



ENSINO ÁGIL NA ENGENHARIA: REVISÃO SOBRE O USO DO SCRUM NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI

AGILE TEACHING IN ENGINEERING: A REVIEW ON THE USE OF SCRUM FOR DEVELOPING 21ST-CENTURY COMPETENCIES

Anderson de Castro Lima¹, Sandro César Silveira Jucá², Solonildo Almeida da Silva³
Pedro Bruno Silva Lemos⁴, Camila Raquel Câmara Lima⁵

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v44p394-412.2025

RESUMO: Este estudo examina o uso de metodologias ágeis, com ênfase no Scrum, no Ensino de Engenharia, bem como sua contribuição para o desenvolvimento de competências demandadas no século XXI. A partir de uma revisão sistemática da literatura, foram analisados oito estudos que demonstram a eficácia do Scrum na promoção de habilidades como pensamento crítico, colaboração, autonomia e resolução de problemas, articulando formação técnica e demandas do mercado de trabalho. A análise revelou conexões entre metodologias ágeis, competências interpessoais e inovação pedagógica. Também foram identificadas limitações, como a ausência de critérios padronizados de avaliação, a aplicação restrita das abordagens ágeis a disciplinas técnicas e a escassez de estudos longitudinais sobre seus efeitos no desempenho profissional. Conclui-se que a integração de métodos ágeis representa um avanço para o Ensino de Engenharia, ao mesmo tempo em que abre espaço para pesquisas que aprofundem sua aplicação em contextos interdisciplinares e orientados por competências.

PALAVRAS-CHAVE: metodologias ágeis; Scrum; Ensino de Engenharia; competências do século XXI; inovação pedagógica.

ABSTRACT: This study examines the use of agile methodologies, with an emphasis on Scrum, in engineering education and its contribution to the development of 21st-century competencies. Based on a systematic literature review, eight studies were analyzed that demonstrate the effectiveness of Scrum in promoting skills such as critical thinking, collaboration, autonomy, and problem-solving, aligning technical training with labor market demands. The analysis revealed connections between agile methodologies, interpersonal competencies, and pedagogical innovation. Limitations were also identified, including the lack of standardized assessment criteria, the restricted application of agile approaches to technical subjects, and the scarcity of longitudinal studies on their impact on professional performance. It is concluded that integrating agile methods represents progress in engineering education while opening new avenues for research into their application in interdisciplinary and competency-based learning contexts.

KEYWORDS: agile methodologies; Scrum; Engineering Education; 21st-century competencies; pedagogical innovation.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), anderson@ifce.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), sandrojuca@ifce.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), solonildo@ifce.edu.br

⁴ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), pedrolemos@unilab.edu.br

⁵ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), camara.lima@yahoo.com



INTRODUÇÃO

As metodologias ágeis, com destaque para o Scrum, têm ganhado destaque como abordagens pedagógicas inovadoras capazes de alinhar o ensino às demandas do século XXI. Esses métodos promovem competências como adaptabilidade, criatividade e pensamento sistêmico, particularmente relevantes em cursos de Engenharia, em que é necessário integrar formação técnica e habilidades socioemocionais para atender às exigências de um mercado dinâmico (López-Alcarria; Olivares-Vicente; Poza-Vilches, 2019).

Vale destacar que o Scrum é uma estrutura de trabalho ("*framework*") originalmente concebida para gestão e desenvolvimento de projetos de *software*, mas adaptada ao contexto educacional por seu potencial de organizar o ensino em ciclos curtos, voltados à resolução colaborativa de problemas. Segundo López-Alcarria, Olivares-Vicente e Poza-Vilches (2019), práticas ágeis contribuem significativamente para formar cidadãos capacitados a solucionar desafios complexos e estimular a criatividade, reforçando o impacto do ensino utilizando o Scrum na preparação de estudantes para cenários contemporâneos.

A adoção dessas práticas tem repercutido no ambiente acadêmico ao criar espaços de aprendizagem mais participativos e engajadores. Conforme destacam Rodríguez, Soria e Campo (2016) e Martin, Anslow e Johnson (2017), o uso do Scrum não apenas influencia positivamente o desempenho acadêmico, mas também eleva os níveis de satisfação dos estudantes, promovendo experiências pedagógicas que extrapolam a transmissão de conhecimento técnico. Assim, a formação se torna mais alinhada às demandas da denominada Indústria 4.0, que demanda domínio de ferramentas digitais aliado a competências interpessoais e cognitivas (Fadel e Trilling, 2009; Van Laar *et al.*, 2020; Griffin, McGaw e Care, 2011).

A fundamentação teórica que orienta o Ensino de Engenharia, na perspectiva contemporânea, destaca a necessidade de convergência entre prática pedagógica e demandas do mercado de trabalho. Como Secules *et al.* (2018) apontam, tal convergência é mediada por fatores sociais e institucionais que influenciam as experiências dos estudantes. Johri (2010) ressalta a importância de compatibilizar valores acadêmicos e profissionais, enquanto Dewey (2009) já enfatizava, em sua época, o papel das práticas inovadoras para impulsionar a educação técnica. Edström (2018) renova o debate ao abordar a tensão persistente entre formação acadêmica tradicional e as exigências do mercado, destacando o papel das novas abordagens de ensino, como as metodologias ágeis, na promoção de engenheiros mais criativos e inovadores.



O reconhecimento das competências do século XXI como meta central para o Ensino de Engenharia é objeto de consenso na literatura. A necessidade de currículos dinâmicos, capazes de integrar criatividade, pensamento crítico e colaboração ao ensino técnico-prático, é reforçada por Fadel e Trilling (2009), ao passo que Van Laar *et al.* (2020) e Griffin, McGaw e Care (2011) enfatizam a indispensabilidade do domínio de ferramentas digitais em contextos profissionais globalizados.

