



## **PROTOTIPAGEM DE TROCADORES DE CALOR ATRAVÉS DA IMPRESSÃO 3D: UMA INOVAÇÃO NA ESTRATÉGIA DE ENSINO NO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UFSM**

**Flávio Dias Mayer** – flavio.mayer@ufsm.br  
Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Engenharia Química, prédio 9B, centro de tecnologia, UFSM  
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Pietro Machado Lunardi** – pmlunardi@gmail.com  
Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Engenharia Química, prédio 9B, centro de tecnologia, UFSM  
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Ananda Bulegon Ferreira** – anandabf@hotmail.com  
Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Engenharia Química, prédio 9B, centro de tecnologia, UFSM  
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Renata Segatto Pigatto** – renata.pigatto@hotmail.com  
Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Engenharia Química, prédio 9B, centro de tecnologia, UFSM  
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Mikael Maraschin** – mikaelmaraschin@gmail.com  
Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Engenharia Química, prédio 9B, centro de tecnologia, UFSM  
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Laura Klein** – laura\_klein83@hotmail.com  
Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Engenharia Química, prédio 9B, centro de tecnologia, UFSM  
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Resumo:** o projeto consiste no uso de uma estrutura CDIO (*Conceiving – Designing – Implementing – Operating*) como estratégia de ensino na disciplina DEQ1011 – Operações Unitárias com Transferência de Calor e Massa I, do Curso de Engenharia Química. Assim, o ensino será organizado de modo a garantir ao aluno o papel de protagonista no processo de aprendizagem, e ao professor, de tutor nesse processo. O objetivo do presente projeto é desenvolver e aplicar uma nova estratégia de ensino no curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) através da prototipagem de trocadores de calor de material poliméricos com auxílio da impressão 3D. Com o projeto, os alunos foram capazes de idealizar, projetar, conceber, testar e analisar o trocador impresso, permitindo

Organização



Promoção





ainda verificar as possíveis melhorias de seu protótipo. Deste modo, pode-se perceber o aprendizado dos alunos assim como suas sugestões e críticas sobre o projeto, através de uma pesquisa de satisfação e entrevista, onde ficou demonstrado a necessidade de adaptação da proposta à grade curricular do semestre em questão.

**Palavras-chave:** *estratégia de ensino, trocadores de calor, prototipagem, impressão 3D*

## 1. INTRODUÇÃO

Aproximar o acadêmico à realidade industrial a fim de potencializar seu conhecimento e aprimorar seu senso crítico é um desafio para o ensino de engenharia química, até mesmo considerando simples aplicações. As disciplinas majoritariamente teóricas não carregam consigo muito mais que informações técnicas e cálculos exatos que, na grande maioria das vezes, ficam restritos à sala de aula e limitados pela abordagem de professores e/ou pelo interesse dos estudantes.

Como salienta Lima & Grillo (2008), a aula da pedagogia centrada na relação de aluno, professor e objeto de conhecimento revela-se como a forma mais eficaz de amenizar a complexidade da relação ensino-aprendizagem, uma vez que organiza o ensino de modo a garantir ao aluno o papel de protagonista no processo de aprendizagem, e ao professor, de tutor nesse processo. Dessa forma, diferencia-se da aula de pedagogia centrada no professor, em que a “transferência do conhecimento” é primada e as aulas são calcadas em cargas teóricas, que não valorizam a relação teórico-prática.

No ensino de engenharia na UFSM, a realidade atual é a predominância de aulas da pedagogia centrada no professor. No caso do ensino de Engenharia Química, a dificuldade é maior tendo em vista que os conteúdos profissionalizantes estão relacionados a equipamentos industriais de grande porte, que nem sempre podem ser estudados no âmbito universitário. É nesse contexto que surge a prototipagem de trocadores de calor através da impressão 3D. Por meio desta nova estratégia de ensino sugerida, as relações teórico-práticas em sala de aula tornam-se dinamizadas, pois as aplicações de situações-problema pelo professor serão facilitadas, impactando diretamente no estudante a reflexão e a criatividade (Grillo & Gessinger, 2007), contribuindo então, para a construção do seu acervo técnico e não, tão somente, a memorização de informações técnicas.

