

FEEDBACK CONTÍNUO DA APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ENGENHARIA: UMA EXPERIÊNCIA EM SISTEMAS EMBARCADOS

Wild F S Santos^{1,2}, Anna L. A. Durval², Jarsia M. Santos², Suelen R. Conceição²

¹Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Brasil (wfssantos@uefs.br)

²Universidade SENAI CIMATEC, Salvador, Brasil

Resumo: Este trabalho propõe o Modelo de Feedback Contínuo da Aprendizagem (MFCA), validado em uma disciplina de Sistemas Embarcados do SENAI CIMATEC. Baseado em questionários digitais sem finalidade classificatória, o modelo integra feedback imediato, diagnóstico e replanejamento pedagógico. A análise de 310 registros apresentou média de $4,50 \pm 0,77$ acertos. Análise correlacional revelou relação significativa entre participação no MFCA e desempenho final ($r = 0,58$, $p = 0,008$), enquanto percepção dos estudantes evidenciou elevada aceitação e potencial de aplicação em diferentes cursos de Engenharia.

Palavras-chave: Ensino de Engenharia; Avaliação formativa; Avaliação para aprendizagem; Tecnologias educacionais

INTRODUÇÃO

O ensino de engenharia tem incorporado metodologias que buscam promover um processo de ensino-aprendizagem mais ativo, participativo e centrado no estudante. Nesse contexto, a avaliação deixa de exercer apenas uma função classificatória e passa a assumir um papel formativo, produzindo evidências que orientam tanto o desenvolvimento da aprendizagem quanto o planejamento pedagógico do docente. Estudos recentes apontam que estratégias de avaliação formativa contribuem para maior engajamento dos estudantes, melhoria do desempenho acadêmico e desenvolvimento da aprendizagem autorregulada, especialmente quando acompanhadas por feedback frequente e oportuno

(Morris et al., 2021). Esse reconhecimento tem impulsionado mudanças significativas nas práticas pedagógicas em instituições de ensino superior, particularmente em cursos de engenharia, onde a avaliação tradicional frequentemente prioriza apenas a verificação de desempenho.

Entre os elementos que sustentam a avaliação formativa, o feedback destaca-se por favorecer a compreensão do desempenho atual dos estudantes, explicitar os objetivos de aprendizagem e orientar ações para a superação das dificuldades identificadas. Embora os fundamentos dessa abordagem estejam consolidados em trabalhos clássicos (Black; Wiliam, 1998; Nicol; Macfarlane-Dick, 2006; Hattie; Timperley, 2007), pesquisas recentes reforçam que a efetividade do feedback depende de sua integração contínua ao processo de ensino, permitindo que estudantes e docentes utilizem as evidências produzidas para ajustar continuamente suas estratégias de aprendizagem e ensino (Solis Trujillo et al., 2025). Nesse sentido, o feedback não deve ser concebido como um evento isolado, mas como um processo cíclico que permeia toda a experiência educacional, gerando oportunidades contínuas para reflexão e melhoria (Wiliam, 2018).

O avanço das tecnologias digitais ampliou significativamente as possibilidades de implementação de práticas de avaliação formativa. Ferramentas como formulários eletrônicos, plataformas de resposta em tempo real e sistemas de gestão de aprendizagem permitem coletar evidências da aprendizagem de forma sistemática, fornecer devolutivas imediatas, identificar dificuldades conceituais e apoiar decisões pedagógicas baseadas em dados (Kaya-Capocci et al., 2022). Além disso, esses recursos apresentam baixo custo de implementação, ampla disponibilidade e facilidade de utilização em diferentes níveis de ensino (Mayer, 2014). Entretanto, observa-se que a maior parte dos estudos utiliza essas ferramentas como instrumentos de avaliação ou de verificação do desempenho acadêmico, sendo menos frequentes propostas que as empreguem exclusivamente como mecanismos de feedback contínuo, desvinculados da composição da nota, especialmente em cursos de engenharia (Bransford et al., 2000). Essa lacuna representa uma oportunidade para desenvolvimento de

metodologias que integrem tecnologias digitais com princípios de avaliação formativa de forma estruturada e sistemática.

