

**Construção de maquetes de processos industriais: inovação no processo ensino-
aprendizagem**

Construction of industrial process models: innovation in the teaching-learning process

**Construcción de modelos de procesos industriales: innovación en el proceso de
enseñanza-aprendizaje**

Recebido: 17/06/2020 | Revisado: 25/06/2020 | Aceito: 30/06/2020 | Publicado: 12/07/2020

Jussara Aparecida de Oliveira Cotta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6914-1176>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: japcotta@hotmail.com

Telma Ellen Drumond Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0426-6645>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: telmaellen@hotmail.com

Ana Laura Luz Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6225-5680>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: ana.llc@hotmail.com

Douglas William Jardim Braga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4524-4389>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: douglaswjb@gmail.com

Fernando de Faria Boim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0160-8088>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: Fernando.boim@gmail.com

Izabella Miranda Morello

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4299-8537>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: morello.izabella@gmail.com

Janaine Costa de Alcantara

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1417-8697>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: janainealcantara1@gmail.com

Karen Quintão Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6121-2355>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: karenquintaocastro@gmail.com

Ketelly Imaculada da Consolação Cota

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0344-5000>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: ketellycota@gmail.com

Lorena Damião Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6699-224X>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: lorisnascimento.96@gmail.com

Nadia Cota Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3452-3152>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: nadiacota@hotmail.com

Patrick Langreney Simitan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6297-3671>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: patrick.l.simitan@hotmail.com

Tainara Ferreira de Godoi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3261-0420>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: tainaragodoi@hotmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar a possibilidade de uma estratégia criativa de aprendizagem para as aulas da disciplina Processos Industriais do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Essa disciplina é vista por muitos discentes como de difícil entendimento, visto que aborda o ensino de processos e o

conhecimento de equipamentos, além de cálculos envolvendo dimensionamento, ainda que simples, mas que não são rotineiros no Ensino Superior. Assim, uma alternativa para melhor compreensão dos conteúdos dessa disciplina foi a realização de uma “Mostra de maquetes para ilustrar Processos Industriais” e teve como objetivo proporcionar uma aproximação dos conteúdos ministrados em classe, de modo mais dinâmico, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Nesse evento, os discentes, utilizando a criatividade, deveriam confeccionar maquetes para ilustrar um processo industrial escolhido pelo grupo. Esse trabalho possibilitou aos graduandos conhecer o desenvolvimento de processos industriais, além de permitir a familiarização e a identificação das diversas operações unitárias envolvidas em processos tecnológicos de caráter fabril. Ainda, as atividades proporcionaram a compreensão de questões tecnológicas, despertando a curiosidade de docentes, discentes e visitantes de diversas áreas.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem; Processos industriais; Fluxograma.

Abstract

This article aims to present the possibility of a creative learning strategy for classes in the Industrial Processes discipline of the Environmental Engineering Course at UEMG. This discipline is seen by many students as difficult to understand, since it addresses the teaching of processes and the knowledge of equipment, in addition to calculations involving sizing, although simple, but which are not routine in Higher Education. Thus, an alternative for a better understanding of the contents of this discipline was the realization of a “Model Exhibition to illustrate Industrial Processes” and aimed to provide an approach to the contents taught in class, in a more dynamic way, facilitating the teaching-learning process. In this event, the students, using their creativity, should make models to illustrate an industrial process chosen by the group. This work made it possible for undergraduates to learn about the development of industrial processes, in addition to allowing familiarization and identification of the various unit operations involved in technological processes of a manufacturing nature. Still, the activities provided an understanding of technological issues, arousing the curiosity of teachers, students and visitors from different areas.

Keywords: Teaching-learning; Industrial processes; Flowchart.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo divulgar una estrategia creativa de aprendizaje para las clases de la disciplina Procesos Industriales del Curso de Ingeniería Ambiental de la UEMG. Muchos estudiantes consideran que la disciplina de Procesos Industriales es difícil de entender, ya que

aborda la enseñanza de procesos y conocimiento de equipos, además de los cálculos que involucran el dimensionamiento, aunque simple, pero que no son rutinarios en la Educación Superior. Por lo tanto, una alternativa para una mejor comprensión de los estudios de esta disciplina fue la realización de un "Modelo de demostración para ilustrar los Procesos Industriales" y con el objetivo de permitir una estimación de los contenidos impartidos en la clase, de la manera más económica, facilitando el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este evento, los estudiantes que usan la creatividad pueden hacer modelos para ilustrar un proceso industrial elegido por el grupo. Ese trabajo ha permitido a los graduados aprender sobre el desarrollo de procesos industriales, además de permitir la familiarización e identificación de las diversas operaciones unitarias utilizadas en procesos tecnológicos de naturaleza manufacturera. Aún, las actividades proporcionaron la comprensión de interrogaciones tecnológicas, despertando la curiosidad de docentes, discentes y visitantes de diversas áreas.