Essa estratégia de ensino centrada no aluno vem sendo utilizada em diversos cursos de engenharia em diferentes países, como por exemplo nos cursos que participam da *CDIO Initiative*. Essa estrutura fornece aos alunos uma educação cujo currículo enfatiza os fundamentos de engenharia estabelecidos no contexto concepção – projeto – implementação – operação, do inglês *Conceiving – Designing – Implementing – Operating* (CDIO). Mundialmente, os colaboradores da iniciativa CDIO adotam-na como estrutura de planejamento curricular e de avaliação baseada em resultados.

Assim, a busca do protagonismo para os estudantes em sua formação acadêmica e do professor na figura de tutor ensejou o uso de uma estrutura CDIO como estratégia de ensino na disciplina DEQ 1011, do Curso de Engenharia Química da UFSM.

Objetiva-se, dessa forma, desenvolver e aplicar uma nova estratégia de ensino de operações unitárias através da prototipagem de trocadores de calor utilizando materiais poliméricos com auxílio da impressão 3D. Espera-se atingir resultados que possibilitem a reflexão teórico-prática, em especial sob o enfoque crítico-reflexivo, e que estimulem os alunos para a construção e o desenvolvimento de suas bagagens técnico-profissionais essenciais.



## 2. METODOLOGIA

O projeto de ensino realizado na disciplina de DEQ 1011 do curso de Engenharia Química da UFSM utilizou a estratégia ativa de ensino, do tipo aprendizado baseado em problemas, no formato CDIO.

### 2.1. Validação da estratégia de ensino proposta

O problema inicial foi projetar o protótipo de um trocador de calor, que seria então produzido em polímero ABS (Acrilonitrilo-butadieno-estireno). A geometria do trocador de calor deveria ser pensada pelo aluno de modo a possibilitar uma máxima área superficial de transferência de calor, maximizando a transferência de calor e compensando a baixa condutividade térmica do material.

#### *Validação de concepção*

Inicialmente os alunos foram expostos às definições e exemplos referentes a trocadores de calor. Após esta etapa, eles dividiram-se em grupos, em que cada conjunto de alunos tinha a tarefa de propor uma geometria apropriada em função do problema proposto e da tecnologia disponível para a impressão do objeto, além de elaborar uma descrição do trocador de calor, além de justificar sua escolha.

#### *Validação de projeto*

Os grupos de alunos receberam uma capacitação básica no software de desenho digital SolidWorks, que permitiu elaborar o desenho da geometria do trocador de calor. Cada grupo recebeu o acompanhamento de um tutor, membro do projeto de ensino Espaço CrEativo, para que as dificuldades em utilizar o software não impedissem a realização do desenho. As dimensões de cada desenho foram determinadas a partir das limitações da impressora 3D e das propriedades mecânicas do material, determinadas anteriormente a partir da implementação de um protótipo de trocador de calor de placas.

A partir de dados operacionais, os alunos estimaram valores para o calor transferido e temperaturas de saída das correntes, além da área de troca térmica do trocador de calor projetado, a fim de que fossem comparados com os valores experimentais obtidos na etapa de implementação. Esses dados operacionais foram obtidos a partir de um experimento prévio realizado com um protótipo de trocador de calor de placas, sendo as temperaturas de entrada das correntes fria e quente de aproximadamente 300 e 332 K, respectivamente, e as temperaturas de saída das correntes fria e quente de aproximadamente 301 e 330 K, respectivamente. As vazões das correntes fria e quente são 0,0000667 m<sup>3</sup>/s e 0,00005 m<sup>3</sup>/s respectivamente. A utilização destes valores teve a finalidade de facilitar o cálculo para a aproximação dos valores prévios obtidos pelos grupos.