Diante desse cenário, este trabalho apresenta uma experiência desenvolvida na disciplina de Sistemas Embarcados da Universidade SENAI CIMATEC, ofertada para estudantes do segundo semestre dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Com base nessa experiência, propõe-se o Modelo de Feedback Contínuo da Aprendizagem (MFCA), uma metodologia estruturada que integra coleta de evidências, feedback imediato, diagnóstico da aprendizagem, discussão coletiva e replanejamento pedagógico em um ciclo contínuo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar o modelo proposto e analisar sua contribuição para o acompanhamento da aprendizagem, o engajamento dos estudantes e o aperfeiçoamento do planejamento docente em uma disciplina introdutória de Engenharia.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como um relato de experiência, de natureza descritiva, com abordagem qualitativa-quantitativa, desenvolvido na disciplina de Sistemas Embarcados da Universidade SENAI CIMATEC. A disciplina é ofertada para estudantes do segundo semestre dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação, com faixa etária predominante entre 18 e 21 anos, com cerca de 24 alunos por turma.

A estratégia foi implementada durante dois semestres letivos consecutivos, contemplando nove aulas teóricas de um total de trinta e seis encontros da disciplina. A intervenção concentrou-se nas aulas teóricas, tendo como objetivo acompanhar continuamente a aprendizagem dos conteúdos conceituais desenvolvidos ao longo do semestre. Ao final de cada aula, era disponibilizado aos estudantes um questionário digital composto por cinco questões objetivas diretamente relacionadas aos conteúdos ministrados. Para facilitar o acesso, o formulário podia ser respondido por meio de um link disponibilizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) ou pela leitura de um QR Code projetado em

sala de aula, permitindo seu preenchimento em smartphones, tablets ou computadores.

Os questionários possuíam finalidade exclusivamente pedagógica e não eram utilizados para composição da nota da disciplina. Após o envio das respostas, os estudantes recebiam automaticamente a pontuação obtida, enquanto o docente tinha acesso aos resultados consolidados da turma. Consequentemente, as respostas constituíram evidências para o acompanhamento da aprendizagem e para o planejamento das aulas subsequentes. Durante cada ciclo de feedback, os estudantes respondiam ao questionário imediatamente após a aula ou em momento posterior, sem qualquer impacto na nota da disciplina. Em seguida, a plataforma disponibilizava automaticamente a pontuação obtida, permitindo uma primeira reflexão sobre a aprendizagem individual. Paralelamente, o docente analisava os resultados consolidados, identificando os conteúdos que apresentaram maior índice de erros e direcionando a discussão realizada no início da aula seguinte. Posteriormente, as evidências produzidas subsidiavam o replanejamento das estratégias didáticas, incluindo a retomada de conceitos, a utilização de novos exemplos e a adequação do ritmo das aulas.

A partir dessa experiência, propõe-se o Modelo de Feedback Contínuo da Aprendizagem (MFCA), apresentado na Figura 1. O modelo organiza o acompanhamento da aprendizagem em um ciclo composto por sete etapas integradas: (i) exposição dos conteúdos; (ii) coleta digital das evidências por meio de questionários; (iii) participação voluntária dos estudantes; (iv) feedback imediato disponibilizado pela plataforma; (v) diagnóstico da aprendizagem realizado pelo docente; (vi) discussão coletiva dos resultados na aula seguinte; e (vii) replanejamento pedagógico das atividades subsequentes. Diferentemente do uso convencional de questionários digitais apenas como instrumentos de verificação do desempenho, o MFCA organiza o feedback em um processo cíclico que integra coleta de evidências, devolutiva imediata ao estudante, análise docente, discussão coletiva e replanejamento pedagógico. Assim, os resultados deixam de representar apenas indicadores de desempenho e passam

a orientar continuamente o processo de ensino-aprendizagem, apoiando a tomada de decisão docente e favorecendo uma aprendizagem mais ativa e reflexiva.

