

PROPOSTA DE UM MODELO DE ENSINO DE COMPETÊNCIAS: ESTUDO DE CASO EM UM CURSO DE ENGENHARIA*

SKILLS TEACHING MODEL PROPOSAL: A CASE STUDY IN AN ENGINEERING COURSE

Fernanda Gobbi de Boer Garbin 1

Adriana Justin Cerveira Kampff 2

Renato Luís Valente de Boer 3

Resumo: Diante dos desafios apresentados pelo Ensino Remoto Emergencial, busca-se com o presente estudo propor um modelo de Ensino de Competências aos estudantes de um curso de Engenharia. Utilizou-se como referência o modelo TPACK, integrando a Aprendizagem Baseada em Projetos ao Ambiente Virtual de Aprendizagem à plataforma de videoconferência e à Simulação Computacional para abordar os conteúdos previstos. Trata-se de um Estudo de Caso, em que os resultados foram coletados por meio de um questionário de autoavaliação de competências e analisados utilizando técnicas estatísticas, como a estatística descritiva e o teste não paramétrico Wilcoxon. Foi possível observar uma melhora significativa após a aplicação do modelo de ensino proposto.

Palavras-chave: Ensino Remoto Emergencial. Ensino de Competências. Ensino de Engenharia. Aprendizagem Baseada em Projetos. TPACK.

Abstract: Faced with the challenges presented by Remote Emergency Teaching, this study seeks to propose a model for teaching skills to students in an engineering course. The TPACK model was used as a reference, integrating Project-Based Learning to the Virtual Learning Environment, videoconference platform and Computational Simulation to approach the planned contents. This is a case study, in which the results were collected through a competence self-assessment questionnaire and analyzed using statistical techniques, such as descriptive statistics and the non-parametric Wilcoxon test. It was possible to observe a significant improvement after applying the proposed teaching model.

Keywords: Emergency Remote Learning. Skills Teaching; Engineer Education. Project Based Learning. TPACK.

* O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

- 1** Mestre em Engenharia de Produção (UFRGS). graduada em Engenharia de Produção (PUCRS). Professora do magistério superior da Universidade Federal do Pampa. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3432768465753621>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9398-3429>. E-mail: fernandagarbin@unipampa.edu.br
- 2** Doutora em Informática (UFRGS). Mestre em Ciência da Computação (UFRGS). Bacharel em Informática (PUCRS). Professora adjunta da PUCRS. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Atualmente exerce o cargo de Pró-Reitora de Graduação e Educação Continuada na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3653442573499053>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1581-1693>. E-mail: adriana.kampff@pucrs.br
- 3** Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (UNISINOS). Graduado em Engenharia Mecânica (PUCRS). Professor da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7520892523464401>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9976-290X>. E-mail: rboer@unisinis.br

Introdução

Desde março de 2020, a sociedade tem sido impactada pelas consequências da pandemia ocasionada pela Covid-19. No âmbito educacional, a necessidade de distanciamento físico fez com que a modalidade de ensino presencial fosse revista, por meio de portarias, medidas provisórias e leis publicadas pelo MEC e Presidência da República. Inicialmente, a Portaria nº 343/2020 (alterada pelas Portarias nº 345/2020 e nº 395/2020) e a Medida Provisória nº 934/2020 (convertida na Lei nº 14.040/2020) autorizaram a substituição de aulas presenciais por aulas mediadas por tecnologias digitais, resultando na modalidade denominada Ensino Remoto Emergencial.

De acordo com Pereira, Rocha e Vicente (2021), o Ensino Remoto Emergencial caracteriza-se pelo uso de metodologias alternativas de ensino e de tecnologias digitais, com destaque para os ambientes virtuais de aprendizagem e as plataformas de videoconferências. Nesse novo contexto, professores e estudantes precisaram se adaptar, superando desafios relacionados ao conhecimento e ao acesso para o uso das tecnologias digitais. Apesar dos desafios ainda existentes, percebe-se que essa nova modalidade impulsionou o uso de tecnologias digitais no ensino superior, de modo que, no retorno ao ensino presencial, se espera que essas tecnologias sejam incorporadas, configurando uma educação híbrida (BACICH; MORAN; FLORENTINO, 2021).

Diante do contexto apresentado, observa-se um processo de mudança acelerado quanto aos métodos de ensino e ao uso de tecnologias digitais no ensino superior. Porém, a importância dessas no contexto educacional já era reconhecida antes da pandemia. Em uma revisão da literatura, Carneiro *et al.* (2020) constataram que as ferramentas digitais podem beneficiar o aprendizado colaborativo e inovar os processos de ensino e aprendizagem. Entre as ferramentas digitais, incluem-se não só os ambientes virtuais de aprendizagem, as redes sociais, os blogs, entre outros recursos amplamente utilizados, mas também se pode considerar o uso de softwares específicos, como os simuladores. Garbin e Kampff (2021), em uma revisão da literatura, observaram que a simulação computacional associada a metodologias ativas pode promover o desenvolvimento de competências por estudantes de cursos de Engenharia.

No que se refere aos cursos de Engenharia, as Diretrizes Curriculares Nacionais foram publicadas por meio da Resolução CNE/CES nº 2/2019, incentivando o uso de tecnologias digitais e ratificando o Ensino por Competências. Dessa forma, os cursos de Engenharia estão em processo de revisão curricular, o que inclui as competências a serem desenvolvidas pelos estudantes, as metodologias e os recursos de ensino. O presente estudo foi desenvolvido com estudantes do curso de Engenharia de Produção de uma universidade pública localizada no sul do país, matriculados no componente curricular Simulação.