A vedação (gaxeta) entre os componentes e outros dispositivos dos protótipos de trocador de calor foi feita utilizando-se uma folha de EVA (Etileno Acetato de Vinila). Foram também utilizadas duas chapas de aço carbono galvanizado para os espelhos, mangueiras de silicone e *nipples* de policloreto de vinila (PVC) para a conexão. Os protótipos de trocador de calor foram testados no módulo didático de transferência de calor do laboratório de aulas práticas do departamento de engenharia química da UFSM.

#### *Validação de implementação*

Após o fim da segunda etapa, os trocadores de calor projetados foram impressos por meio de uma impressora 3D. O projeto PTC contou com a parceria da empresa Sttalo<sup>®</sup>, da Incubadora Tecnológica de Santa Maria (ITSM), especializada na impressão de peças em 3D.

Organização



Promoção





Os testes foram realizados no módulo didático para a obtenção dos dados experimentais, permitindo comparação com valores prévios estimados pelos alunos. Nesta etapa, os grupos também observaram o funcionamento do trocador de calor idealizado na prática, a fim de detectar problemas e ineficiências. Na figura 1, apresenta-se uma foto do módulo didático de trocadores de calor. O módulo possui um aquecedor de passagem a gás para o aquecimento do fluido quente e da água da rede como fluido frio, além de válvulas para operação em paralelo ou contracorrente e, por fim, manômetros de mercúrio tipo U para medição da vazão.

**Figura 1.** Módulo didático de trocadores de calor.



### ***Validação de operação***

A última etapa consistiu na elaboração de um relatório do projeto expondo objetivos, geometria do trocador de calor, justificativa da geometria escolhida, resultados experimentais obtidos, cálculos envolvidos com valores teóricos e experimentais e conclusão. Além disso, o relatório também apresentou os problemas e ineficiências encontrados no trocador de calor após seu teste, sendo propostas soluções para estas questões.

### ***Critérios de avaliação do PTC***

O projeto PTC foi estruturado como uma atividade avaliativa da disciplina DEQ 1011, representado 25% da nota final do semestre. A fim de avaliar todas as fases do projeto foram propostos 4 critérios gerais de avaliação, totalizando 40 critérios específicos. Os critérios gerais são: 1. Proposta de trocador de calor; 2. Projeto (desenho 3D + memorial de cálculo + avaliação experimental); 3. Apresentação e; 4. Auto avaliação. Os critérios específicos estão detalhados no material suplementar, ao final do artigo.

Ao final do PTC foi aplicado um questionário abordando temas relacionados à expectativa, ao acompanhamento dos grupos e sobre critérios de avaliação utilizados, de acordo com o grau de concordância com cada uma das assertivas, indo de 5 (concordo totalmente) a 1 (discordo totalmente).



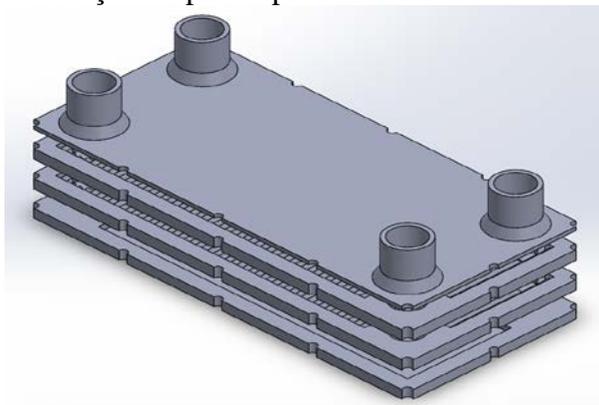
### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados do teste de validação

A partir da concepção da ideia da prototipagem 3D e da parceria realizada com a empresa Sttalo<sup>®</sup>, da Incubadora Tecnológica de Santa Maria (ITSM), pode-se realizar um protótipo teste (figura 2) a fim de verificar as condições de operação do trocador de calor a partir das limitações da impressora e dos materiais poliméricos utilizados.