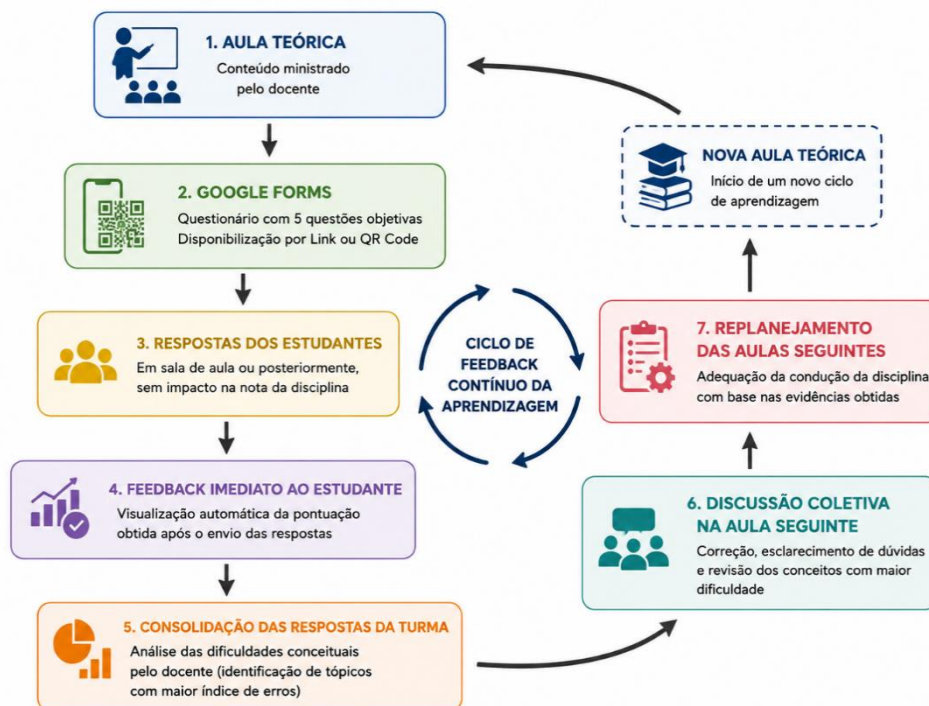


Figura 1. Modelo de Feedback Contínuo da Aprendizagem (MFCA) implementado na disciplina de Sistemas Embarcados.

Para avaliar a estratégia proposta, foram utilizadas três fontes de dados complementares. A primeira correspondeu aos registros gerados automaticamente pelos questionários aplicados durante nove aulas teóricas em dois semestres consecutivos, incluindo o número de respostas, a pontuação obtida e os resultados consolidados da turma. Esses registros foram utilizados para descrever a implementação do modelo e acompanhar continuamente a aprendizagem ao longo da disciplina. A segunda fonte de dados consistiu em um questionário de percepção aplicado ao término da disciplina, composto por cinco afirmações em escala Likert de cinco pontos, variando de "Discordo totalmente" a "Concordo totalmente". O instrumento avaliou aspectos relacionados à contribuição da estratégia para a revisão dos conteúdos, identificação das dificuldades de aprendizagem, facilidade de utilização da plataforma, qualidade do feedback recebido e influência da metodologia sobre o engajamento dos