Palabras clave: Enseñanza-aprendizaje; Procesos industriales; Diagrama de flujo.

1. Introdução

Processos industriais são conjuntos de etapas físicas, químicas e bioquímicas das indústrias, as quais envolvem uma combinação de procedimentos para atingir as transformações desejadas nas matérias-primas, sendo cada etapa específica combinada corretamente e sequenciada de forma a determinar o produto final. Assim, um processo químico é qualquer operação ou conjunto de operações coordenadas que causam uma transformação física ou química em um material ou misturas de materiais (Shreve & Brink Jr., 2012).

Projetar as instalações industriais é uma das atividades exercidas pelo engenheiro, e investir em boas instalações industriais dentro da empresa é fundamental para prevenir problemas e gastos. No processo de decisão sobre as melhores condições da instalação são observados fatores como espaço, estrutura física, licenciamentos ambientais, incentivos fiscais de governos e logística. “Conhecer com clareza todas as variáveis desde a estrutura física, o produto, sistematizar o processo e fazer com que o plano seja o mais enxuto possível, são fatores determinantes entre a viabilidade ou não de uma indústria” (Kach, 2018). Poder gerenciar essas demandas durante o processo de instalação e outras demandas previstas e não previstas, é de grande relevância e exigem uma boa pesquisa. A seguir, é necessário indicar os diferentes processos, o fluxo de produção, layout, recursos, pessoas, equipamentos, logística interna e externa, entre outros detalhes.

O conjunto das etapas contempla procedimentos de transferência de matéria, transferência de calor e transferência de quantidade de movimento, incluindo, portanto, diversos tipos de equipamentos e acessórios industriais. Tais conteúdos abordados em classe acabam por dificultar o processo de ensino-aprendizagem para a maioria dos discentes, devido ao fato de que os conteúdos de Processos Industriais, bem como os equipamentos e os princípios básicos envolvidos na disciplina são, muitas vezes, de difícil compreensão para os discentes, principalmente por abordarem assuntos um pouco distantes do cotidiano da vida acadêmica. Também se constituem em um desafio aos docentes por exigirem explicar e discutir em classe distintos e complicados processos.

Assim, o desenvolvimento de atividades práticas em sala de aula coloca o discente em contato com a realidade, pois somente com o ensino teórico fica difícil visualizar os processos industriais. A aula prática torna mais dinâmico o processo de ensino-aprendizagem, permitindo uma visualização tangível do processo industrial e a relação professor-aluno fica mais próxima, além de aumentar a motivação dos discentes.

Este artigo tem como objetivo apresentar a possibilidade de uma estratégia metodológica mais criativa para as aulas da disciplina Processos Industriais, do Curso de Engenharia Ambiental. O objetivo do trabalho desenvolvido com os alunos foi proporcionar uma aproximação dos conteúdos ministrados em classe, de modo mais dinâmico, pela construção de maquetes de Processos Industriais, facilitando assim o processo de ensino-aprendizagem.

2. Metodologia

Este trabalho, de natureza aplicada, utilizou um enfoque quali-quantitativo, e foi desenvolvido, inicialmente, através dos procedimentos técnicos de uma pesquisa bibliográfica e, a seguir, de uma exposição prática dos resultados alcançados, através de uma Mostra Científica. Segundo Gil (2012), a pesquisa aplicada tem como característica principal o interesse na aplicação, a utilização e as consequências práticas dos conhecimentos adquiridos.

As atividades tiveram início com uma pesquisa bibliográfica, portanto, em relação aos objetivos caracterizou-se como uma pesquisa exploratória, já que esta “busca levantar informações sobre determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando suas condições de manifestação” (Severino, 2016, p. 123). Um estudo prévio do tema foi realizado no primeiro mês de trabalho para que os alunos conhecessem e selecionassem os processos produtivos. Posteriormente, o grupo pesquisou quais as etapas e operações unitárias

compunham o processo industrial escolhido, explicaram e relataram cada etapa envolvida.

A pesquisa bibliográfica, segundo Severino (2016), é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de documentos como livros e artigos. O critério de seleção das fontes levou em consideração o tema proposto: os processos produtivos, suas etapas e operações unitárias. Os alunos, divididos em equipes de trabalho, tiveram liberdade de selecionar os autores relativos ao processo produtivo escolhido por seu grupo para ser exemplificado posteriormente através da construção de uma maquete.