O ensino por meio do Scrum busca promover experiências práticas e estruturadas voltadas ao desenvolvimento das competências essenciais em múltiplos níveis educacionais. O trabalho de Rodríguez, Soria e Campo (2016) evidencia que alinhar o Scrum aos estilos de aprendizagem dos discentes melhora o engajamento e, conseqüentemente, os resultados acadêmicos. A expertise pedagógica do professor é crucial para o sucesso dessa implementação, independentemente do contexto (Vogelzang, Admiraal e Van Driel 2019; 2020).

Diante desse quadro, a interseção entre métodos ágeis, competências do século XXI e Ensino de Engenharia se revela como um alicerce para a transformação da educação técnica. Práticas como o Scrum favorecem ambientes de aprendizagem colaborativos e personalizados, ampliando as possibilidades de desenvolvimento integrado de habilidades técnicas e socioemocionais, imprescindíveis frente aos desafios globais da contemporaneidade (Rodríguez, Soria e Campo, 2016).

Este artigo, portanto, busca explorar como o ensino ágil, com foco no Scrum, pode contribuir para uma transformação significativa da formação em engenharia, propondo um modelo de aprendizado dinâmico e sustentável voltado ao atendimento das exigências emergentes do mercado e da sociedade. Ressalta-se, entretanto, que, apesar do uso do Scrum estar amplamente difundido no desenvolvimento de *software*, sua aplicação em áreas da engenharia não relacionadas à programação carece de evidências empíricas robustas. Tal constatação define a principal lacuna desta revisão, qual seja, a carência de investigações sistemáticas sobre o impacto do Scrum em diferentes contextos educacionais de engenharia.

Essa lacuna motiva a pergunta de pesquisa central desta investigação: qual o impacto da aplicação de metodologias ágeis como o Scrum no Ensino de Engenharia, especialmente em áreas não relacionadas ao desenvolvimento de *software*, no desenvolvimento de competências do século XXI entre estudantes de graduação? Investigar tal questão se mostra fundamental para compreender as



possibilidades de adaptação do Scrum às necessidades de disciplinas diversas da Engenharia, tais como Mecânica, Civil e Elétrica, nas quais ainda predomina a escassez de estudos consistentes a esse respeito (Scott *et al.*, 2016; Vogelzang, Admiraal e Van Driel, 2019). Conforme alertam Fadel e Trilling (2009), a eficácia de novas abordagens pedagógicas depende em grande medida de sua adaptabilidade a contextos diversos, aspecto ainda pouco explorado no uso do ensino ágil nas engenharias.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, como a aplicação do Scrum pode promover o desenvolvimento de competências do século XXI em cursos de Engenharia não diretamente vinculados ao desenvolvimento de *software*, explorando seu potencial inovador para a formação discente nessas áreas. Ao avaliar as competências promovidas pelo uso desse método, como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas (Fadel e Trilling, 2009; López-Alcarria, Olivares-Vicente e Poza-Vilches, 2019), pretende-se contribuir para a validação empírica dessas metodologias em contextos diversos, ao mesmo tempo em que se reconhecem os limites postos pelo contexto e pelas evidências disponíveis.

Por fim, a discussão aqui proposta interessa a educadores, gestores acadêmicos, formuladores de políticas educacionais e pesquisadores engajados em inovação pedagógica. Ao oferecer subsídios para a adaptação do Scrum no Ensino de Engenharia, esta investigação visa fomentar currículos dinâmicos, alinhados tanto às demandas do mercado quanto ao desenvolvimento integral dos estudantes. Destaca-se ainda que, embora recentes trabalhos tenham avançado no uso de metodologias ágeis em diferentes contextos, os desafios relacionados à implementação, avaliação e generalização de seus resultados alertam para a necessidade contínua de pesquisas que aprofundem tais dimensões, sobretudo quanto à sua aplicação em áreas técnicas diversificadas do campo da engenharia, bem como à inclusão dos aspectos éticos e sociais indispensáveis à atuação profissional contemporânea.

PROTOCOLO METODOLÓGICO

A revisão sistemática da literatura é uma metodologia de pesquisa pautada na seleção e síntese de resultados de um conjunto de publicações científicas sobre uma temática específica (Cavalcante e Oliveira, 2020; Galvão e Ricarte, 2019).



Destaca-se pela adoção de um protocolo estruturado, que orienta, de forma sistemática e ordenada, todo o processo de análise, proporcionando maior rigor e confiabilidade aos resultados (Cavalcante e Oliveira, 2020).

Neste estudo, o protocolo metodológico foi adaptado dos trabalhos de Borrego, Foster e Froyd (2014) e Kitchenham e Charters (2007), servindo de fundamento para definição dos objetivos, formulação da questão de pesquisa, construção da *string* de busca, seleção dos estudos e análise detalhada da literatura científica (Borrego, Foster e Froyd, 2014; Kitchenham e Charters, 2007). Essa abordagem sistemática possibilitou uma investigação rigorosa e alinhada dos padrões internacionais da metodologia científica.

A revisão buscou investigar o impacto da aplicação de metodologias ágeis, especialmente o Scrum, em disciplinas de engenharia fora do campo do desenvolvimento de *software*, tendo como população-alvo estudantes de graduação. A intervenção analisada correspondeu à aplicação dessas metodologias como instrumentos de ensino, visando verificar sua eficácia no desenvolvimento de competências do século XXI como pensamento crítico, colaboração, criatividade, resolução de problemas e habilidades de comunicação. Embora a estrutura PICO seja amplamente empregada em revisões sistemáticas (Methley *et al.*, 2014), nesse contexto, a opção foi por não realizar comparação direta com métodos tradicionais, focando na avaliação do impacto do uso de métodos ágeis e nos desfechos relacionados ao desenvolvimento das competências em estudantes das disciplinas participantes.