Deste modo, foi projetado um trocador de calor de placas com auxílio do software SolidWorks, obedecendo às especificações conforme a disciplina DEQ 1011.

**Figura 2.** Ilustração do protótipo teste de trocador de calor do tipo placas.



O protótipo teste de trocador de calor foi impresso com aproximadamente 400g de polímero ABS (Acrilonitrilo-butadieno-estireno). O polímero PLA (ácido polilático), comumente utilizado em impressão 3D não se mostrou adequado, tendo em vista seu baixo ponto de transição vítrea. O trocador de calor de placas em funcionamento é ilustrado pela figura 3.

**Figura 3.** Protótipo do trocador de calor do tipo placas



A partir dos testes realizados, foram verificadas as temperaturas de entrada das correntes fria e quente, sendo a primeira a temperatura ambiente, em torno de 300 K no dia da operação, e a segunda em torno de 332 K. Também foram determinadas as vazões das



correntes fria ( $0,0000667 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e quente ( $0,00005 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Estas vazões serão utilizadas por todos os alunos da disciplina, objetivando facilitar os cálculos de uma primeira aproximação ao protótipo que cada grupo irá testar.

Além disso, neste teste, foi verificado que diferença de temperatura entre as correntes de entrada e saída não é tão significativa, visto que a área do trocador de calor é limitada pelas condições da impressora. Deste modo, notou-se que a temperatura quente de saída de água foi de 330 K e a temperatura fria de saída de água foi de 301 K.

### 3.2 Resultados da aplicação da estratégia proposta na disciplina DEQ 1011

#### *Resultados de concepção*

Assim que estes parâmetros foram determinados, os alunos da disciplina DEQ1011 foram divididos em sete grupos com 4 componentes cada, sendo que cada grupo foi tutorado por integrantes do projeto de ensino Espaço CrEativo. Inicialmente, os grupos pesquisaram o modelo de trocador de calor que desejariam construir e foram avaliados conforme sua originalidade, detalhamento da proposta e motivação. Os tipos de trocadores de calor idealizados pelos sete grupos estão dispostos na tabela 1.

**Tabela 1.** Modelos de trocador de calor por grupo.

Número do Grupo	Modelo de trocador de calor
Grupo 1	Placas Circulares
Grupo 2	Casco e Tubos
Grupo 3	Espiral
Grupo 4	Casco e Tubos
Grupo 5	Placas Ajustáveis
Grupo 6	Placas
Grupo 7	Placas

#### *Resultados de projeto*

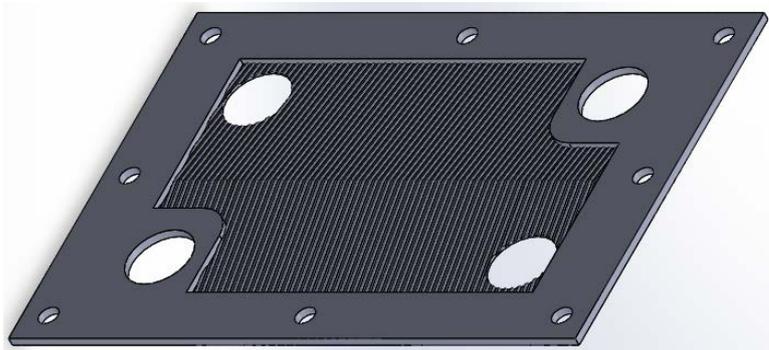
Nesta etapa foram realizados o desenho do protótipo em 3D e sua impressão. Os alunos realizaram um minicurso sobre o software SolidWorks para o projeto em 3D, onde puderam conhecer os comandos básicos para o desenho do trocador concebido. Desta forma, os sete grupos tiveram a possibilidade de desenhar e planejar a impressão do trocador com o auxílio de um tutor.

