



## PROMOVENDO A PRÁTICA E O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM DISCIPLINA SOBRE PROCESSAMENTO DE ELASTÔMEROS E TERMOFIXOS

**Maria A. C. Zanotto<sup>1\*</sup>, Thiago de A. Augusto<sup>2</sup> e Carlos H. Scuracchio<sup>2</sup>**

*1 - Secretaria Geral de Educação a Distância, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).*

*Rodovia Washington Luís, km 235, São Carlos, CEP 13565-905, SP.*

*2 - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (EMa), UFSCar. Rodovia*

*Washington Luís, km 235, São Carlos, CEP 13565-905, SP.*

[angelicazanotto@ufscar.br](mailto:angelicazanotto@ufscar.br)

### RESUMO

*A disciplina “Processamento de Elastômeros e Termofixos” do curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos foi replanejada para que passasse a promover a prática e desenvolvimento de competências, mesmo durante período de ensino remoto. Para cada tema semanal, foram previstas três oportunidades de avaliação, duas delas com foco diagnóstico e formativo. A dinâmica semanal da disciplina consistiu de quatro etapas. Na primeira, videoaulas gravadas foram disponibilizadas aos estudantes, sendo que esses precisaram responder perguntas que surgiam durante as gravações. Na segunda etapa, um encontro síncrono, as respostas eram utilizadas para basear discussões, dúvidas e intervenções. Na terceira etapa, ainda durante o encontro síncrono, estudantes se dividiram em grupos para confrontar desafios sobre o tema, que não só testavam o conhecimento técnico, mas também competências relacionadas a comunicação, capacidade de pesquisa, pensamento crítico e trabalho em equipe. Nessa etapa, respostas foram avaliadas por meio de rubrica, instrumento que possibilitou praticidade e objetividade na avaliação, além de um feedback detalhado. Finalmente, na última etapa, para confirmar a compreensão sobre o conteúdo, estudantes responderam questionários de múltipla escolha. A metodologia utilizada foi considerada boa prática de ensino no Departamento de Engenharia de Materiais da instituição, pois favoreceu o acompanhamento do aprendizado e desenvolvimento dos estudantes, estes que foram protagonistas do próprio processo de aprendizagem. A percepção dos alunos foi que a dinâmica da disciplina foi organizada e leve, ou seja, não gerou ansiedade. As atividades propostas possibilitaram que os estudantes refletissem sobre situações autênticas de Engenharia. Além disso, a avaliação foi considerada clara, justa e informativa. Ficou evidente que um esforço deve ser feito para que o feedback da avaliação seja fornecido rapidamente. A implementação de uma abordagem similar pode ser considerada também no ensino presencial ou híbrido.*

**Palavras-chave:** *educação baseada em competências, educação em Engenharia, sala de aula invertida.*

## **INTRODUÇÃO**

Na UFSCar, três situações incentivaram grandes reflexões, por parte dos educadores, sobre como ensinar Engenharia em cursos de graduação. A primeira é a adoção do Ensino Não Presencial Emergencial (ENPE), formato inteiramente online, que possibilitou a volta das atividades de ensino mesmo em período de pandemia de COVID-19. A segunda é a aprovação das Diretrizes Curriculares Nacionais, que descrevem o perfil do egresso de cursos de graduação em Engenharia. A terceira é a vigência do Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG), realizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em cooperação com a Comissão Fulbright. Nesse contexto, muito se discutiu sobre práticas de ensino que, para além de transmitir conteúdo, também promovam a prática e o desenvolvimento de competências necessárias para abordar desafios de Engenharia. Esse ambiente aquecido de discussões inspirou mudanças nos planos de diversas disciplinas de Engenharia da UFSCar, sendo uma delas denominada “Processamento de Elastômeros e Termofixos” (PET). Assim, o objetivo desse trabalho é descrever toda a dinâmica utilizada nas últimas ofertas dessa disciplina e seus efeitos no processo de ensino-aprendizagem.