A construção da estratégia de busca envolveu a definição prévia de descritores (palavras-chave) relacionados ao uso de metodologias ágeis no Ensino de Engenharia, contemplando operadores booleanos "AND" e "OR". Optou-se pela predominância de termos em língua inglesa devido à baixa produção nacional disponível sobre o tema. Assim, a *string* final aplicada foi: ("engineering curriculum" OR "engineering education" OR "engineering courses" OR "engineering programs" OR "engineering students" OR "training of engineers" OR "undergraduate engineering" OR engineering) AND (eduscrum OR Scrum OR "agile teaching" OR "agile methodologies" OR "agile education") AND ("21st century skills" OR "21st century" OR competencies OR skills OR "soft skills" OR socioemotional OR abilities OR softskills) NOT ("software").

A busca foi realizada nas bases Periódicos da Capes, Web of Science e Scopus, reconhecidas pelo acervo representativo e elevados índices de impacto no campo. A seleção dos estudos seguiu critérios de inclusão: artigos e trabalhos



publicados em eventos internacionais sobre uso de metodologias ágeis, com ênfase no Scrum, focalizando o desenvolvimento de competências do século XXI em Educação em Engenharia (fora do segmento de *software*), disponibilizados gratuitamente e publicados nos últimos 10 anos. Excluíram-se trabalhos não disponíveis na íntegra, literatura não acadêmica (livros, capítulos, cartas, editoriais e resenhas), revisões de literatura e estudos sem aplicação efetiva dos métodos ágeis no ensino ou sem relato de competências adquiridas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

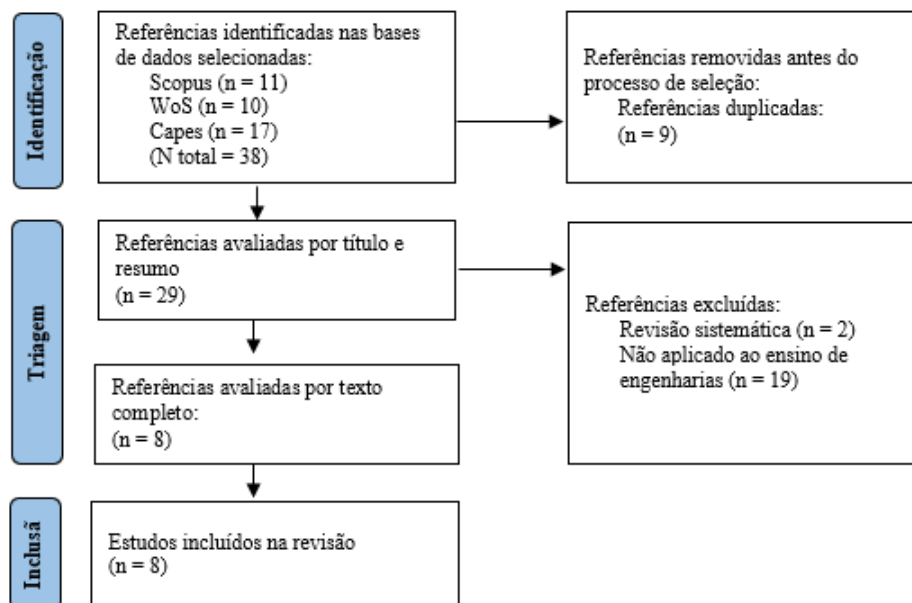
A seção de resultados está estruturada em cinco subseções, com o objetivo de apresentar de modo ordenado e crítico a síntese da literatura selecionada. Inicialmente, a primeira subseção expõe um panorama geral dos estudos incluídos na revisão, situando o leitor quanto ao perfil das publicações analisadas e ao rigor do processo de seleção. As subseções seguintes se aprofundam em tópicos específicos, oferecendo análises críticas e discussões temáticas centradas nos achados mais relevantes de cada grupo de estudos identificados.

Resultados gerais

A aplicação da estratégia de busca possibilitou a identificação de 38 publicações científicas, das quais, após criteriosa análise dos critérios de inclusão e exclusão, oito compuseram o *corpus* do presente estudo. O processo de triagem, que ocorreu entre outubro e novembro de 2024, envolveu a leitura integral dos textos por pelo menos dois revisores independentes, assegurando assim a máxima confiabilidade metodológica no procedimento de seleção.



Figura 1 – Fluxograma a respeito do processo de identificação e filtragem/seleção das teses e dissertações em análise



Fonte: elaborada pelos autores.

O fluxo completo dessas etapas está detalhado na Figura 1, evidenciando quantitativamente as fases de inclusão e exclusão dos artigos e a aderência aos critérios estabelecidos previamente no protocolo. Essa representação gráfica facilita ao leitor a compreensão do rigor e da transparência adotados na seleção do material bibliográfico.

A análise revelou que, a partir de 2020, houve um crescimento expressivo nas publicações sobre o impacto das metodologias ágeis, especialmente o Scrum, no Ensino de Engenharia, para além do desenvolvimento de *software*. Esse aumento de estudos demonstra o interesse crescente por abordagens inovadoras que promovam competências do século XXI, como colaboração, pensamento crítico e resolução de problemas. O primeiro artigo identificado, elaborado por Pócsová *et al.* (2020), versou sobre a implementação de metodologias ágeis na matemática para engenharia; posteriormente, outros estudos ampliaram o foco para áreas como telecomunicações, Inteligência Artificial e projetos interdisciplinares, refletindo a preocupação dos educadores em integrar metodologias ativas e engajar mais intensamente os estudantes frente às novas demandas educacionais.

