

MÉTODOS E TENDÊNCIAS DE AVALIAÇÃO NO ENSINO DA ENGENHARIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4195

Laura Visintainer Lerman - lauravlerman@gmail.com
UFRGS

Paula Kvitko de Moura - paulakmoura@gmail.com
UFRGS

Italo Rodeghiero Neto - italorneto@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CHRISTINE TESSELE NODARI - piti.nodari@gmail.com
UFRGS

Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco - maria@producao.ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo: *A crescente demanda no mercado de trabalho e a crescente necessidade de aquisição de novas competências têm levado as escolas de engenharia a adotar diversos métodos de avaliação de ensino. Esses métodos, como avaliações convencionais e colaborativas, são fundamentais para reformular o processo de avaliação, fornecer feedback e desenvolver as competências dos alunos. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é identificar os métodos de avaliação predominantes empregados nas escolas de engenharia. Para atingir esse objetivo, realizamos uma revisão sistemática da literatura, analisando 36 artigos que enfocavam 14 métodos de avaliação de ensino. Esses métodos foram categorizados em quatro grupos principais: avaliações convencionais, colaborativas, online e dinâmicas. Nossa avaliação demonstra como esses diferentes tipos de avaliação facilitam a adoção e integração de métodos de ensino inovadores no ensino de engenharia. Além disso, nossa análise destaca o surgimento de novas tendências, principalmente em abordagens de avaliação dinâmicas e online, que podem ser efetivamente disseminadas em várias escolas de engenharia. Ao promover mecanismos de feedback aprimorados e novas abordagens para desenvolver as competências dos alunos, esses métodos de avaliação inovadores contribuem significativamente para o campo. Notavelmente,*

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

nossas descobertas destacam a crescente dependência de tecnologias digitais em metodologias de avaliação, alinhando-se com o conceito de Educação em Engenharia 4.0.

Palavras-chave: *Métodos de Avaliação, Avaliação Dinâmica, Avaliação Online, Avaliação Convencional, Avaliação Colaborativa.*

Realização:



Organização:



MÉTODOS E TENDÊNCIAS DE AVALIAÇÃO NO ENSINO DA ENGENHARIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

No atual contexto do ensino da engenharia, já é defasado e incompleto apenas avaliar o conhecimento adquirido do aluno. Como parte da mudança da estrutura da educação na engenharia, há uma ênfase crescente no desenvolvimento de competências que vão além das habilidades técnicas e do conhecimento em programas de engenharia e são essenciais para o futuro profissional no mercado de trabalho (MUROFUSHI; BARRETO, 2019). Estas competências podem ser classificadas como técnicas e transversais. As competências técnicas são aquelas vinculadas aos conhecimentos e conceitos debatidos na disciplina. Já as transversais são comportamentos essenciais e profissionais a um trabalhador, sendo indispensável para o seu bom desempenho e produtividade (DIREITO et al., 2012; TINOCO et al., 2021). Essas competências incluem pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação, trabalho em equipe e competências interculturais, entre outras.

Percebe-se que as metodologias convencionais já não traduzem mais o que este aluno desenvolveu ao longo da disciplina. A avaliação precisa ser realizada de uma maneira processual, abarcando os diferentes estágios de aprendizado (RIBEIRO, 2008; TARABAN et al., 2007). Zlatkin-Troitschanskaia e Pant (2006) afirmam que, idealmente, o desempenho individual dos alunos em termos de competência deveria ser medido longitudinalmente, ao longo do período de aprendizagem, e transversalmente em comparação com o de outros alunos do mesmo curso de graduação ou universidade. Somado a isso, o conhecimento colocado em uma prova teórica ou apresentado em um seminário muitas vezes é segmentado, não abordando o que realmente será necessário no mercado de trabalho. Dessa forma, outras metodologias de avaliação poderiam fornecer diferentes parâmetros, como atividades colaborativas e dinâmicas, por exemplo (GÓMEZ PUENTE; VAN EIJCK; JOCHEMS, 2013; LV et al., 2013).

Sendo assim, o objetivo é analisar os métodos de avaliação de estudantes em engenharia. Para isto, uma revisão sistemática da literatura foi realizada no intuito de identificar estas metodologias. Justificado pelo aumento da necessidade de desenvolvimento de competências, este trabalho busca debater um novo desafio referente ao ensino de engenharia: **quais são as tendências dos métodos de avaliação utilizados no ensino de engenharia para o desenvolvimento das competências necessárias para o mercado de trabalho?** Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A partir da RSL, foi possível identificar quatro grupos de métodos utilizados no ensino: os convencionais, as atividades colaborativas, métodos baseados em atividades online e métodos baseados em atividades dinâmicas.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Neste trabalho, uma revisão sistemática de literatura (RSL) foi utilizada para coletar e analisar os métodos de avaliação em ensino de engenharia. A RSL é uma metodologia que apresenta etapas bem definidas e padronizadas para a investigação na literatura, respondendo questões pré-estabelecidas e garantindo a autenticidade do processo (HALLINGER, 2013). Para identificar os métodos de avaliação utilizados no contexto da