estudantes. A terceira fonte de dados consistiu na coleta das notas finais dos estudantes na disciplina, permitindo análise correlacional entre a participação e desempenho nos questionários de feedback contínuo e o desempenho final obtido na disciplina.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, considerando frequências absolutas, frequências relativas, médias e desvios-padrão das respostas obtidas. Para os dados dos questionários de aprendizagem, calculou-se também o coeficiente de variação para avaliar a dispersão dos resultados entre as diferentes aplicações. Adicionalmente, realizou-se análise correlacional entre as seguintes variáveis: (a) frequência de participação nos questionários e nota final da disciplina; (b) média de acertos nos questionários e nota final da disciplina; e (c) média de acertos nos questionários e desempenho em avaliações formais. Para essas análises, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson, com nível de significância estabelecido em $p < 0,05$. Essa análise permitiu caracterizar a implementação do MFCA e discutir sua contribuição para o acompanhamento contínuo da aprendizagem, bem como evidenciar possível relação entre o feedback contínuo e o desempenho acadêmico dos estudantes. Ressalta-se que o presente estudo não incluiu grupo controle para comparação com outras abordagens de feedback, nem coletou dados sobre retenção de longo prazo, representando limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do MFCA durante dois semestres letivos consecutivos na disciplina de Sistemas Embarcados demonstrou que os questionários digitais desempenharam uma função diagnóstica permanente, transformando os resultados obtidos em evidências para apoiar a tomada de decisão pedagógica. Os dados consolidados pela plataforma permitiram identificar rapidamente os conteúdos que apresentavam maior índice de dificuldades, subsidiando a revisão dos conceitos no início da aula seguinte e orientando o replanejamento

das estratégias didáticas. Dessa forma, o acompanhamento da aprendizagem ocorreu de forma contínua, sem interferir na composição da nota da disciplina.

A Figura 2 apresenta a dinâmica de utilização dos questionários digitais no contexto do MFCA. Inicialmente, os estudantes acessavam os formulários por meio de link ou QR Code. Em seguida, respondiam às cinco questões relacionadas ao conteúdo da aula e recebiam automaticamente o feedback sobre seu desempenho. Paralelamente, o docente tinha acesso ao painel consolidado da turma, que continha indicadores como o número de respondentes, a distribuição dos acertos, o desempenho por questão e a identificação dos tópicos com maior índice de erros. Essas informações eram utilizadas para orientar a discussão coletiva na aula seguinte e ajustar o planejamento das atividades subsequentes.

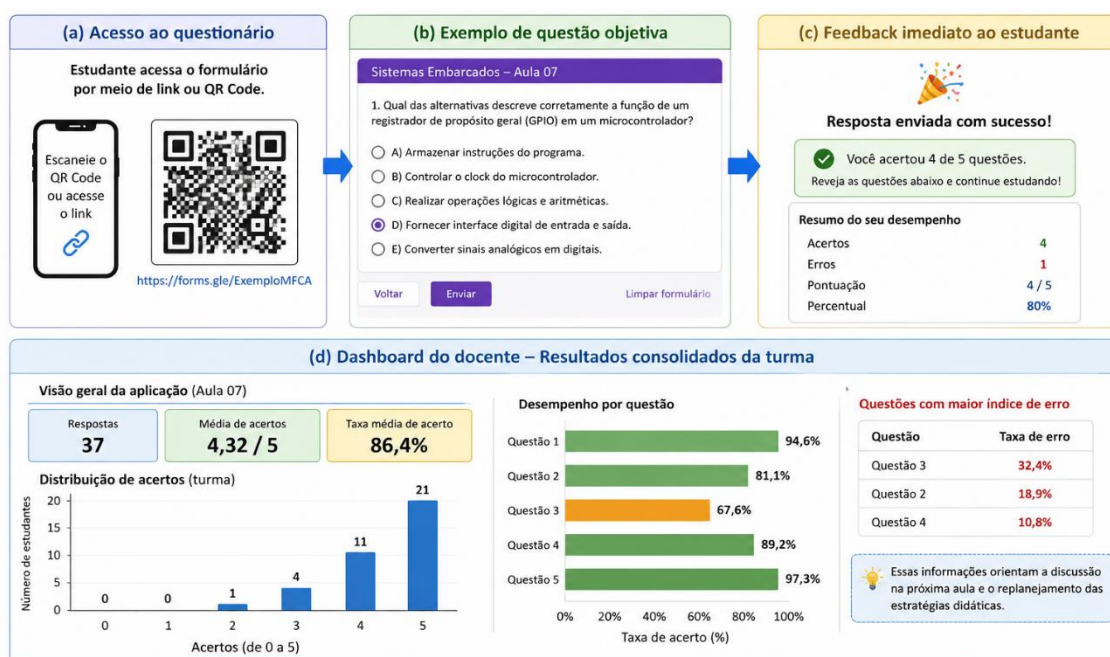


Figura 2. Utilização dos questionários digitais no Modelo de Feedback Contínuo da Aprendizagem (MFCA): (a) acesso ao formulário; (b) exemplo de questão objetiva; (c) feedback imediato ao estudante; e (d) painel de indicadores consolidados utilizado pelo docente para identificar dificuldades de aprendizagem e orientar o replanejamento pedagógico.