Segundo Pereira *et al.* (2018, p. 67), “Os métodos qualitativos são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo”. Já na pesquisa quantitativa, Silva (2014, p. 85) afirma que “[...] os dados são quantificáveis, ou seja, podem ser expressos em números e também podem ser classificados.

Para Yin (2015), os estudos quantitativos e os qualitativos podem se complementar de modo a fornecer um melhor entendimento sobre um fenômeno estudado. No caso deste trabalho, de acordo com a técnica utilizada, a pesquisa se apresentou qualitativa e quantitativa. Ao utilizar o questionário com perguntas estruturadas para os alunos, a pesquisa demonstrou-se quantitativa, pois segundo Gil (2012, p. 118) o questionário apresentou “[...] uma relação fixa de perguntas, possibilitando tratamento quantitativo dos dados”. Já na fase do debate dos alunos, após a apresentação das maquetes e a socialização de suas impressões e opiniões, a pesquisa assumiu características qualitativas.

O desenvolvimento das atividades foi dividido em 5 (cinco) etapas, nas quais os discentes do 6º período de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade de João Monlevade, foram acompanhados sistematicamente durante 3 (três) meses, conforme o andamento da disciplina de Processos Industriais I. Inicialmente, os discentes foram divididos em grupos e em conjunto selecionaram o processo produtivo a ser estudado. Posteriormente, o grupo pesquisou quais as etapas e operações unitárias compunham o processo industrial, e explicaram e relataram cada etapa envolvida. Durante as aulas, e também em momentos extraclasse, os discentes se reuniam e discutiam como desenvolveriam, criariam e/ou representariam através das maquetes os equipamentos e o processo produtivo. Cada grupo realizou uma apresentação referente ao processo fabril elaborado, a qual teve o objetivo de sanar possíveis dúvidas e revisar alguns conceitos. Os temas abordados nos trabalhos pelos discentes foram: 1) os processamentos de Indústria de Petróleo, 2) Tratamento de Esgoto, 3) Indústria Siderúrgica, 4) Indústria de Cimento, 5) Indústria de Laticínios e derivados.

Os discentes, utilizando da criatividade, deveriam confeccionar maquetes para ilustrar um processo industrial escolhido. Foi proposto que os alunos apresentassem, além da maquete,

um fluxograma de blocos. O diagrama de blocos é o fluxograma mais simples, que indica as principais unidades de processo e traz informações sobre as variáveis dos principais processos. Os fluxogramas são parte fundamental em um projeto, pois apresentam a sequência coordenada das conversões químicas unitárias e das operações unitárias, expondo, assim, os aspectos básicos do processo. Nas circunstâncias de uma sala de aula, esse foi o meio mais efetivo de comunicar informações sobre um processo industrial.

Como avaliação do método de aprendizagem e devolutiva dos alunos, foi elaborado um questionário com 4 (quatro) perguntas fechadas, funcionando como uma pesquisa descritiva para sondagem do nível de satisfação dos graduandos. Para as perguntas propostas, os alunos tiveram as seguintes opções de resposta: A (Sim); B (Não); C (Às vezes).

O Quadro 1 apresenta as perguntas que foram respondidas pelos alunos. O resultado foi devidamente quantificado e analisado pela professora responsável pela atividade.

Quadro 1: Questionário para os alunos.

Questões	Perguntas
1	A construção da maquete de Processos Industriais facilitou no seu processo ensino-aprendizagem?
2	Você recomendaria a proposta pedagógica para as futuras turmas da disciplina de "Processos Industriais I"?
3	Você assimilou bem a importância de conhecer o fluxograma de um processo Fabril e a simbologia de representação de instrumentos?
4	Você teve dificuldade em encontrar referências (embasamento teórico) com relação ao processo fabril proposto?

Fonte: os autores (2019).

3. Resultados e Discussão

Devido à importância do tema escolhido, os estudantes de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Unidade João Monlevade protagonizaram, em novembro de 2019, a “I Mostra de Maquetes para Ilustrar Processos Industriais”, que foi resultado das pesquisas desenvolvidas na disciplina de Processos Industriais I.

A elaboração de maquetes trouxe para a sala de aula o cenário industrial, tornando mais prático e dinâmico o método adotado pela docente responsável. Ao desenvolver a maquete, os

discentes trabalharam simultaneamente com os três canais sensoriais: o auditivo, que é a busca e a troca de informações para elaboração do projeto, o cinestésico, que é justamente o trabalho em equipe, e o visual, que enriqueceu a prática em sala de aula.