engenharia foi realizada uma busca de artigos na base Scopus com o algoritmo ("teaching assessment" OR "assessment instrument" AND "engineering") limitado ao título, resumo e palavras-chave. O resultado desta pesquisa foram 600 artigos ao qual foram reduzidos para 153 artigos científicos e em inglês. Planilhas do software Excel® foram usadas para análise dos dados e codificação dos dados dos artigos. A primeira avaliação foi realizada a partir da análise do resumo dos 153 artigos resultantes da pesquisa. Nesta avaliação, foi analisado se o resumo tratava do contexto de engenharia, se citava métodos de avaliação e se apresentava exemplos do uso destes métodos. Nesta avaliação, 103 artigos foram excluídos por não abordarem métodos de avaliação e estarem fora do escopo conforme os critérios analisados ou apenas citarem métodos de avaliação sem abordar o contexto ou a descrição de sua aplicação.

Foram selecionados 50 artigos para a análise do texto completo. Para a análise, foi identificado: (i) tipo de método de avaliação utilizado no estudo; (ii) objetivo e a forma de utilização do método de avaliação; e (iii) exemplos de aplicação do método de avaliação. Dos 50 artigos selecionados, 8 não estavam disponíveis para leitura completa e 6 artigos foram excluídos por não apresentarem informações suficientes sobre os métodos de avaliação conforme as informações anteriores. Conforme a análise aprofundada dos 36 artigos resultantes, foram identificados 14 métodos de avaliação utilizados na engenharia que foram agrupados em 4 grupos com base nos objetivos, orientações e práticas em comum (métodos convencionais, métodos baseados em atividades colaborativas, métodos baseados em atividades online e métodos baseados em atividades dinâmicas).

3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS NA ENGENHARIA

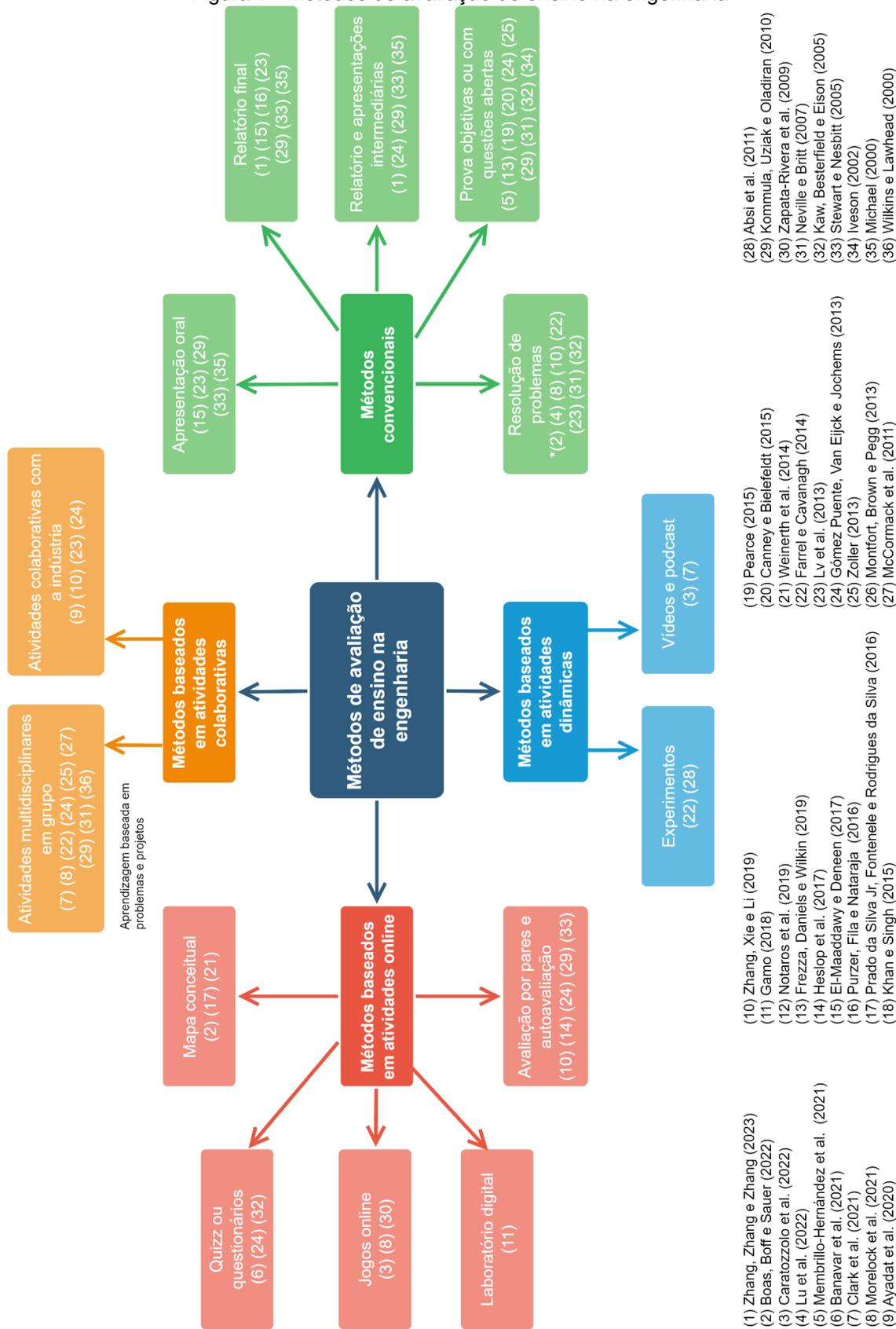
Os métodos de avaliação na engenharia identificados na literatura podem ser divididos em quatro tipos: métodos convencionais, métodos baseados em atividades colaborativas, métodos baseados em atividades online e métodos baseados em atividades dinâmicas, conforme Figura 1.