Portanto, em um cenário de Ensino Remoto, identifica-se a necessidade de promover o desenvolvimento de competências, ao mesmo tempo que são incorporadas tecnologias digitais em maior proporção se comparado ao período que antecede à pandemia. Tem-se a seguinte questão de pesquisa: como promover o desenvolvimento de competências dos estudantes de um curso de Engenharia? Como solução, busca-se propor um modelo de Ensino de Competências para o seu desenvolvimento. No desenvolvimento da proposta, utiliza-se como referência o modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), que apresenta a influência das metodologias de ensino, tecnologias e conteúdos para o desenvolvimento de competências, proposto inicialmente por Mishra e Koehler (2006).

Este artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente se caracteriza o contexto em que este estudo foi desenvolvido. A seguir, apresentam-se referenciais teóricos sobre Ensino de Competências, Aprendizagem Baseada em Projetos, Modelagem e Simulação Computacional e o modelo TPACK, que embasaram a proposta elaborada. Depois se identifica a metodologia utilizada e o modelo de ensino desenvolvido, para então descrever os resultados alcançados. Por fim, são tecidas as considerações finais.

Ensino de competências e aprendizagem baseada em projetos

Paz e Rocha (2021) ressaltam a importância das competências para atuar profissionalmente e em sociedade. Assim as compreendem como a “mobilização dos conhecimentos, habilidades e

atitudes para exercer demandas cotidianas, do exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (PAZ; ROCHA, 2021, p. 130). No que se refere ao desenvolvimento de competências, deve ser objetivo da educação o pleno desenvolvimento da pessoa nos âmbitos social, interpessoal, pessoal e profissional, o que se dá por meio do Ensino de Competências (ZABALA; ARNAU, 2010).

Zabala e Arnau (2020) apresentam as características essenciais do Ensino de Competências, quais sejam: incentivar a compreensão do significado das competências aprendidas; promover o entendimento sobre a complexidade das situações em que são utilizadas; contemplar seu caráter procedimental; e prever atividades que permitam a combinação integrada dos conhecimentos que são aprendidos a partir de suas funcionalidades. Os autores ainda destacam que a aprendizagem de competências está atrelada a uma aprendizagem significativa e profunda, ou seja, cujo sentido e funcionalidade do conteúdo são reconhecidos pelos estudantes.

Em meio ao desenvolvimento acelerado das tecnologias digitais, vive-se em uma sociedade do conhecimento, onde os estudantes devem adquirir competências técnicas, comportamentais, sociais, de criatividade e pensamento crítico (PAZ; ROCHA, 2021). Para isso, os autores sugerem as metodologias ativas, provendo oportunidades para que os estudantes exerçam papel ativo, colocando em prática os conhecimentos e refletindo sobre o aprendizado. Além das demandas externas, há um crescente descontentamento e falta de motivação dos estudantes quanto aos métodos ditos tradicionais, nos quais são apenas receptores de conhecimento (TEIXEIRA; SILVA; BRITO, 2019). Como solução para esse problema, em uma pesquisa-ação, os autores propõem o uso da aprendizagem ativa, observando que os estudantes de cursos de graduação em Engenharia apresentaram retornos positivos nas avaliações e nas percepções quanto aos processos de ensino e aprendizagem.

Os métodos de Ensino de Competências devem incentivar a ação dos estudantes (ZABALA; ARNAU, 2020). Entre os Métodos de Aprendizagem Ativa, tem-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). De acordo com o *Buck Institute for Education* (2008, p. 18), a ABP pode ser definida como “um método sistemático de ensino que envolve os alunos na aquisição de conhecimentos e habilidades, por meio de um extenso processo de investigação estruturado em torno de questões complexas e autênticas e de produtos e tarefas cuidadosamente planejados”. Os resultados de aprendizagem satisfatórios derivados da ABP são relatados na literatura, como indicam Guo *et al.* (2020), a partir de uma análise de artigos contendo relatos no ensino superior. Nos referidos estudos, identifica-se o desenvolvimento de competências específicas, assim como competências necessárias a todos os profissionais, como capacidade para resolver problemas, trabalhar em equipe e pensar criticamente.

São identificados diferentes modelos de implementação da ABP, de acordo com a abrangência dos projetos, conforme esclarece Moran (2018): projetos dentro de cada disciplina, projetos integradores e projetos transdisciplinares. Os projetos realizados em cada disciplina geralmente abordam temas específicos, desenvolvidos ao longo de todo o tempo de duração da disciplina ou em períodos reduzidos. Segundo o autor, um conjunto de sete atividades para a condução da ABP pode ser seguido: atividades para motivação e contextualização, brainstorming, organização, registro e reflexão, atividades de melhoria de ideias, produção e apresentação e/ou publicação.

Assim, segundo Moran (2018), as atividades iniciais devem envolver os estudantes com o tema abordado, o qual deve ser discutido para a geração de ideias e questões de investigação. A seguir, os grupos de estudantes devem organizar o trabalho a ser feito, dividindo tarefas e responsabilidades, e selecionando os recursos que serão utilizados. As atividades para a condução da ABP também contemplam os registros para avaliação e reflexão sobre a qualidade dos produtos e processos gerados, além de pesquisas para melhoria de ideias e compartilhamento de boas práticas. O autor também menciona as atividades de produção para aplicação de conhecimentos no desenvolvimento de soluções para os problemas estudados; e as atividades de registro e apresentação dos resultados alcançados.

Neste estudo, a ABP foi metodologia escolhida para abordar a Modelagem e a Simulação Computacional apresentadas na seção seguinte.