Os oito artigos selecionados para compor o *corpus* da revisão se encontram sintetizados na Tabela 1, organizada em ordem cronológica. Essa tabela relaciona títulos, autores, veículo de publicação e ano, evidenciando que a maior parte dos estudos se concentra nos últimos três anos, o que reforça a atualidade e o caráter



emergente das práticas ágeis no Ensino de Engenharia. Esse panorama sinaliza a consolidação do tema nas discussões acadêmicas recentes, posicionando o uso do Scrum e metodologias afins, como abordagens promissoras para inovação pedagógica no campo da engenharia.

Tabela 1 – Artigos selecionado na revisão

ID	Autores	Título	Publicação	Ano
A1	Pócsová <i>et al.</i>	Implementation of Agile Methodologies in an Engineering Course	Education Sciences	2020
A2	Mikhridinova <i>et al.</i>	Developing and Improving Competence Profiles of Project Teams in Engineering Education	SEFI 2022	2022
A3	Tunnicliffe, Brown e Shekar.	Rapid Learning Cycles for Project-Based Learning	REES AAEE 2021	2022
A4	Pinto <i>et al.</i>	DrIVE-MATH Project: Case Study from the Polytechnic of Porto, PT	Open Education Studies	2022
A5	Arnold	Sustainability Service Learning in Economics	Journal of International Education in Business	2022
A6	De Barros, Paiva e Hayashi	Using PBL and Agile to Teach Artificial Intelligence to Undergraduate Computing Students	IEEE ACCESS	2023
A7	Lourakis e Petridis	Applying Scrum in an Online Physics II Undergraduate Course	Education Sciences	2023
A8	López-Bravo <i>et al.</i>	LIZGAIRO: Improving learning experience through Scrum in telecommunications engineering curriculum	Computer Applications in Engineering Education	2024

Fonte: elaborada pelos autores.

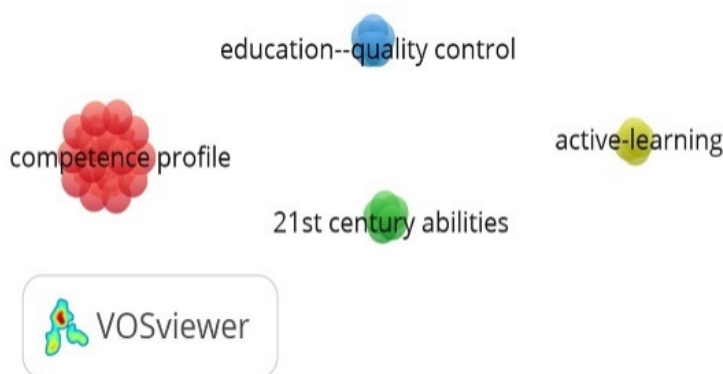
Os critérios de aderência adotados na seleção dos artigos foram pautados na relevância das publicações frente à questão de pesquisa. Foram considerados “fortemente aderentes” aqueles artigos que examinaram diretamente a aplicação do Scrum no Ensino de Engenharia e analisaram competências essenciais do século XXI, tais como pensamento crítico, colaboração e habilidades de comunicação (A1, A2, A4, A6 e A7). Em contraste, trabalhos classificados como “parcialmente aderentes” utilizaram metodologias ágeis ou abordagens correlatas, porém sem foco exclusivo no Scrum ou sem detalhamento das competências específicas destacadas (A3, A5 e A8). Essa distinção reforça o alinhamento dos estudos ao objetivo central do trabalho, ainda que o número

reduzido de artigos fortemente aderentes limite a representatividade e a profundidade das interpretações.

No que tange à gestão do *corpus*, foram utilizadas ferramentas reconhecidas no âmbito da revisão sistemática, tais como Zotero (Zotero, 2024), que agiliza o gerenciamento de referências bibliográficas e documentos científicos, e a plataforma Rayyan (Rayyan, 2024), que potencializa a triagem colaborativa por múltiplos revisores. Essas soluções permitiram transparência, rastreabilidade dos processos e maior rigor na seleção, ainda que se reconheça que revisões com maior número de artigos poderiam demandar abordagens complementares para análise de grandes volumes de dados.

Para análise temática e visualização das relações conceituais, foi empregado o VOSViewer (VOSViewer, 2024), *software* especializado em análise bibliométrica, que possibilitou construir mapas de coocorrência das palavras-chave presentes nos oito artigos selecionados. Essa etapa permitiu reunir, em representações gráficas claras, tanto os padrões recorrentes quanto especificidades do uso de metodologias ágeis no Ensino de Engenharia, evidenciando lacunas, convergências e tendências emergentes do campo. Ressalta-se, contudo, que a limitação do *corpus* impõe cuidados na extrapolação dos achados para cenários mais amplos no contexto educacional.

Figura 2 – Análise das redes de coocorrência das palavras-chave dos trabalhos em análise



Fonte: elaborada pelos autores.

A Figura 2 ilustra as redes de coocorrência das principais palavras-chave obtidas a partir da análise bibliométrica dos artigos selecionados, utilizando o VOSviewer. Essa representação permitiu a identificação de quatro *clusters* temáticos, cada qual destacado por uma cor específica, revelando agrupamentos conceituais que articulam tópicos centrais discutidos na literatura



científica sobre Ensino de Engenharia, competências do século XXI e metodologias ágeis.

A análise crítica dessas redes viabilizou a definição dos constructos temáticos principais de cada *cluster*, com base na frequência e na proximidade das palavras-chave dentro de cada agrupamento. Esses *clusters* refletem em seus conjuntos traduzidos, respectivamente, Competências e Trabalho em Equipe (Vermelho), Métodos Ágeis na Educação (Amarelo), Metodologias Educacionais (Azul) e Estratégias de Ensino e Aprendizagem (Verde), delineando conexões relevantes entre os estudos analisados.