Dessa forma, a "Mostra de Maquetes para ilustrar Processos Industriais" foi desenvolvida para permitir aos estudantes uma aproximação com o cotidiano industrial, sobretudo em relação aos equipamentos e processos industriais, concretizando a abordagem teórica discutida em classe de forma mais abrangente e visualizando diferentes tipos de equipamentos, bem como suas dimensões, características e aplicações.

A Figura 1 apresenta o folder utilizado para a propaganda da "Mostra de Maquetes" para Processos Industriais.

Figura 1: Folder da Mostra de Maquetes.



Fonte: Os autores (2019).

Com a "Mostra de Maquetes" buscou-se um maior entendimento e compreensão dos processos fabris, dando ênfase às operações unitárias envolvidas em um processo produtivo, possibilitando um aprendizado prático e o desenvolvimento da criatividade, conforme Figura 1. Assim, os objetivos específicos foram: conhecer processos industriais; familiarizar com a diversidade de operações tecnológicas da produção fabril, identificar e reconhecer as operações unitárias envolvidas em processos industriais; construir maquetes representativas que contemplem as principais operações unitárias de diversos produtos utilizando materiais

diversos, inclusive aproveitando materiais descartáveis; incentivar e proporcionar maior visibilidade às produções dos discentes.

Os estudantes desenvolveram pesquisa, planejamento e estruturação de plantas industriais, desde a definição do produto, suas características e toda estrutura física e instalação da planta manufatureira. Para atender a todos esses itens, os graduandos fizeram uma ampla pesquisa sobre estrutura fabril em relação às instalações, máquinas e equipamentos, layout e capacidade de produção.

A montagem das maquetes possibilitou aos discentes conhecer o desenvolvimento de processos industriais, além de familiarizar e identificar os diferentes equipamentos, fluxogramas e utilizar da simbologia necessária.

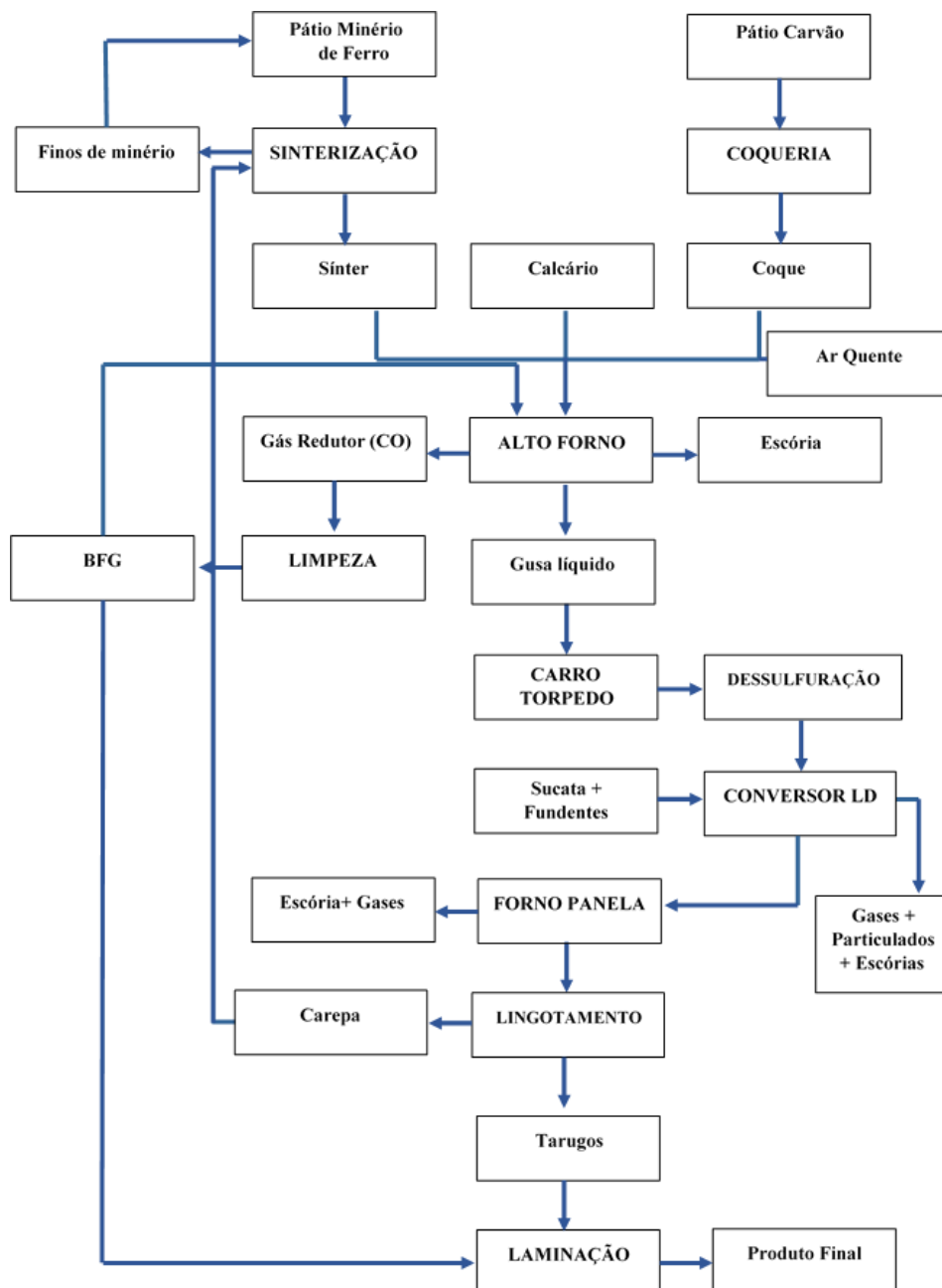
Na linguagem utilizada pela engenharia química, toda descrição de um processo industrial é substituída por um desenho esquemático chamado de fluxograma (*flow chart*). Utilizando-se blocos, outros símbolos que representem unidades de processo (reatores, destiladores, evaporadores, etc.) e linhas que indicam os caminhos de fluxo das matérias-primas e dos produtos, descreve-se o processo de forma simples e objetiva, através de uma coordenação sequencial que integra as unidades de conversão química (reatores) às demais unidades de operações físicas (chamadas classicamente de operações unitárias).