Todos os projetos em 3D foram examinados pela empresa responsável pela impressão dos protótipos e a partir disso, foram determinadas as especificações conforme as limitações de área e tempo e tempo de impressão.

Após o minicurso, foi dado um prazo para que os alunos concebessem o desenho de seu protótipo. Por exemplo, o grupo 6 projetou um trocador de calor de placas, com as seguintes especificações: espessura da placa de 3mm, altura de 180 mm e comprimento da base de 100 mm, conforme as restrições da impressora. A figura 4 ilustra o projeto do trocador do grupo 6.

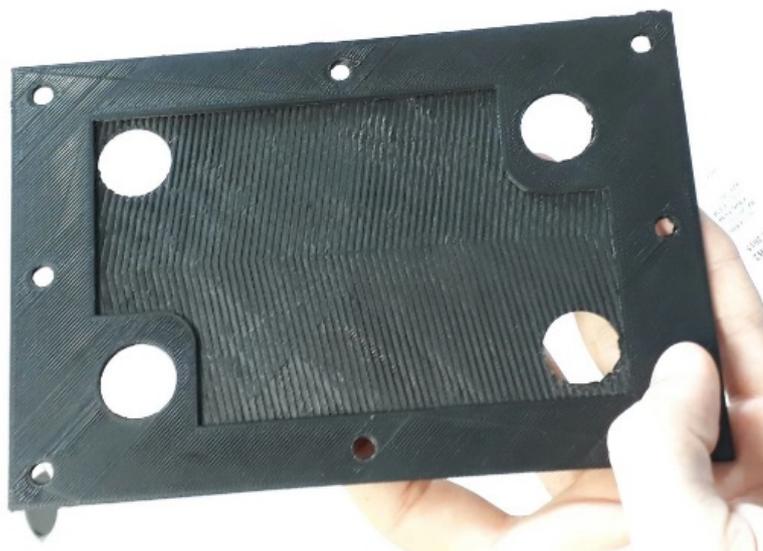


**Figura 4.** Ilustração do projeto de trocador de placas, realizado pelo grupo 6.



Após a finalização do desenho em 3D foi feita a impressão do projeto concebido pelo grupo 6. Uma das quatro unidades das placas, é apresentada na figura 5. Nota-se que o tamanho da placa é um pouco maior que a palma de uma mão.

**Figura 5.** Placa impressa do projeto de trocador de placas, realizado pelo grupo 6.



Além deste trocador, foi projetado outro trocador de calor do tipo placas idealizado pelo grupo 1, no entanto, utilizando uma geometria circular, conforme representado na figura 6. A figura 7 apresenta esse projeto já impresso em 3D. Nota-se que as dimensões são próximas a de uma caneta.



**Figura 6.** Ilustração do projeto de trocador de placas circulares, realizado pelo grupo 1.



**Figura 7.** Protótipo impressos do projeto de trocador tipo placas circulares propostas pelo grupo 1.



### ***Resultados de implementação***

Os trocadores de calor foram especificados conforme as vazões e as temperaturas de entrada e de saídas determinadas pelos testes efetuados na validação da estratégia de ensino proposta. Os testes com os trocadores concebidos foram realizados no módulo didático pelos alunos, permitindo a verificação das temperaturas de saída das correntes fria e quente, assim como a troca de calor e o coeficiente global de transferência de calor dos trocadores. Com a operação do protótipo, os alunos observaram problemas e possíveis soluções para o equipamento projetado.