## **METODOLOGIA**

A metodologia de ensino descrita a seguir foi aplicada na disciplina PET, matéria obrigatória, de 60 horas de carga horária, para estudantes de graduação do curso de EMa com ênfase em Polímeros da UFSCar. O objetivo geral da disciplina é levar o aluno a “estudar as correlações entre a estrutura físico-química dos principais elastômeros e termofixos com o seu processamento e propriedades mecânicas”. Nas três últimas ofertas dessa disciplina, entre fevereiro de 2021 e maio de 2022, cada turma contava com cerca de 15 estudantes. Nesse período, PET foi ensinada inteiramente online devido à adoção do ENPE por parte de toda UFSCar. Um estudante de pós-graduação em Ciência e EMa atuou como tutor na disciplina, auxiliando o professor na avaliação e preparação de materiais de aula e atividades.

A plataforma de educação Google Classroom foi utilizada como ambiente virtual de aprendizagem, onde eram inseridos todos os comunicados, atividades e links de videoaulas. Os alunos recebiam avisos automáticos por e-mail sempre que um novo conteúdo era adicionado à sala virtual. A dinâmica da disciplina se repetiu semanalmente, e por isso é esquematizada na forma de ciclo na Figura 1. O material de aula foi disponibilizado na forma de três a quatro vídeos de YouTube semanais, de cerca de 15 minutos de duração cada, que eram acessados através da plataforma de ensino Edpuzzle. Por meio dessa plataforma, foi possível adicionar perguntas sobre o conteúdo que os alunos precisavam responder para continuar a ver o vídeo. Além disso, a plataforma permitiu que o professor verificasse quais alunos consumiram o conteúdo por completo. Após o momento de aprendizado possibilitado pelas videoaulas, os alunos precisavam comparecer a um encontro síncrono realizado por meio do serviço de videocomunicação Google Meet. A primeira etapa desse encontro consistia de discussões, esclarecimento de dúvidas e aprofundamento do conteúdo da semana. Na segunda etapa, os alunos eram separados em grupos aleatórios de três a cinco membros para solucionar um problema de Engenharia em até quatro horas em uma atividade denominada “desafio”. O professor e o tutor ficavam disponíveis por duas horas para orientar os estudantes na criação da solução caso necessário. Uma rubrica foi utilizada para a avaliação dos desafios entregues e a disponibilização do feedback. Para alunos que não podiam comparecer ao encontro síncrono, um resumo de duas a três páginas sobre as últimas videoaulas deveria ser entregue: uma alternativa de atividade que os professores tinham que oferecer no período ENPE.



Figura 1: Dinâmica semanal da disciplina PET.

Após o encontro síncrono, os alunos também respondiam um questionário simples, de múltipla-escolha, sobre o material de aula da semana. Esse questionário representou metade da nota e presença semanais. A entrega do desafio e o consumo das videoaulas representaram o restante da nota e da presença, respectivamente. A nota final foi determinada multiplicando 0,5 pela soma da média das notas dos questionários com a média das notas dos desafios.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dinâmica de ensino empregada em PET teve o intuito de contribuir para a prática e desenvolvimento de competências importantes para a atuação exitosa de um engenheiro no mercado de trabalho. Esse objetivo é especialmente importante nessa disciplina, já que é uma das últimas ofertadas no curso de EMa com ênfase em Polímeros da UFSCar. Assim, PET é uma das últimas oportunidades de corrigir falhas e melhorar a proficiência dos discentes em habilidades que eles precisarão demonstrar em situações reais e atuais. De acordo com Borsoto et al.<sup>(1)</sup>, a Educação Baseada em Competências (EBC) facilita a formação de profissionais competentes preparados para um mercado globalizado e competitivo ao ter como foco as metas que os estudantes devem ter atingido ao final do processo ensino-aprendizagem.