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos artigos incluídos e das palavras-chave correlacionadas em cada um dos quatro *clusters*, consolidando as inter-relações e especificidades temáticas que emergem da literatura sobre a aplicação de metodologias ágeis no Ensino de Engenharia.

Quadro 2 – Relação de clusters por trabalho e palavras-chaves/conceitos principais

Clusters	Artigos	Conceitos principais
Competências e Trabalho em Equipe (Vermelho)	A1, A2, A5, A7 e A8	<i>Soft Skills</i> , Comunicação, Colaboração
Métodos Ágeis na Educação (Amarelo)	A1, A3, A4, A6, A7 e A8	Educação Ágil, Planejamento Iterativo, Feedback
Metodologias Educacionais (Azul)	A2 e A5	Educação em Engenharia, Qualidade Educacional, Perfis de Competências
Estratégias de Ensino e Aprendizagem (Verde)	A3, A4, A5, A6 e A8	Ensino Colaborativo, Habilidades do Século XXI, Inovação no Ensino

Fonte: elaborado pelos autores.

Os quatro *clusters* identificados proporcionam uma compreensão ampla e estruturada sobre a aplicação das metodologias ágeis, com ênfase no Scrum, para o Ensino de Engenharia, destacando seu potencial para o desenvolvimento de competências essenciais do século XXI. Esses agrupamentos abordam desde a promoção de habilidades interpessoais e a intensificação do trabalho em equipe até a adoção de estratégias pedagógicas inovadoras, tais como aprendizagem ativa e ensino colaborativo. Tais práticas favorecem a formação de profissionais mais aptos a enfrentar os desafios advindos das novas demandas acadêmicas e do mercado de trabalho.

Além disso, a análise crítica dos *clusters* evidencia que, embora exista uma convergência teórica em torno da importância das competências socioemocionais e da inovação didática, ainda há lacunas relacionadas à avaliação de longo prazo dos impactos dessas metodologias, bem como à carência de critérios uniformes na mensuração dos resultados obtidos pelos



discentes. Reconhecendo tais limitações, as subseções seguintes aprofundam a interpretação dos constructos de cada cluster, detalhando as principais abordagens e discutindo suas implicações para o Ensino de Engenharia e para o desenvolvimento de competências-chave, em consonância com o objetivo central desta revisão.

Cluster Vermelho – Competências e trabalho em equipe

O *Cluster Vermelho* reúne evidências do impacto das metodologias ágeis, em especial o Scrum, no desenvolvimento de competências interpessoais e trabalho em equipe na engenharia. Pócsová *et al.* (2020) demonstram que a implementação do Scrum em disciplinas como Matemática potencializa habilidades como comunicação, resolução de problemas e colaboração, promovendo maior engajamento e autonomia dos estudantes para além do conteúdo técnico. O estudo também ressalta o papel de *soft skills* na empregabilidade e transição para o mercado.

Mikhridinova *et al.* (2022) reforçam a relevância dos perfis de competência balanceando aspectos técnicos e interpessoais nas equipes, salientando que a sinergia entre membros é tão determinante quanto o domínio técnico, especialmente em projetos colaborativos na engenharia. Arnold (2022) acrescenta a dimensão ética e social, mostrando que dificuldades como heterogeneidade de grupo e elevada complexidade podem ser superadas com integração de competências interpessoais e estratégias flexíveis de acompanhamento.

Lourakis e Petridis (2023) confirmam que a prática do Scrum em cursos de Física fortalece a interação e a aquisição de *soft skills* como comunicação, liderança, gestão de tempo e autonomia, tanto em ambientes presenciais quanto *on-line*. Já López-Bravo *et al.* (2024) evidenciam a percepção positiva dos estudantes na Engenharia de Telecomunicações em relação ao trabalho em equipe via Scrum, embora destaquem desafios iniciais de adaptação e importância da facilitação docente.

Apesar dos avanços, os estudos apresentam abordagens metodológicas distintas quanto à avaliação do impacto das metodologias ágeis. Mikhridinova *et al.* (2022) defendem a necessidade de instrumentos sistematizados e modelos de avaliação para mapear competências interpessoais em equipes de engenharia, propondo métodos analíticos e questionários próprios para aferição desses perfis. Em contrapartida, Arnold (2022) questiona a suficiência do Scrum como



metodologia isolada, argumentando que sua eficácia depende de fatores contextuais como a diversidade dos alunos, desafios éticos e complexidade dos projetos; ainda ressalta a necessidade de integração com outras estratégias e acompanhamento constante. Já López-Bravo *et al.* (2024) destacam que o impacto positivo do Scrum sobre as competências colaborativas está condicionado à mediação ativa do docente e à adaptação continuada dos estudantes ao método, defendendo a avaliação processual e formativa durante o uso da abordagem ágil. Essas divergências reforçam a urgência por critérios avaliativos mais sofisticados, protocolos de acompanhamento longitudinal e maior padronização de indicadores para comparar resultados em diferentes cenários educacionais.

Este *cluster* se integra ao Amarelo, estruturante das dinâmicas colaborativas via métodos ágeis, ao Verde, focado em estratégias ativas de aprendizagem, e ao Azul, que discute o alinhamento de *soft skills* com as demandas profissionais contemporâneas.

Cluster Amarelo – Métodos ágeis na educação

O *Cluster* Amarelo analisa a difusão dos métodos ágeis, com destaque ao Scrum, em contextos educacionais para além da computação, evidenciando sua centralidade em processos de aprendizagem iterativa, planejamento estruturado e *feedback* contínuo. Desde 2020, a literatura indica a expansão dessas abordagens em cursos de Engenharia e áreas correlatas, como Matemática (Pócsová *et al.*, 2020), telecomunicações (López-Bravo *et al.*, 2024) e Inteligência Artificial (De Barros, Paiva e Hayashi, 2023), demonstrando crescente aderência a diversos conteúdos curriculares.