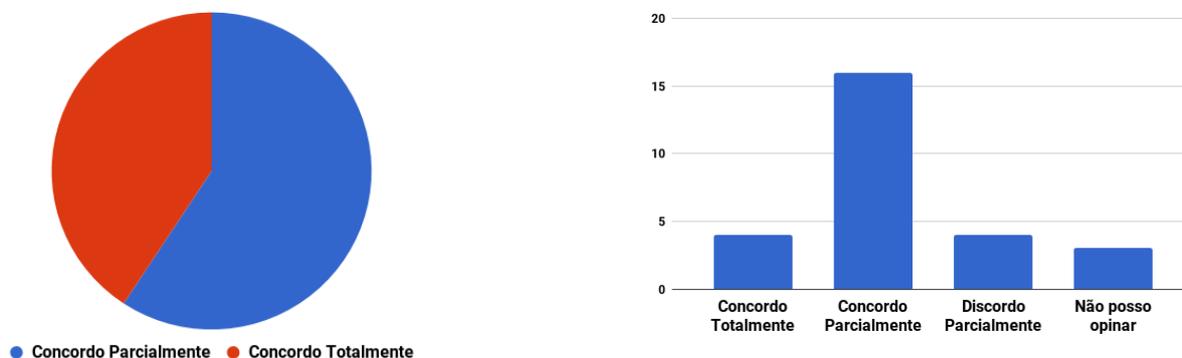
De maneira geral, todos os grupos obtiveram bons resultados, com nota de avaliação média de 9,3, refletindo o comprometimento de todos os alunos na realização das atividades propostas.

Ao fim do projeto, foi aplicada uma pesquisa de satisfação com os alunos da disciplina, onde foram feitos questionamentos referentes ao projeto em si e ao auxílio dado

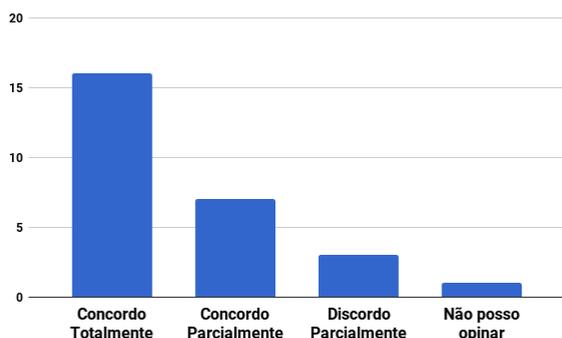


pelo Espaço CrEativo. Dos 31 alunos participantes do projeto, 27 responderam à pesquisa, onde suas respostas foram compiladas em gráficos que estão ilustrados na figura 8.

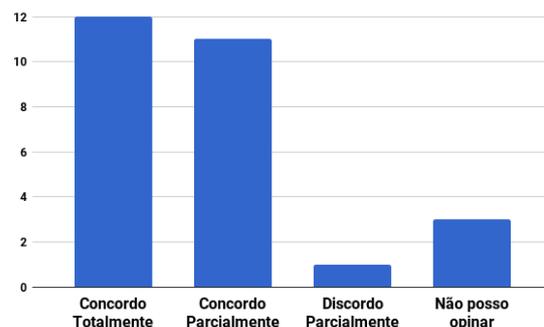
**Figura 8.** Resultados da pesquisa de satisfação, com perguntas de 1 a 4.



1. O projeto PTC atendeu as suas expectativas?



2. O minicurso do software ofertado atendeu as necessidades do grupo?



3. O acompanhamento dos tutores foi adequado?

4. Os critérios de avaliação foram adequados?

A partir dos gráficos ilustrados pela figura 8, pode-se notar que o projeto atendeu às expectativas dos alunos. Além disso, foi possível perceber que o minicurso do software utilizado para o desenho em 3D atendeu parcialmente as necessidades dos alunos, tendo como sugestão um maior tempo de curso, a fim de aprimorar essa capacitação.

Entretanto, dos trinta e um (31) alunos matriculados na disciplina, apenas dezoito (18) frequentaram alguma aula do minicurso, e apenas quatro (04) foram em todas as aulas, evidenciando uma fragilidade na avaliação desse quesito. Quanto ao acompanhamento dos tutores do Espaço CrEativo, foi possível notar que, em sua maioria, os tutores auxiliaram satisfatoriamente os alunos. Os critérios de avaliação utilizados pelo professor da disciplina foram satisfatórios, uma vez que atenderam todas as etapas do projeto.