Em PET, a metodologia de sala de aula invertida (SAI) contribuiu para a aplicação da EBC. Como discutem Bergmann e Sams<sup>(2)</sup>, estudantes precisam mais dos professores no momento em que o conteúdo de aula absorvido deve ser aplicado para resolver um problema, e não tanto quando há apenas a transmissão do conteúdo de aula. Por isso, na SAI, o consumo dos materiais de aula se torna uma lição de casa. Consequentemente, os alunos chegam mais preparados ao encontro ao vivo com o professor, e nesse momento as discussões podem ser mais aprofundadas. Além disso, haverá mais tempo para que os alunos engajem em atividades que testam e desenvolvem seus conhecimentos e habilidades. Essa forma de aprenderem por meio de videoaulas e outros materiais, favorecida pela SAI, contribui para que os estudantes sejam mais responsáveis pelo próprio aprendizado e se acostumem a aprender de forma autônoma. Segundo Quevedo e Scheer<sup>(3)</sup>, o ensino do “aprender a aprender” é fundamental para que o engenheiro continue se aprimorando e atualizando, sendo capaz de solucionar problemas mesmo em um mundo em constante mudança.

A plataforma Edpuzzle foi útil como método para monitorar o acesso dos estudantes ao conteúdo de aula semanal. Esse acesso representava parte da presença dos alunos de PET, por

isso eles não podiam ignorar as videoaulas. A Edpuzzle também não permitiu que os alunos avançassem ou acelerassem as gravações, o que aumentou as chances de que eles estivessem realmente atentos ao conteúdo. Essas funções contribuíram para que os estudantes de PET não fossem ao encontro síncrono sem terem aprendido, despreparados para enfrentarem o desafio proposto, caso onde a metodologia de SAI seria prejudicada.

Durante o encontro síncrono, foi reservada até uma hora para discussões sobre o conteúdo da semana. Graças à metodologia de SAI, o professor tinha tempo para comentar sobre casos reais, onde se utilizou o conteúdo da semana em ambiente industrial e/ou de pesquisa. Essa contextualização é importante de acordo com Patterson et al.<sup>(4)</sup>: exemplos que se aproximam do cotidiano e dos interesses do estudante colaboram para seu engajamento, motivação e aprendizado, além de o preparar para sua carreira profissional.

Percebeu-se que as perguntas e comentários realizados pelos estudantes eram aprofundados, pois grande parte dos conceitos básicos já haviam sido compreendidos com as videoaulas. Nessa primeira etapa do encontro síncrono, o professor elucidava quaisquer lacunas e imprecisões sobre o material de aula expressas pelos alunos. As respostas dadas para as perguntas criadas durante as videoaulas na Edpuzzle não valiam nota, mas serviam como avaliação diagnóstica, mostrando ao professor quais intervenções deveriam ser feitas, ou seja, quais conceitos deveriam ser explicados novamente ou reforçados. Como discorrem Grillo e Lima<sup>(5)</sup>, esse tipo de avaliação gera evidências que mostra ao educador a coerência entre objetivos, metodologias e resultados, e que o orienta sobre como proceder para que o aprendizado aconteça. O questionário também foi uma avaliação diagnóstica, além de somativa. No segundo momento do encontro síncrono, os estudantes precisavam trabalhar em equipe para utilizar os conceitos aprendidos até então com o intuito de enfrentar o desafio proposto e oferecer uma solução. Os desafios eram criados de forma que fossem atividades que não apenas testassem a absorção da teoria, mas que também fizessem os alunos criarem e comunicarem uma solução detalhada e tecnicamente viável baseada nessa teoria. Os desafios consistiam de um ou mais problemas que não eram associados apenas a uma resposta correta: eles podiam ser abordados de diferentes formas, característica de uma atividade complexa, que requer habilidades cognitivas de alta ordem, tal como a capacidade de aplicar, analisar, avaliar, entre outras descritas na Taxonomia de Bloom e em outros trabalhos.<sup>(6)</sup>