3.1 Métodos convencionais

Para acompanhar o desenvolvimento do aluno na engenharia, alguns métodos de avaliação são usualmente utilizados, como é o caso de apresentações orais, provas, entrega e apresentações intermediárias de projetos ou produtos, relatórios e resolução de problemas. Esses métodos, por serem amplamente utilizados em diferentes disciplinas na engenharia, são nomeados como convencionais.

A prova objetiva ou com questões abertas é um método difundido para avaliação, em que perguntas são realizadas para testar o entendimento dos alunos sobre um conteúdo específico (KAW; BESTERFIELD; EISON, 2005; IVESON, 2002). Kommula, Uziak e Oladiran (2010) afirmam que o uso da prova pode fornecer informações do entendimento do aluno sobre um conhecimento, contribuindo para o professor avaliar o progresso dos alunos. Iveson (2002) comenta que questões abertas devem ser utilizadas em conjunto com as questões objetivas para, conseqüentemente, explorar estilos diferentes de aprendizagem dos alunos. Utilizando os dois tipos de avaliação na engenharia, Iveson (2002) afirma que os alunos têm oportunidades de responder questões de forma criativa e crítica na engenharia com exemplos reais em conjunto com as questões objetivas onde seguem procedimentos matemáticos padrões. No entanto, Zoller (2013) afirma que outros métodos de avaliação devem ser utilizados além da prova, para não avaliar os alunos apenas com pontuações como critério exclusivo.

Figura 1 - Métodos de avaliação de ensino na engenharia



Fonte: Autores (2023)

Na apresentação oral, individual ou em grupo, o aluno expressa seu conhecimento e entendimento de um tópico da disciplina. Geralmente, a apresentação oral está vinculada com os outros métodos convencionais, como o desenvolvimento do relatório e resolução de problemas. Já o uso das práticas abordagem baseada em problemas e a abordagem baseada em projetos também utilizam as apresentações orais para avaliação dos alunos (LV ET AL., 2013; . KOMMULA; UZIAK; OLADIRAN, 2010; STEWART; NESBITT, 2005). Por exemplo, para avaliação do projeto do final de curso (LV ET AL., 2013) e para acompanhar um relatório escrito de conteúdo (KOMMULA; UZIAK; OLADIRAN, 2010). Assim, os professores utilizam este método para avaliar a competência dos alunos de organizar e apresentar informações de forma clara e concisa (STEWART; NESBITT, 2005). Também, nas apresentações, o professor pode avaliar a capacidade do aluno de se comunicar e o gerenciamento de tempo da apresentação. Da perspectiva do aluno, é importante para os alunos terem claro os objetivos da apresentação e como ela será avaliada (STEWART; NESBITT, 2005; MICHAEL, 2000).

O relatório final assim como relatórios e apresentações intermediárias são utilizados para a avaliação de um projeto ou atividade que foi realizada ao longo da disciplina. Estes métodos para a avaliação podem ser realizados em grupo (KOMMULA; UZIAK; OLADIRAN, 2010) ou individual (MICHAEL, 2000). Kommula, Uziak e Oladiran (2010) comentam que a entrega de relatórios intermediários pode acompanhar o progresso dos alunos, assim como os professores podem dar o *feedback* de melhorias antes da entrega do relatório final. Michael (2000) complementa que o *feedback* também deve ser dado de forma individual para os alunos avaliarem o seu desempenho. Stewart e Nesbitt (2005) mostram que estes métodos podem contribuir para a avaliação na engenharia através de critérios pré-estabelecidos que foram projetados com base em *benchmarking* com outras faculdades de Engenharia. Michael (2000) também destacou que os relatórios e apresentação intermediárias podem ajudar os alunos da engenharia a desenvolver competências importantes para o mercado de trabalho, como comunicação oral e escrita. Ou seja, de novo, é destacada a combinação de métodos.

Por fim, diversas disciplinas estão amplamente implementando a resolução de problemas reais em disciplinas da engenharia para tornar o conteúdo mais tangível para os alunos (LV et al, 2013; NEVILLE; BRITT, 2007; KAW; BESTERFIELD; EISON, 2005). Por exemplo, Kaw, Besterfield e Eison (2005) adicionaram a resolução de problemas com casos reais como um método de avaliação em uma disciplina de equações diferenciais, onde a prova com questões numéricas era o único teste para avaliar os alunos. Os autores, conseqüentemente, identificaram um melhor desempenho e satisfação dos alunos (KAW; BESTERFIELD; EISON, 2005). Neville e Britt (2007) comentam que a resolução de problemas deve ser realizada em grupos para os alunos trocarem ideias e desenvolvem habilidades criativas para solucionar

3.2 Métodos baseados em atividades colaborativas

Um dos principais objetivos da educação na engenharia é o desenvolvimento de competências que vão ajudar os alunos no mercado de trabalho. Assim, colaborar em grupos é uma habilidade que deve ser desenvolvida por meio de aprendizagem ativa, como as atividades multidisciplinares em grupo e atividades colaborativas com a indústria.