Concomitante à pesquisa de satisfação, foram coletados alguns depoimentos de alunos. Assim, foi possível avaliar desafios quanto ao cronograma e ao excesso de carga horária e atividades extraclasse durante o semestre, o que dificultou na aplicação desse tipo de estratégia de ensino. Outro desafio foi o contato com a tecnologia de impressão 3D, que impôs alguns limites ao projeto dos trocadores de calor. Ainda, verificou-se a dificuldade encontrada pelos alunos na aplicação de conhecimento teórico no dimensionamento dos



trocadores, evidenciando a ausência de atividades similares ao longo do curso de Engenharia Química. A percepção dos alunos foi de que no PTC ficou fácil aliar a teoria e a prática. Entretanto, alguns problemas encontrados sugerem que um acompanhamento mais intensivo deve ser feito durante o desenvolvimento das atividades.

A carência de atividades de projeto/construção ao longo do curso de graduação também foi apontada pelos estudantes, que relataram a oportunidade ímpar de participar do projeto, uma vez que durante o curso de Engenharia Química da UFSM os alunos têm dificuldade em colocar em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Deste modo, pode-se perceber a importância deste projeto na construção do conhecimento dos alunos da disciplina DEQ1011, que oportunizou aos estudantes serem protagonistas de um projeto de engenharia, colocando em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula através do planejamento e idealização de um trocador de calor, assim como o posterior teste e análise de resultados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, observa-se que os alunos do sexto semestre do Curso de Engenharia Química da UFSM conseguiram ter uma noção da aplicabilidade de trocadores de calor na indústria, assim como perceber a dificuldade de projetar um equipamento com especificações limitadas. Somando-se a isso, após a apresentação dos resultados por parte dos alunos da disciplina DEQ1011, pode-se perceber que os mesmos se mostraram motivados por participar do projeto, uma vez que foram protagonistas de um projeto de engenharia, o que não é corriqueiro no curso.

Com o presente projeto, os educandos tiveram a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula na prática, fazendo com que os mesmos se motivem ainda mais a pesquisar sobre o tema de trocadores de calor. Além disso, foi verificada a implementação de uma metodologia ativa de ensino, utilizando a aprendizagem baseada em projetos, ou seja, conceber, desenhar, implementar e operar.

Além disso, trata-se de uma oportunidade para a prática de outras iniciativas, podendo o projeto ser transcendido do ensino para a pesquisa, já que matérias-primas específicas para o emprego da impressão 3D são necessárias. Nesse caso, por exemplo, os chamados filamentos são constituídos de polímeros e, atualmente, estão disponíveis no mercado em plásticos de engenharia com elevado custo. A pesquisa de plásticos *Standard* – PP e PE – bem como plásticos de alta tecnologia – ABS, PLA e PC aditivados, portanto, podem viabilizar a impressão 3D a um número maior e até mais sofisticado de aplicações.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, R. & GRILLO, C. R. IN FREITAS, Ana Lúcia Souza de. A gestão da aula universitária na PUCRS / Ana Lúcia Souza de Freitas, Rosana Maria Gessinger; organizadoras, Marlene Correro Gillo, Valderez Marina do Rosário Lima. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

GRILLO, C. R. & GESSINGER IN FREITAS, Ana Lúcia Souza de. A gestão da aula universitária na PUCRS / Ana Lúcia Souza de Freitas, Rosana Maria Gessinger; organizadoras, Marlene Correro Gillo, Valderez Marina do Rosário Lima. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008

Organização



Promoção





## **3D PRINTING: AN INNOVATION IN TEACHING STRATEGY IN CHEMICAL ENGINEERING COURSE AT FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA MARIA**