Modelagem e simulação computacional

Com o objetivo de melhor compreender a Modelagem e a Simulação, vale apresentar os conceitos dos termos em separado. Maria (1997, p. 7) define a Modelagem como “o processo de produzir um modelo”, em que esclarece que modelo é uma “representação da construção ou operação de um sistema de interesse”. A autora afirma que os modelos possuem características semelhantes aos sistemas reais, porém mais simples, o que permite a análise e a tomada de decisão. Quanto à Simulação, Maria (1997, p. 7) define como “a operação de um modelo de um sistema”, ou seja, trata-se de uma ferramenta que permite estudar sistemas reais ou teóricos, avaliando suas performances em diferentes configurações ao longo do tempo.

A Simulação Computacional é definida por Smetana e Bell (2012) como a geração de modelos dinâmicos que representam sistemas reais e seus processos por meio de computadores. Segundo os autores, foi inicialmente concebida para fins de pesquisa, com o objetivo de apresentar conceitos teóricos ou simplificações de fenômenos, componentes e processos reais. Alguns exemplos de aplicações incluem animação, visualização e laboratórios interativos.

Maria (1997) relata que ferramentas e softwares específicos foram desenvolvidos para diversos tipos de simulação, os quais demandam conhecimento de programação ou não. Eles podem ter recursos visuais, e são flexíveis para atender a diferentes objetivos. Com o desenvolvimento computacional, passaram a ser cada vez mais utilizados para a resolução de problemas complexos ou em processos de inovação (MAGANA *et al.*, 2017). O uso da Simulação no contexto educacional não é uma estratégia nova, porém tem crescido nas duas últimas décadas devido ao desenvolvimento tecnológico (SMETANA; BELL, 2012) e ao reconhecimento da necessidade de desenvolver o Pensamento Computacional (MAGANA; JONG, 2018).

De acordo com Chernikova *et al.* (2020), a Simulação no ensino superior permite a aproximação dos estudantes à prática, tendo como referências sistemas reais, porém com menor complexidade e parâmetros controlados. Como resultado, observa-se maior engajamento por parte dos estudantes e um ambiente propício ao desenvolvimento de competências, sendo o pensamento crítico, a solução de problemas, a comunicação e o trabalho em equipe destacados pelos autores. Magana (2017) relata que, nos cursos de engenharia, a Modelagem e a Simulação têm sido empregadas como ferramentas analíticas para apoiar o estudo de fenômenos complexos. Smetana e Bell (2012) complementam que também têm sido utilizadas como forma de aproximar a teoria dos processos de inovação por meio da realização de experimentos.

Diante do exposto nessa seção, percebe-se que, para planejar as estratégias adequadas ao ensino de competências, é preciso considerar os conhecimentos, as tecnologias e as metodologias de ensino de forma integrada, como propostos pelo modelo TPACK, descrito a seguir.

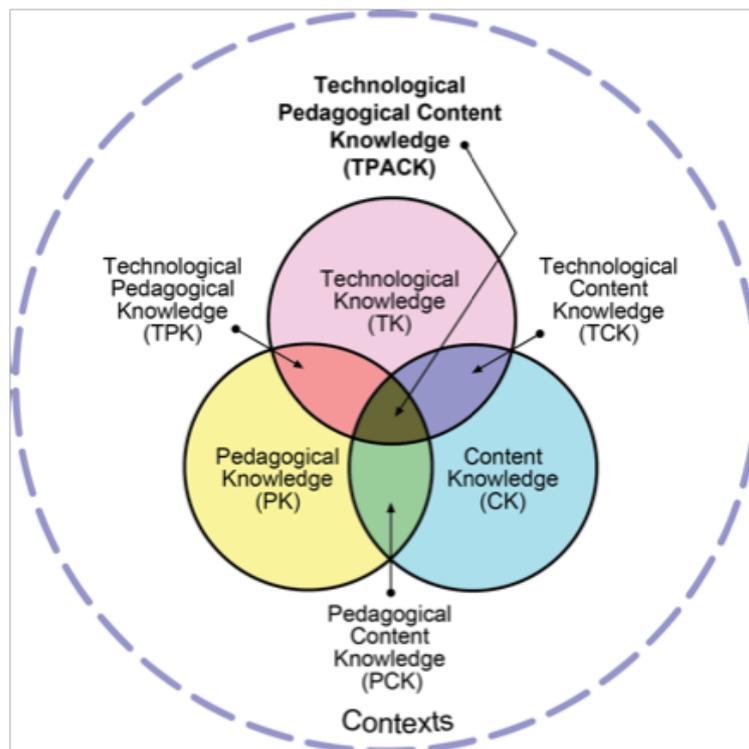
Modelo TPACK

A educação do século XX e XXI é marcada por métodos, metodologias e tendências ligadas às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (PAZ; ROCHA, 2021). Vive-se em meio a uma Cultura Digital, em que os dispositivos digitais são utilizados em massa para acessar informações e produzi-las, de forma individual ou colaborativa (BANNELL *et al.*, 2016). Nesse contexto, os autores defendem que as tecnologias digitais ampliam e modificam as funções cognitivas humanas; consequentemente, é preciso repensar os processos tradicionais de ensino e aprendizagem.

As tecnologias digitais podem criar oportunidades para o aprendizado dependendo de como são utilizadas (BANNELL *et al.*, 2016). Quando as tecnologias são associadas às metodologias ativas, podem ser observados benefícios para o aprendizado, conforme revisão da literatura realizada por Carneiro *et al.* (2020). Dessa forma, para planejar estratégias de ensino adequadas, sugere-se utilizar o modelo *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK), o qual integra os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo, de acordo com o contexto em que se está atuando. De acordo com Mutanga, Nazandonyi e Bhukuvhani (2018), o ensino de engenharia pode se beneficiar do modelo, já que tem crescido o interesse de professores em incorporar tecnologias digitais em suas aulas para auxiliar os estudantes na compreensão do conteúdo e desenvolvimento de competências digitais.