Atividades multidisciplinares em grupo são utilizadas no ensino da engenharia para incentivar a colaboração e, conseqüentemente, a solução de problemas e a tomada de decisões entre os alunos. Geralmente, essas atividades incluem práticas ativas como a aprendizagem baseada em problemas e a aprendizagem baseada em projetos (FARELL;

CAVANAGH, 2014; GÓMEZ PUENTE; VAN EIJCK; JOCHEMS, 2013; ZOLLER, 2013; MCCOMACK et al., 2011). A aprendizagem baseada em problemas é uma abordagem na qual os alunos aprendem sobre um assunto trabalhando em grupos para resolver um problema aberto. Já, a aprendizagem baseada em projetos é uma abordagem na qual os alunos têm a oportunidade de desenvolver conhecimentos e habilidades por meio de projetos definidos em torno de problemas reais. Estas atividades geralmente estão associadas com métodos convencionais para a avaliação, como a apresentação oral e o desenvolvimento de relatórios, assim como métodos online, como o caso da autoavaliação e avaliação por pares (KOMMULA; UZIAK; OLADIRAN, 2010; WILKINS; LAWHEAD, 2000). Entretanto, o objetivo principal é que os alunos trabalhem e se comuniquem em equipes multidisciplinares. Por exemplo, Farrell e Cavanagh (2014) mostram como atividades em grupo para resolver um problema complexo em uma disciplina da engenharia contribuíram para melhorar o desempenho dos alunos na sala de aula que anteriormente usava a prova (método convencional) para a avaliação dos alunos. Gómez Puente, Van Eijck e Jochems (2013) também comentam que os métodos de avaliação devem ser adequados para as atividades multidisciplinares em grupo, como a entrega de relatórios parciais para mostrar o avanço do projeto.

O ensino da engenharia tem buscado parcerias com a indústria para desenvolver atividades em colaboração com os alunos, a fim de desenvolver competências para o mercado de trabalho. Assim, é comum, principalmente em trabalhos do final de curso na engenharia, que os alunos se envolvam com problemas práticos apresentados do mundo real e criem soluções através de pesquisas e interações diretas com os profissionais da indústria. A colaboração com a indústria permite que os alunos apliquem o que aprenderam em sala de aula para resolver problemas reais (GÓMEZ PUENTE; VAN EIJCK; JOCHEMS, 2013). Além disso, trabalhar em projetos com engenheiros profissionais eleva as competências dos alunos e o conhecimento do setor, preparando-os para o futuro na carreira da engenharia e ajudando-os a fazer contatos e construir relacionamentos com a indústria (LV et al, 2013). Empresas também podem estar interessadas em trabalhar com uma ou mais equipes de estudantes de engenharia (com um orientador do corpo docente) para resolver um desafio de serviço ou produto. Para ambas as situações, os métodos de avaliação também são os mesmos utilizados para as atividades multidisciplinares em grupo, como a entrega de relatórios, apresentação oral, autoavaliação e avaliação por pares (LV et al, 2013).

3.3 Métodos baseados em atividades online

Métodos baseados em atividades online estão sendo cada vez mais utilizados para a avaliação de alunos na engenharia. Por exemplo, o mapa conceitual online, quiz e questionários, jogos online, laboratório digital, autoavaliação e avaliação por pares são atividades utilizadas para o aluno demonstrar seu entendimento sobre um conteúdo.

O mapa conceitual é utilizado como ferramenta de avaliação dos alunos dos cursos de engenharia, visto que ele ajuda os alunos a entenderem em profundidade a relação entre os conteúdos e o que os alunos podem melhorar no seu conhecimento. Por exemplo, nas disciplinas de cálculo, é utilizado para que os alunos vejam a relação em diferentes funções e que eles possam entender o cálculo de uma forma mais teórica e relacional (BOAS; BOFF; SAUER, 2022). Dessa forma, os alunos são direcionados a pensarem a relação entre as funções, o que elas possuem em comum e diferente. Isso é essencial para o desenvolvimento de um pensamento crítico em alunos de engenharia, porque, em muitos casos, as disciplinas de cálculo são avaliadas por provas que medem se o aluno entendeu

ou não os mecanismos da função e não a diferenciação entre as funções. Adicionalmente, é destacado o uso do mapa conceitual para uma avaliação adicional. Nesse sentido, Prado da Silva Jr, Fontenele e Rodrigues da Silva (2016) e Weinerth et al. (2014) destacam que os mapas conceituais podem servir como um instrumento adicional de avaliação para garantir uma avaliação mais precisa com os resultados de aprendizagem desejados, baseados na Taxonomia de Bloom.