A aplicação do Scrum, segundo De Barros, Paiva e Hayashi (2023), oferece à ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos) uma estrutura para promover autonomia, responsabilidade coletiva e competências relacionadas a problemas reais, corroborando resultados positivos no desenvolvimento de competências técnicas e interpessoais. Tunnicliffe, Brown e Shekar (2022) destacam o potencial dos ciclos rápidos de aprendizagem para otimizar a tomada de decisão e a gestão do conhecimento em projetos acadêmicos, especialmente quando as demandas de planejamento, adaptação e avaliação são constantes. Lourakis e Petridis (2023), por sua vez, demonstram que o Scrum potencializa o engajamento em



disciplinas tradicionais, facilitando o protagonismo discente no processo de aprendizagem.

Entretanto, a implementação dos métodos ágeis apresenta nuances contextuais relevantes: enquanto Pócsová *et al.* (2020) ressaltam benefícios como eficiência e atratividade no ensino, López-Bravo *et al.* (2024) registram desafios ligados à adaptação do Scrum a áreas técnicas específicas e ao tempo de aprendizagem necessário por parte de docentes e discentes. As variações nos resultados entre diferentes campos, cursos e perfis de estudantes indicam a necessidade de maior padronização dos processos e critérios avaliativos, assim como de estudos longitudinais para consolidação de evidências sobre impactos efetivos dessas práticas em múltiplos contextos educacionais.

Este *cluster* ainda se relaciona de modo intrínseco ao *Cluster Vermelho*, pois a adoção de métodos ágeis fortalece habilidades como comunicação e colaboração, essenciais ao trabalho em equipe (Pócsová *et al.*, 2020; Lourakis e Petridis, 2023). No âmbito do *Cluster Azul*, destaca-se a incorporação gradual dessas metodologias ao currículo para atender às exigências do mercado; já o *Cluster Verde* evidencia a integração dos métodos ágeis em práticas pedagógicas inovadoras, com centralidade na aprendizagem ativa.

Cluster Azul – Metodologias educacionais

O *Cluster Azul* evidencia a evolução das metodologias educacionais na engenharia, com foco na conexão entre formação acadêmica e demandas do mercado. Mikhridinova *et al.* (2022) propõem a organização curricular orientada por perfis de competência, unindo competências técnicas e *soft skills* em equipes de projetos. O artigo destaca a importância de modelos que permitam não apenas a soma de habilidades técnicas, mas também a construção coletiva e estratégica das competências interpessoais, indicando que projetos bem estruturados, com tarefas distribuídas por perfis e acompanhados de *feedback*, contribuem para o desenvolvimento integral dos estudantes (Mikhridinova *et al.*, 2022).

Arnold (2022) apresenta outra vertente, com ênfase em projetos interdisciplinares e a integração de questões éticas, sociais e de sustentabilidade à aprendizagem técnica. O estudo mostra que, em ambientes de alta complexidade e heterogeneidade, metodologias como a aprendizagem-serviço aliadas ao Scrum favorecem o desenvolvimento de competências amplas como autonomia,



colaboração e abordagem sistêmica, mas demandam acompanhamento tutorial próximo, *feedback* contínuo e ajustes instrucionais para lidar com diferentes graus de maturidade e preparo dos alunos. O autor destaca que, para tarefas muito complexas, a integração dessas vertentes demanda equilíbrio entre fundamentos técnicos, pesquisas práticas e reflexão coletiva, sob risco de sobrecarga e dispersão dos aprendizes (Arnold, 2022).

As diferenças de foco entre os estudos, currículos orientados por competências técnicas em Mikhridinova *et al.* (2022) e o enfoque interdisciplinar em Arnold (2022), revelam a necessidade de maior integração entre fundamentos técnicos e competências sociais. Tal integração é fundamental para formar engenheiros aptos a enfrentar problemas complexos e sistêmicos da contemporaneidade, apontando para a importância de avaliações mais multidimensionais e formação docente voltada para práticas colaborativas.

Dialogando com o *Cluster Vermelho*, ambas as abordagens valorizam competências interpessoais, essenciais para a adaptação ao mercado, e apresentam o *Cluster Amarelo* como espaço viável para implementação de currículos dinâmicos via metodologias ágeis. O *Cluster Verde* amplia esse quadro ao articular teoria e prática em estratégias ativas e inovadoras.

Cluster Verde – Estratégias de ensino e aprendizagem

O *Cluster Verde* destaca a transição de métodos tradicionais para abordagens colaborativas e inovadoras, com ênfase em estratégias de aprendizado ativo e no desenvolvimento de competências do século XXI. Tunnicliffe, Brown e Shekar (2022) analisam os ciclos rápidos de aprendizado em ambientes de aprendizagem baseada em projetos (ABP), mostrando que *frameworks* iterativos, como o *Rapid Learning Cycles*, favorecem a tomada de decisão, gestão do conhecimento e planejamento eficaz mesmo em projetos de curta duração, promovendo habilidades de autogestão, liderança e comunicação. De Barros, Paiva e Hayashi (2023) evidenciam que a integração de Scrum e ABP no ensino de Inteligência Artificial, potencializa a autonomia e o pensamento crítico, além de engajar estudantes em desafios do mundo real e fomentar *soft skills* essenciais para a atuação profissional.