O modelo TPACK propõe a interposição de três tipos de conhecimento – de conteúdo, pedagógico e tecnológico – como forma de promover o aprendizado a partir de suas relações dinâmicas e transacionais (TPACK ORG, 2012). Além dos conhecimentos que compõem o modelo, se reconhece que as situações em que os processos de ensino e aprendizagem ocorrem são únicas, de modo que o contexto também deve ser observado ao se planejar estratégias de ensino (TPACK ORG, 2012). A Figura 1 representa o modelo TPACK.

Figura 1. Modelo TPACK.



Fonte: (TPACK ORG, 2012).

Tendo o modelo TPACK como referência, foi proposto um modelo de ensino para o desenvolvimento de competências de estudantes de engenharia, o qual é descrito na seção seguinte.

Metodologia

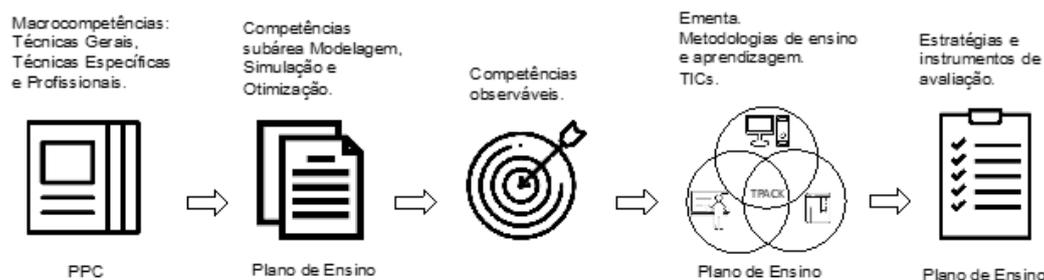
Nesta seção apresenta-se o modelo de ensino proposto, assim como a metodologia utilizada para análise dos resultados de sua aplicação.

Proposta de um modelo de ensino

O modelo de ensino proposto foi desenvolvido a partir das competências da subárea Modelagem, Simulação e Otimização, conforme organização das áreas da Engenharia de Produção apresentadas pela ABEPRO (2022) e descritas no Projeto Pedagógico do Curso, as quais foram desdobradas em competências observáveis para posterior avaliação. Essas competências advêm do conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes demandadas aos estudantes, de acordo com Zabala e Arnau (2020) e Paz e Rocha (2021). Considerando essas competências como objetivos de aprendizagem, definiu-se como metodologia central a Aprendizagem Baseada em Projetos, considerando os resultados, apresentados por *Buck Institute for Education* (2008) e Guo *et al.* (2020), como tecnologias digitais o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle®, para

a disponibilização de materiais e interação com os estudantes por meio de fóruns e atividades; a plataforma de videoconferência Google Meet®, para a interação síncrona durante o Ensino Remoto, em consonância com o proposto por Pereira, Rocha e Vicente (2021); e o simulador Arena®, para a simulação de eventos discretos, conforme descrito por Garbin e Kampff (2021). O diagrama da Figura 2 apresenta o processo de desenvolvimento da proposta.

Figura 2. Processo de desenvolvimento do modelo de ensino.



Fonte: Autores.

O semestre foi organizado em 15 aulas em que se alternavam atividades síncronas e assíncronas. Durante esse período, os estudantes desenvolveram um projeto real, em grupos, de modo que buscaram analisar e propor soluções para um sistema produtivo por meio da Simulação Computacional. Durante o semestre foram realizadas quatro entregas com resultados parciais, os quais foram discutidos pela turma com mediação da professora. Além disso, a professora retornou as avaliações das entregas parciais aos grupos, possibilitando a correção para a entrega final do relatório. O Quadro 1 apresenta a distribuição das atividades e suas relações com as etapas da Aprendizagem Baseada em Projetos, de acordo com Moran (2018). Também são identificadas as modalidades das aulas e os recursos tecnológicos utilizados.

Quadro 1. Organização das atividades.

Aulas	Atividades	Etapa ABP (MORAN, 2018)	Modalidade	Recurso tecnológico
1	Apresentação do Plano de Ensino	Atividades para motivação e contextualização.	Síncrono	Moodle Google Meet
	Aula expositiva dialogada: introdução à Simulação			
2	Aula expositiva dialogada: Método de Simulação	Atividades para motivação e contextualização.	Síncrono	Moodle Google Meet
3	Projeto: formulação do problema e planejamento do projeto de simulação	Atividades de <i>brainstorming</i> .	Assíncrono	Moodle
	Entrega 1 pelos grupos	Atividades de organização.		
4	Aula expositiva dialogada: modelos conceituais	Atividades de melhoria de ideias.	Síncrono	Moodle Google Meet
	Retorno da avaliação da entrega 1			

Aulas	Atividades	Etapa ABP (MORAN, 2018)	Modalidade	Recurso tecnológico
5	Projeto: caracterização do sistema em estudo e formulação do modelo conceitual	Atividades de produção.	Assíncrono	Moodle
	Entrega 2 pelos grupos	Atividades de registro e reflexão.		
6	Aula expositiva dialogada: coleta, análise e tratamento de dados	Atividades de melhoria de ideias.	Síncrono	Moodle Google Meet Planilhas eletrônicas Software Arena
	Retorno da avaliação da entrega 2			
7	Projeto: coleta, análise e tratamento dos dados	Atividades de produção.	Síncrono	Google Meet Planilhas eletrônicas Software Arena
8	Projeto: coleta, análise e tratamento dos dados	Atividades de produção.	Assíncrono	Moodle Planilhas eletrônicas Software Arena
	Entrega 3 pelos grupos	Atividades de registro e reflexão.		
9	Aula expositiva dialogada: construção de modelos para simulação	Atividades de melhoria de ideias.	Síncrono	Moodle Google Meet Software Arena
	Retorno da avaliação da entrega 3			
10	Projeto: construção de modelos de simulação	Atividades de produção.	Síncrono	Moodle Google Meet Software Arena
11	Projeto: construção de modelos de simulação	Atividades de produção.	Assíncrono	Moodle Software Arena
	Entrega 4 pelos grupos	Atividades de registro e reflexão.		