Quiz ou questionários são utilizados para mensurar o desempenho dos alunos ao longo das disciplinas, e o feedback é utilizado para melhoria na orientação do desenvolvimento dos alunos de engenharia. Por exemplo, no uso de um app, são utilizadas *surveys* para entender como o uso de um aplicativo na área de engenharia pode impactar no desenvolvimento das competências e conhecimentos dos alunos (BANAVAR et al., 2021; NEVILLE; BRITT, 2007). Gómez Puente, Van Eijck e Jochems (2013) comentam que questionários online e quiz são um método flexível de avaliar o aluno sobre o conteúdo que foi apresentado durante a semana. Assim, os alunos são avaliados com maior frequência ao invés de apenas um único teste no final da disciplina.

Os jogos online são utilizados para facilitar o entendimento dos alunos sobre os mais diversos temas (CARATTOZZOLO et al., 2022; MORELOCK et al., 2021; ZAPATA-RIVERA et al., 2009). Por exemplo, foi implementado um jogo de simulação de role-playing baseado em equipe em uma disciplina da engenharia (MORELOCK et al., 2021). A nova ferramenta de avaliação projetada não apenas é utilizada para avaliar o desempenho do aluno, mas também para orientar a reflexão do aluno de acordo com as teorias de aprendizagem de metacognição e resolução de problemas, o que ajuda a preparar os futuros engenheiros para o mercado de trabalho (MORELOCK et al., 2021). A metacognição refere-se à capacidade de refletir sobre os próprios processos de aprendizagem, monitorar os próprios processos cognitivos e regular as próprias estratégias de aprendizagem. Ou seja, o aluno é convidado a refletir e avaliar o que ele fez no jogo. A resolução de problemas, por outro lado, refere-se ao processo de identificação e resolução de problemas entre o que se sabe e o que se precisa saber para atingir um objetivo específico. Ou seja, novamente, o aluno é convidado a refletir e desenvolver o pensamento crítico. Por fim, quando os alunos são orientados a refletirem sobre suas experiências de aprendizagem e identificarem as áreas de melhoria como método de avaliação, os alunos aprimoram o seu próprio aprendizado e se tornam aprendizes autodirigidos.

Um laboratório digital envolve o uso de simulações de computador para replicar a experiência de um laboratório físico para que os alunos experimentem outros estímulos de aprendizado. No laboratório digital, os alunos podem interagir com equipamentos simulados e realizar experimentos, geralmente por meio de um navegador da *Web* ou *software* especializado instalado em seu próprio computador (GAMO, 2018). Por outro lado, um laboratório remoto (RL) envolve equipamentos reais que estão distantes do aluno. Nesse caso, os alunos normalmente usam uma interface baseada na *web* para controlar o equipamento e observar os resultados (GAMO, 2018). Em alguns casos, os laboratórios virtuais e remotos são combinados em um único sistema conhecido laboratório virtual e remoto, facilitando o uso do laboratório em aulas presenciais e à distância, porque os alunos conseguem o acesso ao laboratório de forma facilitada. Essa abordagem pode oferecer os benefícios de laboratórios virtuais e remotos, permitindo que os alunos simulem experimentos e interajam com equipamentos reais em um local remoto.

As ferramentas *online* podem automatizar todo o processo de avaliação por pares, desde a criação de tarefas até a coleta e verificação de *feedback* dos pares e da própria avaliação do aluno (ZHANG; XIE; LI, 2019; HESLOP et al., 2017; GÓMEZ PUENTE; VAN

EIJCK; JOCHEMS, 2013; KOMMULA; UZIAK; OLADIRAN, 2010). Particularmente, com ferramentas de avaliação de pares *online*, os professores podem facilmente gerenciar atribuições, definir critérios de avaliação e acompanhar o progresso em tempo real. Ou seja, tanto para os professores quanto para os alunos, a ferramenta *online* facilita a avaliação, porque os alunos conseguem entender o que está sendo avaliado de forma clara e objetiva e avaliar o seu progresso. Em relação ao desenvolvimento de competências nos alunos, essas ferramentas também podem facilitar o fornecimento de *feedback* aos alunos, pois geralmente incluem recursos para comentar e avaliar envios individuais ou de grupo. Além disso, as ferramentas *online* podem simplificar o processo de classificação, calculando automaticamente as pontuações e gerando relatórios, reduzindo o tempo e o esforço necessários para a compilação manual. Essa vantagem garante que os alunos receberão um *feedback* mais rápido e dinâmico e poderão mudar a atitude a curto prazo. Portanto, as ferramentas online de avaliação por pares podem ajudar os professores a economizar tempo e melhorar a eficiência de seu processo de avaliação (ZHANG; XIE; LI, 2019; HESLOP et al., 2017; STEWART; NESBITT, 2005). No entanto, o rápido preenchimento do instrumento de avaliação pode indicar que questões não foram consideradas cuidadosamente pelos alunos ou a devida atenção à tarefa em questão. Isso pode afetar a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos na avaliação dos pares e na autoavaliação.