Os fluxogramas indicam pontos de entrada das matérias-primas e da energia necessária e também os pontos de remoção do produto e dos subprodutos. O material que entra em uma dada unidade de processo é chamado de alimentação (*“input” ou “feed”*) e o que a deixa é chamado de produto (*“output” ou “product”*). Na avaliação global do processo, desde sua concepção inicial até o fluxograma detalhado para o projeto e operação da planta, é preciso desenhar muitos fluxogramas. Eles são muito utilizados como ferramentas de qualidade, pois trabalham a gestão da empresa, facilitando seu entendimento por meio de informações visuais e de fácil entendimento. Assim, um fluxograma de processos estabelece uma relação de início, meio e fim em um processo.

Mas um fluxograma de processos não pode ser feito simplesmente nos padrões que uma pessoa escolher. Ele tem seus próprios padrões gráficos para que possa ser entendido por pessoas em qualquer lugar do mundo. Por isso, deve-se explicar quais são esses padrões. Quais são as partes que compõem um fluxograma de processos? As partes de um fluxograma são representadas através de símbolos e cada um desses formatos significa alguma coisa acontecendo dentro do processo. Pode-se usar o fluxograma para melhorar os processos, identificando gargalos e defeitos; comunicar/explicar um processo para alguém; visualizar facilmente processos complexos; desenvolver a compreensão de como um processo é feito;

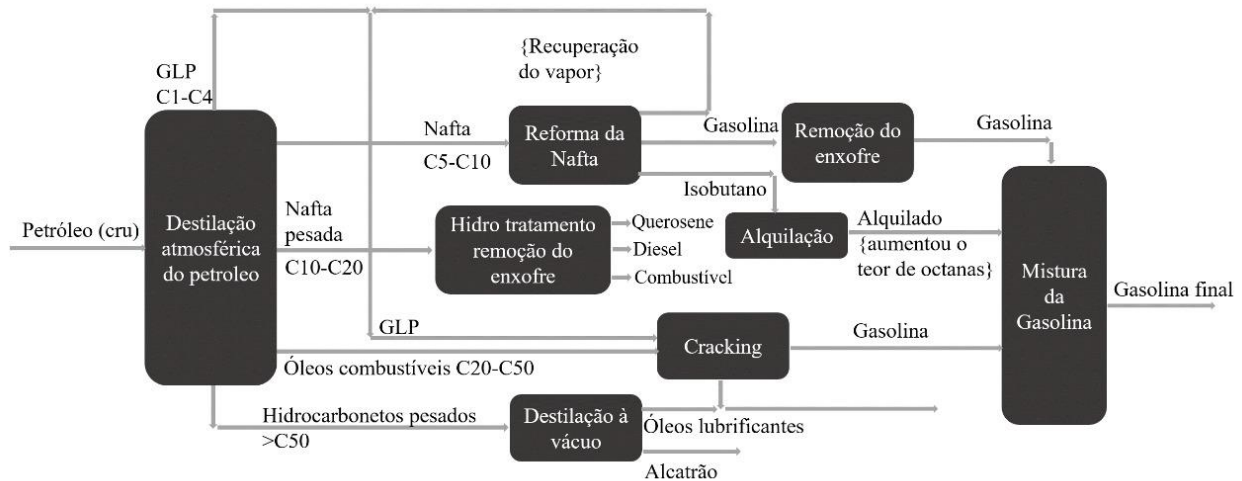
estudar um processo de melhoria; melhorar a comunicação entre pessoas envolvidas com o mesmo processo; documentar um processo; planejar um projeto; identificar desperdícios; permitir uma visão ampla. A Figura 2 apresenta os fluxogramas de bloco apresentados pelos discentes responsáveis pela elaboração da maquete do Processo de uma Indústria (a) Siderúrgica e (b) Petroquímica, respectivamente.