Aulas	Atividades	Etapa ABP (MORAN, 2018)	Modalidade	Recurso tecnológico
12	Aula expositiva dialogada: verificação e validação dos modelos de simulação	Atividades de melhoria de ideias.	Síncrono	Moodle Google Meet Planilhas eletrônicas Software Arena
	Aula expositiva dialogada: experimentação			
	Retorno da avaliação da entrega 4			
13	Projeto: verificação, validação, experimentação e documentação	Atividades de produção.	Síncrono	Planilhas eletrônicas Software Arena
14	Projeto: verificação, validação, experimentação e documentação	Atividades de produção.	Assíncrono	Moodle Planilhas eletrônicas Software Arena
	Entrega do Relatório Final pelos grupos	Atividades de registro e reflexão.		
15	Retorno da avaliação do Relatório Final	Atividades de apresentação e/ou publicação.	Síncrono	Moodle Google Meet

Fonte: Autores.

Os resultados dessa proposta foram coletados e analisados conforme descrito a seguir.

Metodologia de Pesquisa

Esta estratégia de pesquisa pode ser classificada como um Estudo de Caso, de acordo com Yin (2005). Tendo como referência Estriegana, Merodio e Barchino (2019) e Castedo *et al.* (2019), propõe-se para o presente estudo a aplicação de um questionário de autoavaliação de competências, aplicado em dois momentos: no início e no final do semestre letivo. O questionário contém 25 afirmativas em que os estudantes indicam seus níveis de concordância em escala Likert de 5 pontos, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente, 3 – Estou indeciso(a), 4 – Concordo parcialmente e 5 – Concordo totalmente. As afirmativas avaliadas são descritas no Quadro 2.

Quadro 2. Questionário de autoavaliação de competências.

Leia as afirmativas a seguir e indique seu nível de concordância:	Escala				
	1	2	3	4	5
1. Conheço no que consiste a atividade de modelagem e seus objetivos.					
2. Sou capaz de reconhecer as diferentes notações de modelagem (as mais comuns para a área de formação), seus objetivos e regras.					
3. Conheço no que consiste a atividade de simulação e seus objetivos.					

Leia as afirmativas a seguir e indique seu nível de concordância:	Escala				
	1	2	3	4	5
4. Sou capaz de reconhecer situações em que a simulação pode ser aplicada, considerando requisitos, vantagens e desvantagens.					
5. Sou capaz de definir o escopo do projeto, identificar os envolvidos e os recursos necessários para a sua realização em um estudo de simulação. Também sou capaz de identificar as atividades que serão executadas e seus prazos.					
6. Sou capaz de identificar os elementos que compõem o sistema em estudo, como entradas, processos, saídas, filas, clientes, servidores e materiais.					
7. Sou capaz de definir a notação a ser utilizada para a construção do modelo conceitual com base nos objetivos do estudo e nível de detalhamento.					
8. Sou capaz de aplicar as técnicas e regras da notação escolhida para representar o sistema em estudo em um modelo conceitual.					
9. Sou capaz de compreender as regras de funcionamento do sistema em estudo a partir do modelo conceitual construído, incluindo os fluxos de materiais e informações.					
10. Sou capaz de identificar os dados que caracterizam o sistema e deverão ser coletados (indicadores de filas), sua natureza e fonte.					
11. Sou capaz de definir as estratégias para coleta de dados, como cronoanálise, consulta a sistemas, documentos e/ou especialistas.					
12. Sou capaz de aplicar estratégias para coleta de dados, como cronoanálise, consulta a sistemas, documentos e/ou especialistas.					
13. Sou capaz de aplicar métodos estatísticos para tratamento dos dados, utilizando ferramentas computacionais específicas.					
14. Sou capaz de reconhecer as características básicas do sistema de simulação Arena e suas principais ferramentas.					
15. Sou capaz de traduzir o modelo conceitual para a notação utilizada pelo Arena e configurar o funcionamento do modelo.					
16. Sou capaz de definir os métodos de validação e verificação adequados ao estudo de simulação e aplicá-los.					
17. Sou capaz de analisar os resultados obtidos a partir da validação e verificação, e com base neles decidir sobre as próximas ações.					
18. Sou capaz de observar um modelo e identificar as variáveis que descrevem o seu desempenho.					

Leia as afirmativas a seguir e indique seu nível de concordância:	Escala				
	1	2	3	4	5
19. Sou capaz de definir um modelo de experimento adequado ao estudo de simulação e aplicá-lo, utilizando ferramentas computacionais específicas.					
20. Sou capaz de analisar e interpretar os resultados de um experimento de forma a coletar informações a respeito do sistema em estudo.					
21. Sou capaz de analisar os resultados da simulação e decidir sobre a solução para o problema inicial, justificando a escolha com argumentação técnica.					
22. Sou capaz de redigir um relato científico, seguindo o modelo de um artigo.					
23. Sou capaz de compreender os conceitos e cálculos relacionados ao método de Monte Carlo.					
24. Sou capaz de redigir relatórios técnicos, comunicando de forma eficaz os resultados de um projeto.					
25. Sou capaz de trabalhar em equipe.					

