveis de execução, de modo a auxiliar o processo de aprendizagem dos estudantes.

Referências

ALLAIN, O.; WOLLINGE, P. *Livro Didático Tópico 1: História da Educação Profissional no Brasil*. Florianópolis: IFSC, 2016. Disponível em: <https://moodle.ead.ifsc.edu.br/mod/book/view.php?id=114919>. Acesso em: 17 dez. 2021.



ARAGÃO, L. A. L.; SOUZA, E. N. S. O cinema e o ensino de história uma interação contada através da produção de um Podcast pelos alunos do Sertão do Pajeú pernambucano. *Educação Básica Revista*, v.6, n.2, p. 19-30, 2020.

BARBOSA, L.C.A; BAZZO, W.A. A escola que queremos: É possível articular pesquisas ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? *Revista Eletrônica de Educação*, v. 8, n. 2, p. 363-372, 2014.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 dez. 2021.

BRASIL. Lei n. 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm. Acesso em: 4 jun. 2022.

BRASIL. Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm . Acesso em: 1º fev. 2022.

BRASIL. Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm . Acesso em: 2 fev. 2022.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 1º fev. 2022.

CALLISTER JR., W. D. *Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais*. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. Projeto político pedagógico do curso técnico em metalurgia. Timóteo: CEFET-MG, 2018. Disponível em: https://www.timoteo.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/10/2016/10/PPC-Curso-T%C3%A9cnico-em-Metalurgia_vers%C3%A3o-final_2018.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

CNCT. *Catálogo Nacional de Cursos Técnicos*. Brasília, 2020. Disponível em: <http://cnct.mec.gov.br/> . Acesso em: 4 jun. 2022.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2018.



FERREIRA, A.P.; CARDOSO, A.T.; GOULART, S.M. O lúdico e a experimentação: uma experiência com o kit Alquimia®. *Tecnia*, v.5, n.2, p.72-89, 2020.

FONSECA, N. R.; CARVALHO, C. E. R.; GUERRA, F. F. Integração de aulas teóricas e práticas como recurso didático no ensino técnico. *Arquivos do Mundi*, v.24, n.2, p.120-126, 2020.

FONSECA, S.M.; MATTAR NETO, J.A. Metodologias ativas aplicadas à educação a distância: revisão de literatura. *Revista EDaPECI*, v.17, n. 2, p. 185-197, 2017.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa*. 26.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 2006

KIMINAMI, C.S.; de CASTRO, W.B.; OLIVEIRA, M.F. *Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos* [livro eletrônico]. São Paulo: Blucher, 2013.

LIRA, V. M. *Princípios dos processos de fabricação utilizando metais e polímeros*. São Paulo: Blucher, 2017.

LOTÉRIO, J. *Projeto de investigação no ensino de frações junto aos estudantes do ensino fundamental: a possível construção da autonomia*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências e Matemática, Centro de Ciências Exatas e Naturais, da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

MELO, M. S.; SILVA, R. R. Ensino médio integrado à educação profissional: os desafios na consolidação de uma educação politécnica. In: ARAÚJO, A. C.; SILVA, C. N. N. *Ensino médio integrado no Brasil: fundamentos, práticas e desafios*. Brasília: Ed. IFB, 2017. p184-198.

NUNES, G. P. A. A integração do negro na sociedade de classes: uma difícil via crucis ainda a caminho da redenção. *Cronos*, Natal-RN, v. 9, n. 1, p. 247-254, 2008.

PACHECO, Eliezer. *Os institutos federais. Uma Revolução na Educação Profissional e Tecnológica*. Natal: IFRN, 2010.

PARÚSSULO, A. L. A. *et al.* Proposta de uma aula-experimento baseada em uma história de Sherlock Holmes para abordar as propriedades dos metais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32., 2009, Fortaleza. *Anais [...]*. São Paulo: SBQ, 2009. p.1.



PONTE, J. P. Explorar e investigar em Matemática: uma actividade fundamental no ensino e na aprendizagem. *Revista Iberoamericana De Educación Matemática*, n. 21, p. 13-30, 2010.

RAMOS, M. *História e política da educação profissional*. Curitiba: IFPR, 2014.

ROCHA, H.M.; LEMOS, W.M. Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento. *In: SIMPÓSIO PEDAGÓGICO E PESQUISAS EM EDUCAÇÃO*, 9., 2014, Resende. *Anais [...]*. Resende: AEDB, 2014. p. 20141-201412.

RODRIGUES, J. Celso Suckow da Fonseca e a sua "História do ensino industrial no Brasil". *Revista brasileira de história da educação*, n. 4, 2002.

SANTOS, C.A.M. O uso de metodologias ativas de aprendizagem a partir de uma perspectiva interdisciplinar. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 12., 2015, Curitiba. *Anais [...]*. Curitiba, 2015. p. 27202-27212.

SANTOS, D. S.; NADALETTI, C. L.; SOARES, M. S. O ensino médio integrado à educação profissional: avanços e desafios. *In: ARAÚJO, A. C.; SILVA, C. N. N. Ensino médio integrado no Brasil: fundamentos, práticas e desafios*. Brasília: Ed. IFB, 2017. p. 90-105.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 34, p. 152-180, 2007.

SHIROMA, E.; CAMPOS, R.; GARCIA, R. Decifrar textos para compreender a política: subsídios teórico-metodológicos para análise de documentos. *Perspectiva*, v. 23, n.2, p. 427-446, 2005.

SILVEIRA, F. L. *Notas de aula sobre Física Geral: transições de fase e experimentos com estados metaestáveis*. Porto Alegre: UFRGS, s.d. 8 f.

YAMAMOTO, I. *Metodologias ativas de aprendizagem interferem no desempenho de estudantes*. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.