Figura 2: Fluxogramas de bloco dos processos de uma Indústria (a) Siderúrgica e (b) Petroquímica.



Fonte: Os autores (2019).

(a)



Fonte: adaptado de Universidade de Coimbra (2007) *apud* Machado (2012).

(b)

Na Figura 2, os blocos ou retângulos representam uma operação unitária ou processo unitário. Os blocos são conectados por linhas retas que representam as correntes de fluxo do processo entre as unidades. Essas correntes de fluxo podem ser misturas de líquidos, gases e sólidos fluindo em dutos ou sólidos sendo transportados em correias transportadoras.

Para fazer fluxogramas de blocos claros e objetivos as operações ou processos unitários tais como misturadores, separadores, reatores, colunas de destilação e trocadores de calor são usualmente denotados por um bloco simples ou retângulo. Grupos de operações unitárias podem ser denotados por um bloco simples. Correntes de fluxo do processo entrando e saindo dos blocos são representadas por linhas retas que podem ser horizontais ou verticais. A direção do fluxo deve ser claramente indicada por setas. As correntes de fluxo devem ser numeradas em uma ordem lógica. As operações unitárias devem ser especificadas e rotuladas. Quando possível, o diagrama deve ser arrumado de modo que o fluxo material ocorra da esquerda para a direita, com unidades a montante, à esquerda, e unidades a jusante, à direita.

Durante a apresentação das maquetes, os discentes utilizaram de simbologias padrões aprendidas durante as aulas. O uso correto da simbologia de representação de instrumentos é fundamental para a correta apresentação de documentos na área de controle e instrumentação. Toda essa simbologia foi padronizada pelos órgãos normativos, no caso a ISA D 5.1 (ISA, 2009). Neste caso, a “*The international society for measurement and control*”, antiga “*Instrument Society of America*” apresenta a norma ISA D 5.1, “*Símbolos e Identificação de Instrumentos*”, a qual é usada como padrão e obrigatória no mundo e no Brasil. A ABNT editou uma norma sobre o mesmo assunto, a NBR 8190 (1983), Simbologia de Instrumentação, (SB

124/83) mas nunca foi atualizada. Essa norma era baseada na ISA 5.1 (1949), ainda está em vigor, porém não acompanhou as atualizações posteriores da ISA 5.1 e contém muitas discrepâncias com a norma atual, revista em 1992, e deveria ser atualizada para incluir as propostas desta última revisão de 2009 (Ribeiro, 2009).

Durante os primeiros encontros com os alunos, observou-se que os mesmos apresentaram um empenho muito grande em pesquisar e entender como acontecem os processos fabris e buscavam pelos docentes com frequência para tirar dúvidas, entender o que acontecia dentro do equipamento e solicitar explicações mais claras sobre as informações obtidas das pesquisas realizadas.

Os discentes apresentaram por escrito as descrições de todas as operações envolvidas no processo escolhido e quais as que seriam representadas através de maquetes. Também nessa etapa foi observado o progressivo envolvimento dos alunos na atividade, através das diferentes e criativas formas de representar os equipamentos. As maquetes representativas dos processos fabris estão apresentadas na Figura 3.

Figura 3: Maquetes representativas dos processos fabris (a) de laticínios, (b) de cimento, (c) Siderúrgico, (d) de petróleo.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Os autores (2019).

Através da Figura 3, percebe-se que alguns grupos utilizaram materiais recicláveis, como caixas de remédios, latas de bebidas, por exemplo. Além de utilizarem cartolinas, isopor, papel cartão e EVA (etil vinil acetato), tintas, sprays, palitos, madeira e massas de biscoito, entre outros.