Fonte: Autores.

A análise dos dados coletados foi realizada por meio da estatística descritiva e teste de hipótese. Os dados coletados a partir da escala Likert são classificados como ordinais, ou seja, quando há uma ordem entre as categorias avaliadas. Para esses tipos de dados, recomenda-se o uso de medidas de tendência central, como a moda e a mediana, e frequência de ocorrência para cada categoria, além da representação em gráficos de barras (MIOT, 2020). Ainda se utilizou o gráfico de radar para observar a distribuição das avaliações, conforme Teixeira, Silva e Brito (2019).

Quanto aos testes de hipótese, quando os pressupostos dos testes paramétricos não forem atendidos e/ou as amostras forem pequenas, pode-se recorrer aos testes não paramétricos (VIEIRA, 2003). Dessa forma, para analisar se houve melhora de desempenho nas competências avaliadas ao final do período letivo, foi escolhido o teste não paramétrico Wilcoxon, que utiliza como parâmetro a mediana das diferenças das avaliações (η) antes e depois (SIEGEL; CASTELLAN JR., 2006). A análise estatística foi realizada pelo software Minitab®, e as hipóteses testadas são:

- H0: $\eta = 0$, quando não há melhora de desempenho;
- H1: $\eta > 0$, quando há melhora de desempenho.

Os sujeitos avaliados são estudantes do curso de Engenharia de Produção, entre o oitavo e décimo semestre, de um total de dez semestres. As respostas das avaliações foram compiladas, totalizando 17 para a inicial e 15 para a final, sendo que 14 respostas possuem correspondência inicial e final, as quais foram selecionadas para análise estatística. Todos os 14 respondentes afirmaram não ter contato com o conteúdo de Simulação em momento anterior ao componente curricular.

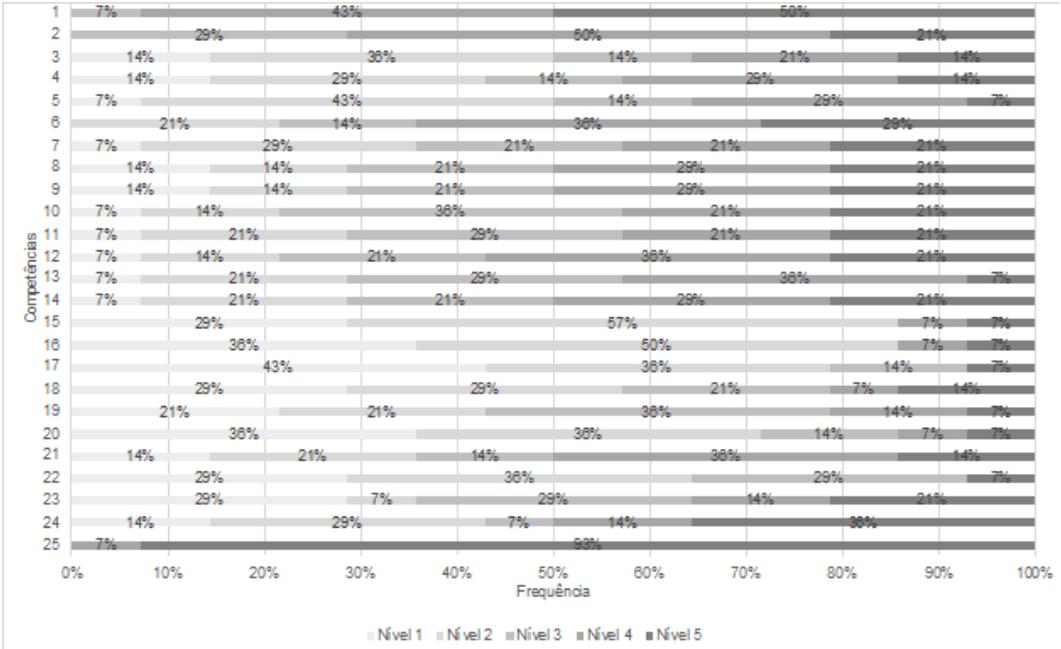
No tópico a seguir, são descritos e analisados os resultados.

Resultados e discussões

Por meio de um questionário de autoavaliação, buscou-se conhecer a percepção dos estudantes quanto ao seu nível de desenvolvimento para cada competência avaliada, conforme descrito na seção anterior. Na Figura 3, apresenta-se o gráfico de barras com as frequências em que cada nível é indicado para cada competência, no início do período letivo. Observa-se que 50% dos respondentes indicaram níveis insatisfatórios (níveis 1 e 2) ou não souberam avaliar seu nível de desenvolvimento (nível 3) em 20 das 25 competências, o que demonstra a necessidade de avançar

para os níveis 4 e 5, considerados satisfatórios.