3.4 Métodos baseados em atividades dinâmicas

Métodos baseados em atividades dinâmicas estão sendo recentemente utilizados para avaliação dos alunos como métodos complementares que são utilizados amplamente, como provas, relatórios e apresentações. São exemplos de atividades dinâmicas: desenvolvimento de vídeos e podcasts e experimentos diferentes dos utilizados habitualmente em laboratórios.

Os vídeos e podcasts têm se tornado cada vez mais populares nos últimos anos nas escolas de engenharia mundiais, especialmente entre as gerações mais jovens, como a Geração Z (CARATOZZOLO et al., 2022). Esse tipo de avaliação garante muitas vantagens. Primeiro, a duração relativamente curta dos vídeos e podcasts, geralmente variando de alguns segundos a cerca de 20 minutos, torna-os facilmente digeríveis e compartilháveis em plataformas de mídia social (CARATOZZOLO et al., 2022). Além disso, facilita também a avaliação do professor e o *feedback* rápido e claro, visto que é possível rever e melhorar. Outro fator que torna prático e eficaz o uso dos métodos de avaliação é sua natureza de forma livre, ou seja, independente da forma (CARATOZZOLO et al., 2022). Ao contrário dos métodos de ensino convencionais, que geralmente seguem uma estrutura e formato rígidos, os vídeos podem ser altamente criativos e diversos em sua abordagem, o que facilita o desenvolvimento de algumas habilidades tais como a criatividade e a criação de roteiro e, quando feito em equipe, o trabalho em grupo, a comunicação e a liderança além de atividades mais técnicas como edição de vídeo e de áudio.

Os experimentos são atividades dinâmicas realizadas em sala de aula e não em formato *online*, e podem incluir jogos ou outras atividades lúdicas para a avaliação dos alunos. Por exemplo, Absi et al. (2011) utilizaram jogos realizados em sala de aula para ensinar mecânica dos fluidos para alunos da engenharia. Eles identificaram que estas atividades são responsáveis por engajar mais os alunos e trazer o conhecimento teórico da disciplina para situações da vida cotidiana. Farrel e Cavanagh (2014) também utilizaram experimentos para mostrar princípios de matemática, ciências e engenharia em casos reais da produção e uso de combustível de biodiesel em um curso introdutório de engenharia.

Logo, essa prática é eficaz para melhorar as atividades de ensino e aprendizagem no ensino da engenharia e aumentar o interesse do aluno em disciplinas teóricas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem diversos métodos de avaliação utilizados no ensino da engenharia. De forma geral, os métodos convencionais de avaliação ainda são os mais utilizados. No entanto, antigamente eles eram a única forma de avaliação utilizada e atualmente são implementados com outros métodos de avaliação, como as atividades online e colaborativas. Portanto, é importante utilizar outros métodos além dos convencionais, para desenvolver competências importantes para os alunos que vão entrar no mercado de trabalho, como liderança, trabalhar com um time multidisciplinar e gerenciar conflitos. Os métodos baseados em atividades colaborativas estão no seu ápice, porque muitas escolas de engenharia os utilizam, uma vez que já sabem da importância dele para o desenvolvimento de competências como o trabalho em equipe, comunicação e liderança. No entanto, mesmo que sejam métodos mais utilizados no cotidiano, em algumas disciplinas há dificuldades de implementação principalmente devido aos desafios de trabalhos em grupo. No que se refere aos métodos de atividades dinâmica e online, os métodos estão incipientes no ensino da engenharia. Embora nas atividades online, muitos sejam baseados nas atividades convencionais, a velocidade de resposta para os alunos e professores é tão rápida que os *feedbacks* podem também ser acelerados. Adicionalmente, em relação aos métodos dinâmicos, eles promovem que os alunos desenvolvam novas habilidades necessárias para o mundo digital, o que torna o interesse e o engajamento do aluno muito maior. Portanto, o aluno está mais apto para aprender novas habilidades.

De forma geral, a literatura destaca o uso de mais um método para que o aluno seja avaliado de forma completa, porque o aprendizado é complexo. Ou seja, o uso combinado de métodos é o mais adequado. Portanto, os professores devem avaliar os alunos utilizando, por exemplo, um método convencional, outro dinâmico e outro online. Adicionalmente, os métodos estudados destacaram a questão do *feedback*, principalmente os métodos convencionais, atividades online e atividades dinâmicas. Esses métodos são orientados para o desenvolvimento do aluno, promovendo que o aluno desenvolva as competências necessárias para o mercado de trabalho. Complementarmente, o entendimento que existem teorias de aprendizagem que embasam o desenvolvimento do aluno foi possibilitado pela análise dos métodos de avaliação. Dessa forma, professores podem se aprofundar nas teorias com intuito de entender a melhor forma de adicionar novos métodos de avaliação no ensino da engenharia. Além dos aspectos já destacados, evidenciaram-se algumas tendências nos métodos de avaliação. Entre elas, destacam-se: as atividades *online* e as atividades dinâmicas. Principalmente, em relação ao uso de jogos *online* e ferramentas de simulação e o uso de vídeos. Essa tendência demonstra o uso da transformação digital e da Educação 4.0 no ambiente do ensino da engenharia. Considerando esses cenários, próximos estudos podem entender o conceito de Educação 4.0 na engenharia, *Engineering Education 4.0*.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq e a CAPES, à Comissão Fulbright e à Embaixada Americana pelo auxílio na realização da pesquisa relacionada ao PMG - Programa de Modernização da Graduação da Engenharia.