O trabalho de Pinto *et al.* (2022) demonstra que a aplicação do eduScrum em cursos de Matemática resultou em ganhos importantes de motivação, trabalho em equipe e competências interpessoais, especialmente em turmas grandes e



diversificadas. A metodologia promove responsabilidade compartilhada e aprendizado contínuo, favorecendo habilidades como liderança, comunicação, colaboração e resiliência.

Arnold (2022) contribui, a partir de uma perspectiva interdisciplinar, ao tratar de aprendizagem baseada em projetos para questões de sustentabilidade, ressaltando que a complexidade e a heterogeneidade dos grupos impõem desafios ao uso de métodos ágeis em contextos muito abertos ou com múltiplos objetivos. O sucesso desse tipo de estratégia depende de constante *feedback*, suporte tutorial e reflexão integrada sobre ética, impacto social e domínio técnico.

Apesar de todos os trabalhos destacarem os benefícios das abordagens colaborativas e inovadoras, há diferenças de escopo e ênfase metodológica. Enquanto Tunnicliffe, Brown e Shekar (2022) e De Barros, Paiva e Hayashi (2023) abordam o desenvolvimento de habilidades técnicas e de autogestão em contextos predominantemente técnicos, Arnold (2022) expande o debate ao enfatizar os desafios enfrentados em projetos interdisciplinares, especialmente no tocante à integração de competências éticas e sociais. Essas divergências evidenciam que, embora estratégias como ABP, Scrum e eduScrum promovam o desenvolvimento de competências amplas, sua efetividade pode variar conforme o grau de complexidade dos problemas propostos, o perfil dos estudantes e o apoio institucional. Assim, permanece o desafio de criar critérios comparáveis para avaliar impactos em contextos educacionais distintos e de fomentar maior integração entre os diferentes enfoques para uma formação mais completa no Ensino de Engenharia.

A relação do *Cluster Verde* com os demais *clusters* se dá da seguinte maneira: com o *Cluster Vermelho*, por integrar estratégias que promovem liderança e comunicação; com o Amarelo, pela aplicação de métodos ágeis no suporte do aprendizado ativo; e com o Azul, por conectar inovação pedagógica a currículos alinhados ao contexto vocacional e ao mercado. Apesar dos avanços, persistem desafios em padronizar critérios de avaliação e mensuração dos impactos dessas estratégias, dado o alto grau de variabilidade entre disciplinas, objetivos e públicos, indicando a necessidade de pesquisas futuras com instrumentos comparativos mais robustos e acompanhamento longitudinal.



Lacunas identificadas nos trabalhos selecionados

A análise dos oito artigos revela limitações comuns aos quatro *clusters* – Competências e trabalho em equipe, Métodos ágeis na educação, Metodologias educacionais e Estratégias de ensino e aprendizagem. Apesar do avanço no uso de métodos ágeis no Ensino de Engenharia, a adoção permanece fragmentada e restrita.

A principal lacuna está na ausência de critérios padronizados para avaliar o impacto das metodologias ágeis. Enquanto alguns estudos, como o de De Barros, Paiva e Hayashi (2023) e de Tunnicliffe, Brown e Shekar (2022), valorizam competências como autonomia e pensamento crítico, outros, como o de Mikhridinova *et al.* (2022), priorizam competências técnicas. Essa diversidade de objetivos e enfoques dificulta a comparação de resultados e a generalização de conclusões.

Outra limitação é a aplicação ainda restrita das abordagens ágeis a disciplinas técnicas. Embora haja experiências em Matemática e Telecomunicações (Pócsová *et al.*, 2020; Pinto *et al.*, 2022), são raros estudos voltados à adaptação dessas metodologias em campos interdisciplinares, como sustentabilidade ou ética, como discutido por Arnold (2022). Isso limita a inclusão de dimensões sociais e éticas na formação de engenheiros.

Além disso, persiste uma desconexão entre os *clusters*. Há poucos trabalhos que articulam as competências interpessoais do *Cluster* Vermelho e as metodologias do *Cluster* Amarelo com currículos integrados e inovações do Azul e Verde. Por exemplo, Lourakis e Petridis (2023) abordam habilidades interpessoais, mas não estabelecem vínculos claros com demandas do mercado ou integração interdisciplinar.

Finalmente, destaca-se a escassez de estudos longitudinais. Trabalhos como os de López-Bravo *et al.* (2024) e de De Barros, Paiva e Hayashi (2023) focam em resultados imediatos, sem acompanhar como as competências desenvolvidas na graduação se refletem na atuação profissional. Pesquisas futuras devem priorizar estudos de longo prazo para compreender a relação entre formação acadêmica, competências adquiridas e inserção no mercado de trabalho.



CONCLUSÃO

A lacuna presente nas pesquisas atuais motivou a seguinte pergunta central: qual o impacto da aplicação de metodologias ágeis como o Scrum no Ensino de Engenharia, especialmente em áreas não relacionadas ao desenvolvimento de *software*, no desenvolvimento de competências do século XXI entre estudantes de graduação? Os resultados deste estudo indicam que o Scrum favorece o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas em diferentes áreas da engenharia, ainda que poucas investigações existam fora do contexto da computação (Scott *et al.*, 2016; Vogelzang, Admiraal e Van Driel, 2019).

Além de tornar o aprendizado mais dinâmico e aderente às demandas industriais, a aplicação do Scrum ainda enfrenta desafios importantes, como a falta de critérios padronizados de avaliação, a limitação a disciplinas técnicas e a ausência de pesquisas longitudinais sobre impactos profissionais. Essa realidade reforça a necessidade de adaptar e investigar metodologias ágeis para contextos interdisciplinares, conforme destacado por Fadel e Trilling (2009).