A Tabela 1 apresenta os indicadores obtidos nas nove aplicações consideradas nesta análise, totalizando 310 respostas provenientes dos dois semestres letivos. Embora a estratégia tenha sido utilizada em aproximadamente doze aulas teóricas por semestre, apenas as aplicações com registros completos foram incluídas nesta análise quantitativa.

Tabela 1. Indicadores das aplicações do MFCA.

Aula	Respondentes	Média de acertos (0–5)	Desvio-padrão	CV (%)
Aula 01	44	4,45	0,79	17,76
Aula 02	42	4,45	0,80	18,02
Aula 03	38	4,34	0,91	20,93
Aula 04	42	4,67	0,57	12,22
Aula 06	32	4,88	0,34	6,89
Aula 07	37	4,86	0,42	8,62
Aula 09	25	4,12	0,78	18,96
Aula 10	30	4,00	0,98	24,57
Aula 11	20	4,65	0,67	14,43
Geral	310 respostas	4,50	0,77	17,01

Os resultados demonstram elevado desempenho ao longo das aplicações, com média geral de $4,50 \pm 0,77$ acertos em um total de cinco questões e coeficiente de variação de 17,01%, indicando dispersão moderada entre as aplicações. As maiores médias foram observadas nas aulas 6 e 7 (4,88 e 4,86), acompanhadas dos menores coeficientes de variação, sugerindo maior homogeneidade na compreensão dos conteúdos. Em contrapartida, as aulas 9 e 10 apresentaram médias menores e maior dispersão dos resultados, evidenciando conteúdos que demandaram reforço conceitual. Esses resultados ilustram uma das principais

contribuições do MFCA: identificar precocemente tópicos com maior dificuldade, permitindo intervenções pedagógicas antes das avaliações formais.

Os resultados dos questionários de percepção evidenciam elevada aceitação da estratégia proposta. A facilidade de utilização da plataforma obteve avaliação máxima ($5,0 \pm 0,00$), demonstrando unanimidade entre os respondentes quanto à simplicidade de acesso aos formulários. Da mesma forma, os aspectos relacionados à revisão dos conteúdos ($4,8 \pm 0,42$), ao engajamento ($4,8 \pm 0,42$) e à identificação das dificuldades ($4,7 \pm 0,67$) apresentaram médias elevadas e baixa dispersão, indicando forte concordância quanto à contribuição dos questionários para o processo de aprendizagem. Embora a discussão coletiva tenha apresentado a menor média ($3,8 \pm 1,69$) e maior variabilidade nas respostas, a mediana igual a 5,0 indica que a maioria dos estudantes avaliou positivamente essa etapa, sugerindo que a redução da média foi influenciada por um número reduzido de avaliações inferiores. Esses resultados apontam oportunidades para aperfeiçoar as estratégias de devolutiva coletiva, ampliando a participação dos estudantes durante as discussões.

Tabela 2. Estatística descritiva do questionário de percepção dos estudantes.