REFERÊNCIAS

ABSI, Rafik et al. Teaching fluid mechanics for undergraduate students in applied industrial biology: from theory to atypical experiments. **arXiv preprint arXiv:1106.0656**, 2011.

AYADAT, Tahar et al. Measurable performance indicators of student learning outcomes: a case study. **Global Journal of Engineering Education**, v. 22, n. 1, p. 40-50, 2020.

BANAVAR, Mahesh K. et al. Teaching Signal Processing Applications using an Android Echolocation App. **Computers in Education Journal**, v. 12, n. 1, 2021.

BOAS, Valquíria Villas; BOFF, Bruna Cavagnoli; SAUER, Laurete Zanol. Conceptual Maps: A Tool for Assessing the Meaningful Learning of Engineering Students in a Pre-Calculus Course. **Acta Scientiae**, v. 24, n. 7, p. 78-115, 2022.

CANNEY, Nathan; BIELEFELDT, Angela. A framework for the development of social responsibility in engineers. **International Journal of Engineering Education**, v. 31, n. 1B, p. 414-424, 2015.

CARATOZZOLO, Patricia et al. The use of video essays and podcasts to enhance creativity and critical thinking in engineering. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 16, n. 3, p. 1231-1251, 2022.

CLARK, Douglas B. et al. Assessing Students' Design Processes and Design Outcomes. **International Journal of Engineering Education**, v. 37, n. 3, p. 672-689, 2021.

DIREITO, Inês et al. Competências transversais nas engenharias: comparação de estudantes do Brasil e Portugal. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, **Anais COBENGE 2012**, Belém, Pará, 2012. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/103636.pdf>. Acesso em 01 maio 2023.

EL-MAADDAWY, Tamer; DENEEN, Christopher. Outcomes-based assessment and learning: Trialling change in a postgraduate civil engineering course. **Journal of University Teaching & Learning Practice**, v. 14, n. 1, p. 10, 2017.

FARRELL, Stephanie; CAVANAGH, Eduardo. Biodiesel production, characterization, and performance: A hands-on project for first-year students. **Education for Chemical Engineers**, v. 9, n. 2, p. e21-e31, 2014.

FREZZA, Stephen; DANIELS, Mats; WILKIN, Aaron. Assessing students' IT professional values in a global project setting. **ACM Transactions on Computing Education (TOCE)**, v. 19, n. 2, p. 1-34, 2019.

GAMO, Javier. Assessing a virtual laboratory in optics as a complement to on-site teaching. **IEEE Transactions on Education**, v. 62, n. 2, p. 119-126, 2018.

GÓMEZ PUENTE, Sonia M.; VAN EIJCK, Michiel; JOCHEMS, Wim. A sampled literature review of design-based learning approaches: A search for key characteristics. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 23, p. 717-732, 2013.

HALLINGER, Philip. A conceptual framework for systematic reviews of research in educational leadership and management. **Journal of Educational Administration** v. 51, n. 2, p. 126-149, 2013. <https://doi.org/10.1108/09578231311304670>.

HESLOP, Benjamin et al. Respondent disengagement from a peer assessment instrument measuring Collaboration Viability. **Australasian Journal of Engineering Education**, v. 22, n. 2, p. 95-106, 2017.

IVESON, Simon M. Using Written-Answer Questions to Compliment Numerical Problems. Case Study: A Separation Processes Course. **Chemical Engineering Education**, v. 36, n. 2, p. 130-133, 2002.

KAW, AUTAR K.; BESTERFIELD, Glen H.; EISON, James. Assessment of a web-enhanced course in numerical methods. **International Journal of Engineering Education**, v. 21, n. 4, p. 712, 2005.

KHAN, Fazeel; SINGH, Kumar. Curricular Improvements through Computation and Experiment Based Learning Modules. **Advances in Engineering Education**, v. 4, n. 4, p. n4, 2015.

KOMMULA, Venkata P.; UZIAK, Jacek; OLADIRAN, M. Tunde. Peer and self-assessment in engineering students' group work. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 8, n. 1, p. 56-60, 2010.

LU, Chang et al. A scoping review of computational thinking assessments in higher education. **Journal of Computing in Higher Education**, v. 34, n. 2, p. 416-461, 2022.

LV, Hongming et al. Construction of a practical teaching system for an automobile major. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 11, n. 3, p. 289-292, 2013.

MCCORMACK, Jay et al. Assessing professional skill development in capstone design courses. **The International journal of engineering education**, v. 27, n. 6, p. 1308-1323, 2011.

MEMBRILLO-HERNÁNDEZ, Jorge et al. Implementation of the challenge-based learning approach in Academic Engineering Programs. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 15, n. 2-3, p. 287-298, 2021.

MICHAEL, Mark. Fostering and assessing communication skills in the computer science context. **ACM SIGCSE Bulletin**, v. 32, n. 1, p. 119-123, 2000.