Esses achados oferecem subsídios relevantes para educadores, gestores e formuladores de políticas, sugerindo a realização de estudos comparativos com métodos tradicionais e avaliações de longo prazo. De modo geral, a integração de abordagens ágeis representa um caminho promissor para aprimorar a formação em engenharia, combinando competências técnicas e socioemocionais e preparando profissionais para desafios complexos e em constante transformação.

REFERÊNCIAS

- ARAGONÉS-JERICÓ, C.; CANALES-RONDA, P. Agile learning in marketing: Scrum in higher education. **Journal of Management and Business Education**, [s.l.], 2022.
- ARNOLD, M. G. Sustainability service learning in economics. **Journal of International Education in Business**, v. 15, n. 1, p. 106-125, 20 abr. 2022.
- BORREGO, M.; FOSTER, M. J.; FROYD, J. E. Systematic literature reviews in engineering education and other developing interdisciplinary fields. **Journal of Engineering Education**, v. 103, p. 45-76, 2014.
- CAVALCANTE, L. T. C.; OLIVEIRA, A. A. S. de. Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. **Psicologia em Revista**, v. 26, n. 1, p. 83-102, 2020.



- DE BARROS, V.; PAIVA, H.; HAYASHI, V. Using PBL and Agile to teach artificial intelligence to undergraduate computing students. **IEEE Access**, v. 11, p. 77737-77749, 2023.
- DEWEY, J. Education as engineering. **Journal of Curriculum Studies**, v. 41, p. 1-5, 1 fev. 2009.
- EDSTRÖM, K. Academic and professional values in engineering education: engaging with history to explore a persistent tension. **Engineering Studies**, v. 10, p. 38-65, 2 jan. 2018.
- FADEL, C.; TRILLING, B. **21st Century Skills: Learning for Life in Our Times**. 8 set. 2009.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.
- GRIFFIN, P.; MCGAW, B.; CARE, E. **Assessment and Teaching of 21st Century Skills**. v. 9789400723245, 19 out. 2011.
- JOHRI, A. Creating theoretical insights in engineering education. **Journal of Engineering Education**, v. 99, 2010.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering version 2.3. **Engineering**, [s. l.], v. 45, n. 4ve, p. 1051, 2007.
- LÓPEZ-ALCARRIA, A.; OLIVARES-VICENTE, A.; POZA-VILCHES, F. A systematic review of the use of agile methodologies in education to foster sustainability competencies. **Sustainability**, 22 maio 2019.
- LÓPEZ-BRAVO, C. *et al.* Improving learning experience through Scrum in telecommunications engineering curriculum. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 32, 2024.
- LOURAKIS, E.; PETRIDIS, K. Applying Scrum in an online Physics II undergraduate course: effect on student progression and soft skills development. **Education Sciences**, v. 13, n. 2, p. 126, 26 jan. 2023.
- MARTIN, A.; ANSLOW, C.; JOHNSON, D. Teaching agile methods to software engineering professionals: 10 years, 1000 release plans. In: BAUMEISTER, H.; LICHTER, H.; RIEBISCH, M. (orgs.). **Agile processes in software engineering and extreme programming. XP 2017. Lecture Notes in Business Information Processing**, v. 283. Cham: Springer, p. 151-166, 2017.
- METHLEY, A. M. *et al.* PICO, PICOS and SPIDER: A comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. **BMC Health Services Research**, v. 14, n. 1, p. 579, 2014.
- MIKHRIDINOVA, N. *et al.* Developing and improving competence profiles of project teams in engineering education. **Anais... Towards a New Future In Engineering Education: New Scenarios That European Alliances Of Tech Universities Open Up**, 2022, Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, p. 1388-1398, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1374>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- PINTO, C. M. A. *et al.* DrIVE-MATH project: case study from the Polytechnic of Porto, PT. **Open Education Studies**, v. 4, n. 1, p. 1-20, 1 jan. 2022.
- PÓCSOVÁ, J. *et al.* Implementation of agile methodologies in an engineering course. **Education Sciences**, v. 10, n. 11, p. 333, 17 nov. 2020.
- RAYYAN. **Rayyan** – Intelligent Systematic Review. Disponível em: <https://www.rayyan.ai/>. Acesso em: 29 nov. 2024.



- RODRÍGUEZ, G.; SORIA, Á.; CAMPO, M. Measuring the impact of agile coaching on students' performance. **IEEE Transactions on Education**, v. 59, p. 202-209, 5 jan. 2016.
- SCOTT, E. *et al.* Towards better Scrum learning using learning styles. **Journal of Systems and Software**, v. 111, p. 242-253, 5 dez. 2016.
- SECULES, S. *et al.* Zooming out from the struggling individual student: an account of the cultural construction of engineering ability in an undergraduate programming class. **Journal of Engineering Education**, v. 107, 2018.
- TUNNICLIFFE, M.; BROWN, N.; SHEKAR, A. Rapid learning cycles for project-based learning. **Anais... Rees Aae 2021 Conference: Engineering Education Research Capability Development**, 2022, [local]. p. 1094-1103, 29 mar. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3316/informit.355194663531384>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- VAN LAAR, E. *et al.* Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: a systematic literature review. **SAGE Open**, v. 10, 2020.
- VOGELZANG, J.; ADMIRAAL, W.; VAN DRIEL, J. A teacher perspective on Scrum methodology in secondary chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, 16 jan. 2020.
- VOGELZANG, J.; ADMIRAAL, W.; VAN DRIEL, J. Scrum methodology as an effective scaffold to promote students' learning and motivation in context-based secondary chemistry education. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 6 jul. 2019.
- VOSVIEWER. **VOSviewer**: Visualizing Scientific Landscapes. Disponível em: <https://www.vosviewer.com/>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- ZOTERO. **Zotero**. Disponível em: <https://www.zotero.org/>. Acesso em: 29 nov. 2024.