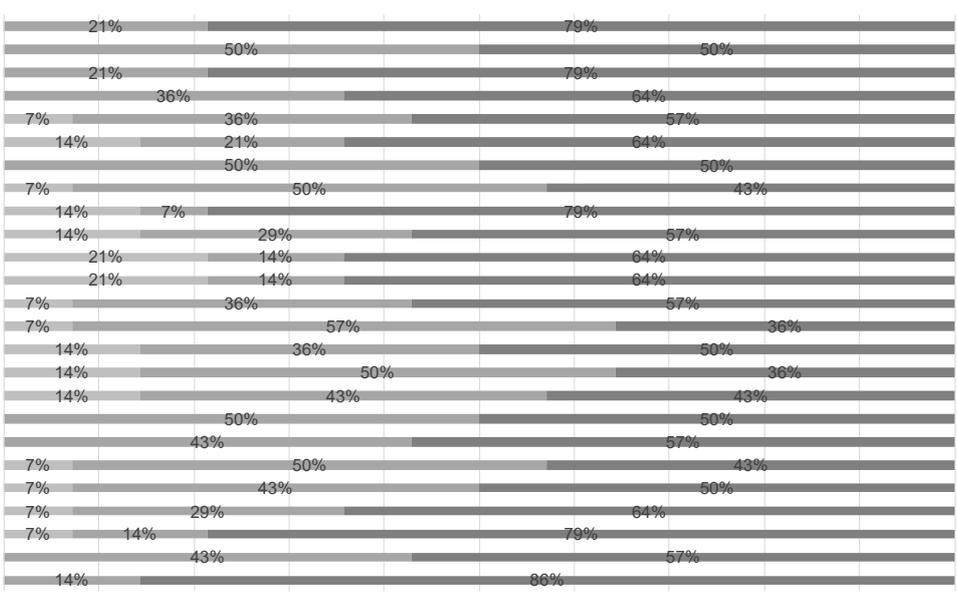
Figura 3. Resultado da autoavaliação de competências no início do período letivo.



Fonte: Autores.

Ao analisar os dados coletados ao final do período letivo, pôde-se observar uma melhora no desempenho dos estudantes, de acordo com a autoavaliação. Conforme o Gráfico de Barras apresentado na Figura 4, não há competências classificadas nos níveis 1 e 2, enquanto, em momento anterior, 23 competências tiveram os níveis 1 ou 2 indicados; e 20 competências foram classificadas no quinto nível por mais de 50% dos respondentes, porém, inicialmente, apenas 2 competências foram classificadas no quinto nível por 50% ou mais dos respondentes.

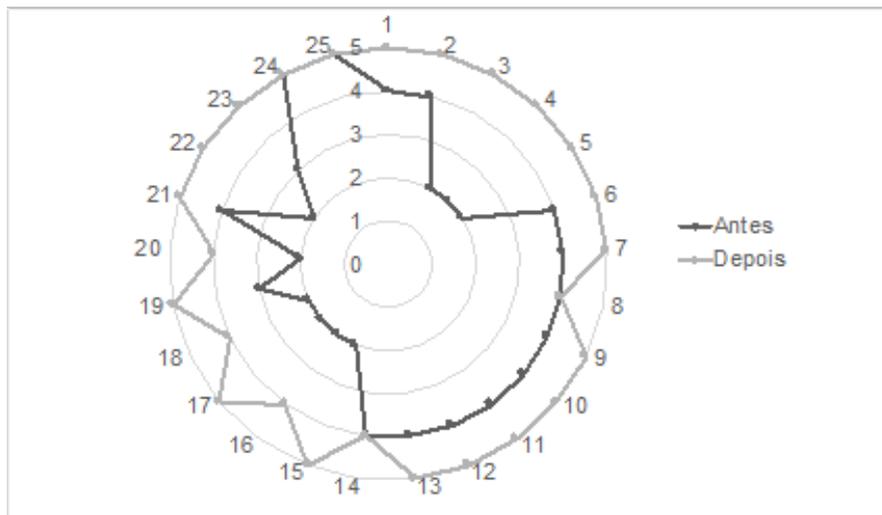
Figura 4. Resultado da autoavaliação de competências no final do período letivo.



Fonte: Autores.

Para avaliar a distribuição nos níveis para o conjunto de competências, optou-se pelo gráfico de radar com a medida de tendência central moda, conforme Figura 5. É possível observar uma maior heterogeneidade entre as modas dos níveis avaliados para as competências, indicando que os estudantes consideravam ter um bom desempenho para algumas, enquanto para outras o mesmo era insatisfatório. Porém, na avaliação final, observa-se uma maior homogeneidade entre as modas dos níveis das competências avaliadas.

Figura 5. Distribuição dos níveis para o conjunto de competências.



Fonte: Autores.

Também se buscou conhecer se houve melhora de desempenho nas competências avaliadas por meio do teste de hipótese não paramétrico Wilcoxon. Considerando 95% de confiança, as probabilidades para os testes (*p-value*) são apresentadas na Tabela 1. Observa-se que apenas para as competências 1 e 25 não se pode rejeitar H_0 . Para as demais competências, pressupõe-se que há uma melhora significativa.

Tabela 1. *p-value* do teste Wilcoxon.

Competências	<i>p-value</i>
1	0,092
2	0,025
3	0,001
4	0,004
5	0,002
6	0,014
7	0,005
8	0,010
9	0,005
10	0,006
11	0,005
12	0,016
13	0,005

Competências	<i>p-value</i>
14	0,015
15	0,001
16	0,001
17	0,001
18	0,002
19	0,002
20	0,001
21	0,009
22	0,001
23	0,005
24	0,009
25	0,789

Fonte: Autores.

Portanto, diante das informações apresentadas, sugere-se que o modelo de ensino proposto para o desenvolvimento de competências mostrou-se adequado, conforme avaliação dos estudantes quanto às suas competências. Dessa forma, tem-se a integração entre conteúdo, metodologias e tecnologias, de acordo com o Modelo TPACK, no contexto de Ensino Remoto, que promove o Ensino de Competências.