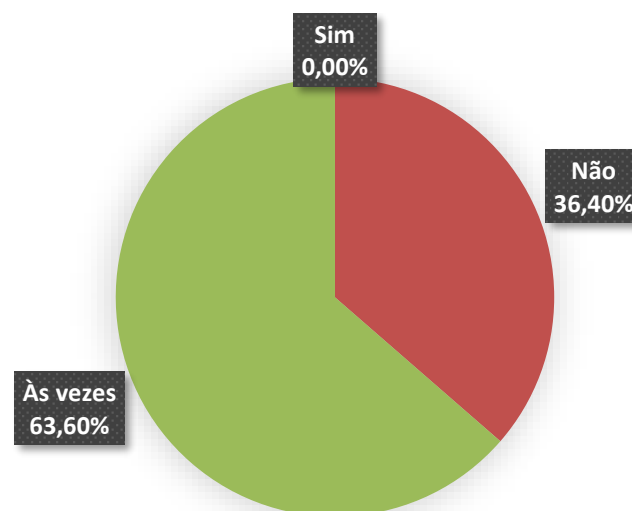
Ao todo, cinco trabalhos diferentes fizeram parte da “I Mostra de Maquetes para Ilustrar Processos Industriais”, envolvendo alunos do curso de Engenharia Ambiental da UEMG de João Monlevade. Observou-se que os resultados da Mostra superaram as expectativas dos alunos em relação à ampliação dos conhecimentos e aprendizado dos conteúdos ministrados em classe, uma vez que, como os processos eram distintos, os graduandos tiveram que ir além dos conceitos básicos de transferência de impulso, calor e massa. Assim, os educandos puderam relacionar e compreender como ocorrem os processos realizados nas indústrias de transformação, identificando cada etapa isoladamente em um processo específico.

Durante as apresentações, foi possível identificar o quão interagidos os discentes estavam com os assuntos, e que apresentavam pleno domínio dos conteúdos abordados em cada trabalho. E que, apesar da disciplina de Processos Industriais I ser vista por muitos estudantes como complicada e de difícil entendimento, a confecção e a apresentação sob forma de maquetes proporcionou uma aproximação dos conteúdos ministrados em classe de modo mais dinâmico, facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

Após a realização do evento, uma discussão informal em classe e aplicação do questionário como forma de avaliação do método de aprendizagem e devolutiva dos alunos foi promovida entre docentes e discentes, a fim de se obter um *feedback* sobre as atividades desenvolvidas, o aprendizado e as maiores dificuldades encontradas.

Como exemplo da devolutiva dos alunos, o Gráfico 1 apresenta o resultado apurado para a Questão 4.

Gráfico 1: Resultado (em %) apurado para a Questão 4.



Fonte: os autores (2019).

Segundo o Gráfico 1, 63,60 % dos discentes às vezes tiveram dificuldade em encontrar referências (embasamento teórico) em relação ao processo fabril proposto, e 36,40 % não apresentaram dificuldades. Já 100% dos discentes acharam que a construção da maquete de Processos Industriais facilitou no seu processo ensino-aprendizagem, e 100% dos discentes afirmam que assimilaram bem a importância de conhecer o fluxograma de um processo fabril e a simbologia de representação de instrumentos, segundo as normas vigentes.

Os graduandos afirmaram acreditar que a proposta foi inovadora e que puderam aprender de uma forma diferente da tradicional, na qual eles tiveram que pesquisar e criar mecanismos para entender e explicar as operações unitárias daqueles processos industriais previamente escolhidos, aos demais colegas e professores. Ademais, disseram que foi uma boa oportunidade para conhecer e identificar equipamentos, bem como suas aplicações de maneira mais específica e que, devido à consolidação do aprendizado, 90,9% dos mesmos sugeriram que a atividade fosse estendida às futuras turmas da Instituição. Já 9,1% afirmaram que não sugerem a atividade, pois a mesma deveria ser realizada com materiais totalmente recicláveis. Apesar da proposta inicial sugerida pela docente responsável pela disciplina ser de utilizar materiais recicláveis, muitos não a acataram. Os 9,1% afirmaram que *“as maquetes, apesar de serem visuais e facilitarem o entendimento do processo, são feitas, muitas vezes, com produtos que não possuem uma utilização secundária ou uma forma de reciclagem, gerando uma grande quantidade de resíduos para uma atividade pedagógica”*. Assim, não consideraram pertinente ao curso de Engenharia Ambiental utilizar esse recurso, já que ele pode ser substituído por outras formas visuais, que também proporcionam boa visualização e não geram nenhum tipo de resíduo. Grande parte das maquetes, no caso de alguns grupos, utilizaram isopor como suporte, resíduo que não é reciclado na região de João Monlevade.