Compatível à atividade proposta, a avaliação dos desafios foi realizada por meio de uma rubrica, uma ferramenta que contribui para a EBC, o protagonismo estudantil e a avaliação formativa, ou seja, a avaliação para o aprendizado, em contraste com a tradicional avaliação do aprendizado<sup>(7)</sup>. A rubrica empregada incluía os critérios (I) qualidade visual do texto, (II) presença de citação adequada, (III) domínio dos conceitos e (IV) detalhamento e (V) viabilidade técnica da solução. A (VI) pesquisa, ou seja, a inclusão de conhecimentos obtidos de outras fontes de informação, também foi um critério: os alunos eram motivados a irem além do material de aula para se aprofundarem no tema da semana e complementarem as soluções criadas, algo que contribui para o “aprender a aprender”. Essa transparência no método avaliativo contribuiu para que os estudantes tivessem ciência de que eles não seriam julgados apenas na questão da memorização do conteúdo, e sim na capacidade de enfrentar um problema como um engenheiro. Além disso, a rubrica serviu como guia para que os estudantes realizassem uma autoavaliação e verificassem a qualidade de suas soluções antes da submissão. A seleção dos níveis de desempenho para cada um desses critérios e a inclusão de comentários foi útil para a divulgação do *feedback*: os estudantes podiam checar quais foram as falhas e assim refletir sobre como melhorar nas próximas oportunidades.

Em uma das ofertas da disciplina, durante o período ENPE, uma pesquisa foi disponibilizada aos alunos na antepenúltima semana de aula. A partir das respostas do *survey* disponibilizado, notou-se que, de acordo com a percepção dos estudantes, a avaliação por rubricas foi honesta e objetiva, útil como guia de estudos e como fonte para compreender as expectativas do professor.

A demora no feedback foi criticada, mas solucionada na última oferta da disciplina, onde as correções eram realizadas em até uma semana. Como defendem Stevens e Levi<sup>(8)</sup>, o *feedback* de qualidade divulgado quando os estudantes ainda estão com a atividade em mente traz um maior aprendizado, sendo mais eficiente em ajudá-los a realizar mudanças positivas.

Sobre a disciplina no geral, os estudantes expressaram que sentiram que a dinâmica de PET não os deixou tão ansiosos como acontece no ensino tradicional, onde passam por poucas avaliações, ou seja, provas, que representam grande parte da nota, sendo que essas provas por vezes não os levam a aplicar os conhecimentos adquiridos. Apesar dessas provas serem importantes em um curso para ensinar estudantes sobre agir sob pressão, contra o tempo, em PET optou-se por avaliações para a formação contínua e a prática e desenvolvimento de outras competências necessárias na Engenharia. Os desafios, mesmo quando apresentavam alto grau de dificuldade, eram considerados leves, e por isso notou-se que a alternativa do resumo não foi abusada, e sim utilizada apenas quando necessário. Em outras palavras: o estudante optou por realizar o resumo apenas quando não podia participar do encontro síncrono, e não como forma de escapar de uma atividade complexa. O *survey* também revelou que os estudantes apreciaram o fato de serem motivados a consultarem fontes de informação alternativas, pois os fez ter contato com materiais, em especial normas técnicas, que realmente se utilizam em situações reais, deixando-os mais preparados para a vida profissional.