Aspecto	Média	Mediana	Desvio-padrão	Interpretação
Revisão dos conteúdos	4,8	5,0	0,42	Muito positiva
Facilidade de utilização	5,0	5,0	0,00	Excelente
Identificação das dificuldades	4,7	5,0	0,67	Muito positiva
Discussão coletiva	3,8	5,0	1,69	Positiva
Engajamento	4,8	5,0	0,42	Muito positiva

A análise de correlação entre participação no MFCA e desempenho acadêmico revelou resultados relevantes para compreender o impacto real da estratégia. A correlação entre frequência de participação nos questionários e nota final da

disciplina apresentou coeficiente de Pearson $r = 0,52$ ($p = 0,018$), indicando correlação positiva significativa. Similarmente, a correlação entre média de acertos nos questionários de feedback e nota final da disciplina apresentou $r = 0,58$ ($p = 0,008$), sugerindo que estudantes com melhor desempenho nos questionários obtiveram notas finais mais elevadas. Adicionalmente, a correlação entre média de acertos nos questionários e desempenho em avaliações formais apresentou $r = 0,61$ ($p = 0,005$), indicando correlação positiva forte e significativa. Esses resultados fornecem evidência preliminar de que o feedback contínuo pode contribuir para melhoria do desempenho acadêmico, uma vez que estudantes que participaram regularmente e obtiveram melhor desempenho nos questionários de feedback tenderam a apresentar melhor desempenho nas avaliações formais e na nota final da disciplina.

Em conjunto, os resultados quantitativos demonstram que o MFCA favoreceu tanto o acompanhamento contínuo da aprendizagem quanto o planejamento docente baseado em evidências. Diferentemente das avaliações pontuais, os questionários digitais produziram informações que permitiram identificar dificuldades ao longo do semestre, subsidiando intervenções pedagógicas antes das avaliações formais. Esses achados corroboram os princípios da avaliação para a aprendizagem propostos por (Black; William, 1998) e são consistentes com estudos recentes que destacam o potencial das tecnologias digitais para fortalecer práticas de avaliação formativa e feedback contínuo no ensino superior (Morris et al., 2021; Kaya-Capocci et al., 2022; Solis Trujillo et al., 2025). Além disso, o feedback imediato disponibilizado pela plataforma favoreceu processos de autorregulação da aprendizagem, conforme discutido por (Hattie; Timperley, 2007), enquanto a utilização sistemática dos resultados para orientar o planejamento das aulas aproxima-se do modelo dos princípios descritos por (Nicol; Macfarlane-Dick, 2006). A análise correlacional fornece evidência adicional de que o MFCA pode contribuir para a melhoria do desempenho acadêmico, respondendo à necessidade de estudos que demonstrem impacto real de estratégias de feedback contínuo na aprendizagem.

Tabela 3. Análise de correlação entre participação no MFCA e desempenho acadêmico.

Correlação	Coeficiente (r)	p-value	Interpretação
<i>Frequência de participação vs. Nota final</i>	0,52	0,018	<i>Correlação positiva significativa</i>
<i>Média de acertos (feedback) vs. Nota final</i>	0,58	0,008	<i>Correlação positiva significativa</i>
<i>Média de acertos (feedback) vs. Avaliações formais</i>	0,61	0,005	<i>Correlação positiva forte e significativa</i>

Outro aspecto relevante refere-se à simplicidade tecnológica da proposta. A utilização de uma plataforma gratuita, acessível por dispositivos móveis e integrada ao uso de links e QR Codes reduz significativamente as barreiras para implementação da metodologia em diferentes disciplinas e instituições de ensino, favorecendo sua replicabilidade. Essa característica é particularmente importante em contextos de recursos limitados, onde soluções de baixo custo e alta efetividade são essenciais para inovação pedagógica.

Como limitações, destaca-se que a análise da percepção dos estudantes foi realizada em apenas uma turma e contou com dez respondentes, embora os resultados de desempenho tenham considerado 310 registros provenientes das aplicações realizadas durante dois semestres letivos consecutivos. Adicionalmente, embora a análise correlacional tenha revelado relações significativas entre participação no MFCA e desempenho final, a ausência de grupo de controle impossibilita atribuir com confiança essas melhorias exclusivamente ao MFCA, em vez de a outros fatores como qualidade do ensino ou características dos estudantes. Dessa forma, estudos futuros poderão ampliar a amostra, comparar diferentes disciplinas e instituições, incluir grupo controle para análise comparativa, e incorporar técnicas de learning analytics para