A docente responsável pela atividade observou que a proposta da Mostra para os graduandos se fez muito relevante à carreira desses futuros profissionais, uma vez que se pode reconhecer a capacidade dos alunos em desenvolver parte dos conteúdos lecionados em classe de forma prática, e através de uma metodologia diferente de aprender e estudar.

Ainda, durante o evento, as atividades proporcionaram a compreensão de questões tecnológicas, despertando a curiosidade de professores e estudantes de diversas áreas da engenharia: Mineração, Metalurgia e Civil. É importante ressaltar que a integração entre cursos é relevante, superando áreas de conhecimento fragmentadas, permitindo a compreensão do desenvolvimento tecnológico como sendo uma totalidade, ou seja, a interdependência entre diversas áreas do conhecimento.

4. Considerações Finais

Observou-se que oportunidades como esta, que foi desenvolvida na UEMG, possibilitam aos discentes conhecer o desenvolvimento de processos industriais, além de familiarizar e identificar as diversas operações unitárias envolvidas em processos tecnológicos de caráter fabril.

As atividades da “Mostra de Maquetes para Ilustrar Processos Industriais”, como uma ferramenta de ensino, demonstraram-se válidas por proporcionar uma aproximação dos conteúdos ministrados em classe de modo mais dinâmico, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, permitiram a compreensão do desenvolvimento tecnológico como sendo uma totalidade, ou seja, a interdependência entre as diversas áreas do conhecimento.

Uma sugestão, caso seja mantido o projeto das maquetes, é impor como pré-requisito que ele seja desenvolvido com material proveniente de reciclagem, em conjunto com a utilização de softwares. Explorando a área de softwares juntamente com as maquetes realizadas com 100% de material reciclável, além de auxiliar o aluno a aprender sobre o assunto abordado, também incentiva na utilização dos mesmos, acarretando mais conhecimento na atividade e contribuindo com a sustentabilidade.

Referências

Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT), 1983. *NBR 8190 - Simbologia de Instrumentação*.

Gil, A. C. (2012). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo: Atlas.

Instrument Society of America (ISA), 2009. *ISA D 5.1 - Instrumentation Symbols and Identification*, Carolina do Norte: ISA.

Kach, S. C., 2018. *A 1ª Mostra de Maquetes para Projetos de Plantas Industriais desafiou estudantes em diversas áreas da indústria*. Horizontina: FAHON – Faculdade Horizontina. Disponível em <https://www.fahor.com.br/noticias/2116-a-1-mostra-de-maquetes-para-projetos-de-plantas-industriais-desafiou-estudantes-em-diversas-areas-da-industria>. Acesso em 11 jun. 2020.

Machado, E. L., 2012. *Economia de baixo carbono: Avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas: Petróleo e Petroquímica*. EBC - Núcleo de Estudos de Economia de Baixo Carbono, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, São Paulo: Universidade de São Paulo. Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/303693117>>. Acesso em 11 jun. 2020.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. [E-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em 26 jun. 2020.

Ribeiro, M. A. (2009). *Simbologia e Identificação Atuais da Instrumentação Moderna*. T&C Treinamento e Consultoria Ltda. Disponível em <http://www.mylims.com.br/arquivos/artigos/CT-002_09.pdf>.

Severino, A. J. (2016). *Metodologia do Trabalho Científico*. 24. ed. São Paulo: Cortez Editora.

Silva, C. R. O. (2014). *Metodologia e organização do projeto de pesquisa*. CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica. Fortaleza: Editora do CEFET.

Shreve, R. N., & Brink Jr., J. A. (2012). *Indústrias de processos químicos*. 4. ed (reimpressão). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 717 p.

Yin, R. K. (2015). *O Estudo de Caso*. Porto Alegre: Bookman.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Jussara Aparecida de Oliveira Cotta – 25%

Telma Ellen Drumond Ferreira – 20%

Ana Laura Luz Cardoso – 05%

Douglas William Jardim Braga – 05%

Fernando de Faria Boim – 05%

Izabella Miranda Morello – 05%

Janaine Costa de Alcantara – 05%

Karen Quintão Castro – 05%

Ketelly Imaculada da Consolação Cota – 05%

Lorena Damiano Nascimento – 05%

Nadia Cota Gomes – 05%

Patrick Langreny Simitan – 05%

Tainara Ferreira de Godoi – 05%