## CONCLUSÕES

A dinâmica de PET foi considerada boa prática de ensino no curso de EMa da UFSCar, permitindo que o educador realizasse o monitoramento contínuo do aprendizado de seus alunos e possibilitando que falhas fossem identificadas e corrigidas. Aos olhos dos estudantes, a existência de inúmeras avaliações, mesmo que desafiadoras, que testavam suas habilidades como futuros engenheiros, foi um aspecto positivo na disciplina, assim como a avaliação com foco diagnóstico e formativo. O maior tempo disponível durante os encontros síncronos graças à aplicação da metodologia de SAI favoreceu esse maior cuidado com atividades e avaliações. Da mesma forma, a participação de um tutor foi imprescindível para apoiar o educador no andamento da disciplina, especialmente devido à maior atenção essencial para a aplicação de metodologias ativas. Os autores reconhecem que um estudo quantitativo é necessário para confirmar as vantagens do método descrito sobre aulas mais tradicionais no contexto de disciplinas como PET. Acredita-se que a dinâmica utilizada também pode ser aplicada no ensino presencial ou híbrido, inclusive com a implementação de visitas ao laboratório, onde os estudantes podem ver os conceitos aprendidos na prática, cenário que incentiva discussões e aprendizados aprofundados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os profissionais envolvidos nos projetos Movimenta e Movimenta Materiais do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da UFSCar e no PMG.

## REFERÊNCIAS

1. BORSOTO, L. D. et al. Status of implementation and usefulness of outcomes-based education in the engineering department of an Asian university. *Asian J. Manag.*, v. 1, n. 1, p. 31-42, 2014.
2. BERGMANN, J.; SAMS, A. *Flip your classroom: reach every student in every class every day*. Eugene: ISTE, 2012.
3. QUEVEDO, J. R. S.; SCHEER, S. O trilema do ensino da Engenharia e o aprender a aprender. In: XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, 2003. Anais... Rio de Janeiro, 2003.

4. PATTERSON, E. A. et al. The effect of context on student engagement in engineering. *Eur. J. Eng. Educ.*, v. 36, n. 3, p. 211-224, 2011.
5. GRILLO, M. C.; LIMA, V. M. R. Especificidades da avaliação que convém conhecer. In: GRILLO, M. C. et al. *Por que falar ainda em avaliação?* Porto Alegre, EDIPUCRS, 2010, p. 15-22.
6. SWART, A. J. Evaluation of final examination papers in engineering: a case study using Bloom's taxonomy. *IEEE Trans. Educ.*, v. 53, n. 2, p. 257-263, 2010.
7. REDDY, Y. M.; ANDRADE, H. A review of rubric use in higher education. *Assess. Eval. High. Educ.*, v. 35, n. 4, p. 435-448, 2010.
8. STEVENS, D. D.; LEVI, A. J. *Introduction to rubrics: an assessment tool to save grading time, convey effective feedback, and promote student learning.* Sterling: Stylus, 2005.

## **PROMOTING THE PRACTICE AND DEVELOPMENT OF SKILLS IN A COURSE ON ELASTOMERS AND THERMOSETS PROCESSING**

### **ABSTRACT**

*The discipline "Processing of Elastomers and Thermosets" of the Materials Engineering course at the Federal University of São Carlos was redesigned so that it would promote the practice and development of skills, even during the period of remote teaching. For each weekly topic, three evaluation opportunities were provided, two of them with a diagnostic and formative focus. The weekly dynamics of the discipline consisted of four stages. In the first, recorded video classes were made available to students, who had to answer questions during the recordings. In the second stage, a synchronous meeting, the answers were used to base discussions, questions and interventions. In the third stage, still during the synchronous meeting, students were divided into groups to face challenges on the topic, which not only tested technical knowledge, but also skills related to communication, research capacity, critical thinking and teamwork. At this stage, responses were evaluated using a rubric, an instrument that enabled practicality and objectivity in the evaluation, in addition to detailed feedback. Finally, in the last step, to confirm understanding of the content, students answered multiple-choice questionnaires. The methodology used was considered good teaching practice in the Materials Engineering Department of the institution, as it favored the monitoring of the learning and development of students, who were protagonists of the learning process itself. The students' perception was that the dynamics of the discipline was organized and light, that is, it did not generate anxiety. The proposed activities allowed students to reflect on authentic Engineering situations. In addition, the evaluation was considered clear, fair and informative. It became evident that an effort must be made to have assessment feedback provided quickly. The implementation of a similar approach can be considered even in face-to-face or blended teaching.*

**Keywords:** *outcome-based education, Engineering education, flipped classroom.*