MONTFORT, Devlin; BROWN, Shane; PEGG, Jerine. The adoption of a capstone assessment instrument. **Journal of Engineering Education**, v. 101, n. 4, p. 657, 2012.

MORELOCK, John R. et al. Demonstrating the Elusive Outcomes of Decision-Making, Information-Seeking, and Adaptability: A Market Simulation Game for Engineering Students. **Advances in Engineering Education**, 2021.

MUROFUSHI, Juliana; BARRETO, Maria A. M. Educação 4.0 na engenharia: percepção dos docentes de 3 universidades Brasileiras. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15225-15266, 2019.

NEVILLE, David O.; BRITT, David W. A problem-based learning approach to integrating foreign language into engineering. **Foreign Language Annals**, v. 40, n. 2, p. 226-246, 2007.

NOTAROS, Branislav M. et al. New partially flipped electromagnetics classroom approach using conceptual questions. **International Journal of Engineering Education**, v. 35, n. 4, p. 1215-1223, 2019.

PEARCE, Jacob. Assessing vocational competencies in civil engineering: lessons from AHELO for future practice. **Empirical Research in Vocational Education and Training**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2015.

PRADO DA SILVA JR, Carlos Alberto; FONTENELE, Heliana Barbosa; RODRIGUES DA SILVA, Antônio Néilson. Transportation engineering education for undergraduate students: Competencies, skills, teaching-learning, and evaluation. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, n. 3, p. 05014006, 2015.

PURZER, Senay; FILA, Nicholas; NATARAJA, Kavin. Evaluation of Current Assessment Methods in Engineering Entrepreneurship Education. **Advances in Engineering Education**, v. 5, n. 1, p. n1, 2016.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

STEWART, Brian G.; NESBITT, Alan. Quality assessment of BSc engineering honours projects at Glasgow Caledonian University. **International journal of electrical engineering education**, v. 42, n. 1, p. 52-62, 2005.

TARABAN, Roman *et al.* A Paradigm for Assessing Conceptual and Procedural Knowledge in Engineering Students. **Journal of Engineering Education** v. 96, n. 4, p. 335-345. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00943.x>.

TINOCO, Maria Auxiliadora Cannarozzo *et al.* Redesenho do Currículo a partir da análise de Stakeholders no curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRGS. In: Planejamento e Primeiros Resultados dos Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/20), Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Graduação em Engenharia (PMG – Capes / Fulbright) ABENGE, 2021. Disponível em: https://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/livro/01_Livro-PMI-Abenge-2019-2020.pdf. Acesso em 01 maio 2023.

WEINERTH, Katja et al. Concept maps: A useful and usable tool for computer-based knowledge assessment? A literature review with a focus on usability. **Computers & Education**, v. 78, p. 201-209, 2014.

WILKINS, Dawn E.; LAWHEAD, Pamela B. Evaluating individuals in team projects. **ACM SIGCSE Bulletin**, v. 32, n. 1, p. 172-175, 2000.

ZAPATA-RIVERA, Diego et al. Combining learning and assessment in assessment-based gaming environments: A case study from a New York City school. **Interactive Technology and Smart Education**, v. 6, n. 3, p. 173-188, 2009.

ZHANG, Jingxiao; XIE, Haiyan; LI, Hui. Improvement of students problem-solving skills through project execution planning in civil engineering and construction management education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2019.

ZHANG, Xinhong; ZHANG, Boyan; ZHANG, Fan. Student-centered case-based teaching and online–offline case discussion in postgraduate courses of computer science. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 20, n. 1, p. 6, 2023.

ZLATKIN-TROITSCHANSKAIA, O. e PANT, H. Measurement Advances and Challenges in Competency Assessment in Higher Education. **Journal of Educational Measurement**, v. 53, n. 3, p. 253–264, 2016.

ZOLLER, Uri. Science, technology, environment, society (STES) literacy for sustainability: what should it take in chem/science education?. **Educación química**, v. 24, n. 2, p. 207-214, 2013.

EVALUATION METHODS AND TRENDS IN ENGINEERING TEACHING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Abstract: *The growing demand in the job market and the evolving need for acquiring new competences have prompted engineering schools to adopt diverse teaching assessment methods. These methods, such as conventional and collaborative assessments, are instrumental in reshaping the evaluation process, feedback provision, and the development of students' competences. In this context, the objective of this article is to identify the prevalent assessment methods employed in engineering schools. To achieve this goal, we conducted a systematic literature review, analyzing 36 articles that focused on 14 teaching assessment methods. These methods were categorized into four main groups: conventional, collaborative, online, and dynamic assessments. Our evaluation demonstrates how these different assessment types facilitate the adoption and integration of innovative teaching methods in engineering education. Moreover, our analysis highlights the emergence of new trends, particularly in dynamic and online assessment approaches, which can be effectively disseminated across various engineering schools. By promoting enhanced feedback mechanisms and novel approaches to developing students' competences, these innovative assessment methods contribute significantly to the field. Notably, our findings underscore the increasing reliance on digital technologies in assessment methodologies, aligning with the concept of Engineering Education 4.0.*

Keywords: *assessment methods, dynamic assessment, online assessment, conventional assessment, collaborative assessment.*