**Abstract:** *This project consists in using the CDIO (Conceiving – Designing – Implementing – Operating) framework as a teaching strategy in the subject DEQ1011 - Unit Operations: Heat and Mass Transfer I, in Chemical Engineering course. In this way, teaching will be planned to allow students to play a protagonist role in the learning process, while the professor is a tutor. The objective of the present project is to develop and apply a new teaching strategy in the Chemical Engineering course at Federal University of Santa Maria by 3D printing-assisted prototyping of heat exchangers made of polymeric materials. Through the project, the students were able to conceive, design, implement and operate the printed heat exchanger, allowing also assessing the possible improvements of prototypes. In this way, the students' learning as well as their suggestions and critiques about the project can be perceived through a satisfaction and interview survey, where it was demonstrated the need to adapt the proposal to the curriculum of the semester in question.*

**Key-words:** *teaching strategy, heat exchangers, prototyping, 3D printing*

### **MATERIAL SUPLEMENTAR: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO PTC**

#### **1. Proposta de trocador de calor (peso 10%):**

- 1.1. Obediência às normas e prazos
- 1.2. Motivação da proposta
- 1.3. Originalidade
- 1.4. Detalhamento da proposta

#### **2. Projeto (peso 60%):**

- 2.1. Competências gerais
  - 2.1.1. Habilidade para trabalhar em grupo
  - 2.1.2. Integração e evolução das etapas do projeto
  - 2.1.3. Obediência às normas e prazos
  - 2.1.4. Abrangência do conteúdo, forma com que foi estruturado e clareza
  - 2.1.5. Uso correto da língua portuguesa
  - 2.1.6. Procedimentos metodológicos com embasamento técnico
  - 2.1.7. Resultados e discussão adequados proporcionando uma análise coerente e consistente
  - 2.1.8. O projeto como um todo demonstra a integração dos conhecimentos
  - 2.1.9. Demonstra competências reflexivas sobre o tema
  - 2.1.10. Referências bibliográficas utilizadas de fontes fidedignas

#### **2.2. Competências específicas**

- 2.2.1. Exequibilidade da proposta
- 2.2.2. O trabalho dá resposta aos objetivos
- 2.2.3. Sequência lógica

Organização



Promoção





- 2.2.4. Clareza e articulação das ideias
- 2.2.5. Revela competências reflexivas sobre temática em estudo (descrição e análise)
- 2.2.6. Discussão de resultados
- 2.2.7. Análise crítica (cumprimento dos objetivos; dificuldades; limitações)
- 2.2.8. Memorial de cálculo adequado

**3. Apresentação (peso 20%):**

- 3.1. Os tópicos da apresentação foram bem organizados?
- 3.2. A apresentação oral foi clara, os argumentos são coerentes?
- 3.3. O grupo demonstrou ter se preparado adequadamente, transmitindo o conhecimento adquirido a todos?
- 3.4. Houve a participação de todos os integrantes do grupo na apresentação?
- 3.5. O uso do tempo (15 a 20 min) alocado à apresentação foi adequado?
- 3.6. O grupo fez bom uso dos recursos computacionais e audiovisuais disponíveis?
- 3.7. O grupo conseguiu apresentar seus argumentos de forma clara e racional durante as perguntas?
- 3.8. A postura adotada foi adequada (gestos, movimentação, entoação da voz)?
- 3.9. O grupo conseguiu demonstrar a integração dos conteúdos da disciplina?

**4. Auto avaliação (peso 10%):**

- 4.1. Atitudinal individual:
  - 4.1.1. Contribuição/comprometimento com os resultados do grupo
  - 4.1.2. Postura
  - 4.1.3. Relacionamento interpessoal/autocontrole
  - 4.1.4. Comparecimento aos encontros pré-agendados e cumprimentos dos prazos
  - 4.1.5. Avalie o seu aprendizado em relação ao PTC
- 4.2. Atitudinal grupo:
  - 4.2.1. Integração do grupo
  - 4.2.2. Postura
  - 4.2.3. Cumprimento de prazos
  - 4.2.4. Contribuição/comprometimento com os resultados