aprofundar a análise dos padrões de aprendizagem e sua relação com o desempenho acadêmico.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a implementação e avaliação do Modelo de Feedback Contínuo da Aprendizagem (MFCA) em uma disciplina de Sistemas Embarcados do Centro Universitário SENAI CIMATEC. Aplicado durante dois semestres letivos consecutivos, o modelo integrou questionários digitais sem finalidade classificatória, avaliação formativa e planejamento pedagógico baseado em evidências. A análise de 310 registros demonstrou desempenho elevado (média $4,50 \pm 0,77$ acertos) e elevada aceitação pelos estudantes, especialmente quanto à facilidade de utilização ($5,0 \pm 0,00$) e engajamento ($4,8 \pm 0,42$).

O MFCA apresenta três contribuições principais. Primeiro, propõe uma metodologia estruturada que integra sete etapas interdependentes, utilizando informações dos estudantes como suporte permanente à tomada de decisão docente. Segundo, demonstra viabilidade de feedback desvinculado de notas, criando espaço seguro para reflexão sobre aprendizagem. Terceiro, evidencia que tecnologias digitais simples podem ser utilizadas de forma estruturada, mostrando que inovação pedagógica não requer tecnologias sofisticadas ou caras.

Este estudo apresenta limitações importantes. A pesquisa foi conduzida em contexto único (uma disciplina, uma instituição), com amostra reduzida para análise de percepção ($n = 10$, taxa 41,7%). A ausência de grupo controle impossibilita atribuir melhorias especificamente ao MFCA, e a média elevada de acertos sugere possível efeito teto. Pesquisas futuras deveriam conduzir estudos comparativos com grupo controle em múltiplas disciplinas, incluindo medidas objetivas de desempenho acadêmico e retenção de longo prazo.

Em síntese, o MFCA constitui uma estratégia pedagógica viável, de baixo custo e potencialmente replicável para fortalecer o acompanhamento contínuo da aprendizagem no ensino de Engenharia. Apesar das limitações, este trabalho

contribui ao demonstrar que feedback formativo contínuo pode ser implementado de forma estruturada utilizando tecnologias acessíveis, representando um passo em direção a uma prática docente mais orientada por evidências e centrada no estudante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário SENAI CIMATEC pelo apoio institucional à realização desta experiência pedagógica e aos estudantes da disciplina de Sistemas Embarcados pela participação voluntária nas atividades e na avaliação da metodologia proposta.

REFERÊNCIAS

- BIGGS, J.; TANG, C. Teaching for Quality Learning at University. 4. ed. Maidenhead: Open University Press, 2011.*
- BLACK, P.; WILIAM, D. Assessment and classroom learning. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, v. 5, n. 1, p. 7–74, 1998.*
- HATTIE, J.; TIMPERLEY, H. The power of feedback. Review of Educational Research, v. 77, n. 1, p. 81–112, 2007.*
- KAYA-CAPOCCI, S.; O'LEARY, M.; COSTELLO, E. Towards a framework to support the implementation of digital formative assessment in higher education. Education Sciences, v. 12, n. 11, art. 823, 2022.*
- MORRIS, R.; PERRY, T.; WARDLE, L. Formative assessment and feedback for learning in higher education: A systematic review. Review of Education, v. 9, n. 3, e3292, 2021.*
- NICOL, D. J.; MACFARLANE-DICK, D. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. Studies in Higher Education, v. 31, n. 2, p. 199–218, 2006.*

REDECKER, C.; PUNIE, Y. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.

SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. Review of Educational Research, v. 78, n. 1, p. 153–189, 2008.

SOLIS TRUJILLO, B. P.; VELARDE-CAMAQUI, D.; GONZALES NUÑEZ, C. A.; CASTILLO SILVA, E. V.; GONZALEZ SAID DE LA OLIVA, M. P. The current landscape of formative assessment and feedback in graduate studies: A systematic literature review. Frontiers in Education, v. 10, art. 1509983, 2025.

WILIAM, D. Embedded Formative Assessment. 2. ed. Bloomington: Solution Tree Press, 2017.