Considerações Finais

Considerando os desafios apresentados pelo Ensino Remoto Emergencial para adaptação das metodologias e tecnologias digitais, foi proposto nesse estudo um modelo de Ensino de Competências aos estudantes de um curso de Engenharia. Tendo como base o modelo TPACK, a proposta integrou a Aprendizagem Baseada em Projetos ao uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem, plataforma de videoconferência e Simulação Computacional para abordar os conteúdos específicos do componente curricular Simulação.

Os resultados do modelo de ensino proposto foram coletados por meio de um questionário de autoavaliação de competências e analisados utilizando técnicas estatísticas. Foi possível observar que há uma melhora significativa para 23 das 25 competências avaliadas pelos estudantes após a aplicação do modelo. Dessa forma, respondeu-se à questão de pesquisa, sobre como promover o desenvolvimento de competências dos estudantes de um curso de Engenharia.

Diante dos resultados, considera-se que o modelo TPACK mostrou-se adequado para planejar estratégias de ensino. Também se percebe que as Metodologias Ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos, contribuem para que os estudantes no desenvolvimento de habilidades e atitudes, assim como as tecnologias digitais, que também auxiliam no acesso e na compreensão dos conteúdos estudado.

Para estudos futuros, sugere-se ampliar a análise de dados, utilizando outros recursos, como as avaliações dos projetos. Também se propõem analisar as alterações necessárias para o momento de retorno às aulas presenciais, pressupondo o Ensino Híbrido como alternativa.

Referências

- ABEPRO. **A profissão da Engenharia de Produção**. 2022. Disponível em: <http://portal.abepro.org.br/profissao/>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- BACICH, Lilian; MORAN, José; FLORENTINO, Elisângela. Educação Híbrida: reflexões para a educação pós-pandemia. **Políticas Educacionais em Ação**, n. 14, abr. 2021. Disponível em: https://ceipe.fgv.br/sites/ceipe.fgv.br/files/artigos/ceipe_politicas_educacionais_em_acao_14_educacao_hibrida.pdf. Acesso em: 5 jan. 2022.
- BANNEL, Ralph; DUARTE, Rosália; CARVALHO, Cristina; PISCHETOLA, Magda; MARAFON, Giovanna; CAMPOS, Gilda Helena B. de. **Educação no Século XXI: cognição, tecnologias e aprendizagens**. Rio de Janeiro: Editora PUC, 2016.
- CARNEIRO, Leonardo de Andrade; ARAÚJO, Humberto X. de; PRATA, David Nadler; BARBOSA, Gentil Veloso. Ferramentas digitais de aprendizagem: uma revisão da literatura. **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 7, n. 9, p. 214-221, jun. 2020. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/2028>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. **Aprendizagem baseada em projetos**: guia para professores de ensino fundamental e médio. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- CASTEDO, Ricardo; LÓPEZ, Lina M.; CHIQUITO, María; NAVARRO, Juan; CABRERA, José D.; ORTEGA, Marcelo F. Flipped classroom – comparative case study in engineering higher education. **Computer Applications in Engineering Education**, Honolulu, v. 27, n. 1, p. 206-216, jan. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.22069>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- CHERNIKOVA, Olga; HEITZMANN, Nicole; STADLER, Matthias; HOLZBERGER, Doris; SEIDEL, Tina; FISCHER, Frank. Simulation-Based Learning in Higher Education: a Meta-Analysis. **Review of Educational Research**, v. 20, n. 10, 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.3102/0034654320933544>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- ESTRIEGANA, Rosa; MERODIO; José Amelio Medina; BARCHINO, Roberto. Analysis of competence acquisition in a flipped classroom approach. **Computer Applications in Engineering Education**, Honolulu, v. 27, n. 1, p. 49-64, jan. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.22056>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- GARBIN, Fernanda Gobbi de Boer; KAMPFF, Adriana Justin Cerveira. Uso da simulação para ensino de engenharia: aplicações em cursos de graduação brasileiros. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 49., 2021, Evento Online. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2021. Disponível em: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 5 jan. 2022.
- GUO, Pengyue; SAAB, Nadira; POST, Lysanne S.; ADMIRAAL, Wilfried. A review of project-based learning in higher education: student outcomes and measures. **International Journal of Education Research**, v. 102, p. 1-13, maio 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035519325704>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- MAGANA, Alejandra J.; FALK, Michael L.; VIEIRA, Camilo; REESE JR. Michael J.; ALABI, Oluwatosin; PATINET, Sylvain. Affordances and challenges of computational tools for supporting modeling and simulations practices. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 25, n. 3, p. 352-375, maio 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.21804>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- MAGANA, Alejandra J. Modeling and simulation in engineering education: a learning progression. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 143, n. 4, out. 2017. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000338](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000338). Acesso em: 4 ago. 2021.

MAGANA, Alejandra J.; JONG, Ton de. Modeling and simulation practices in engineering education. **Computer Applications in Engineering Education**, Honolulu, HI, v. 26, n. 4, p. 731-738, jun. 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.21980>. Acesso em: 5 jan. 2022.

MARIA, Anu. Introduction to modeling and simulation. **Anais da Conference on Winter Simulation**, Atlanta, 1997. Trabalho apresentado na 29th Conference on Winter Simulation, 1997, Atlanta. Disponível em: <https://informs-sim.org/wsc97papers/prog97sim.html>. Acesso em: 5 jan. 2022.

MIOT, Hélio Amante. Análise de dados ordinais em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, n. 19, p. 1-4, set. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jvb/a/BfhFM Bc4vKzPzJYGQyTHY6r/?lang=pt>. Acesso em: 5 jan. 2022.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teacher College Record**, Nova York, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, jun. 2006. Disponível em: <https://www.punyamishra.com/wp-content/uploads/2008/01/mishra-koehler-tcr2006.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2022.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 2-25.

MUTANGA, Patrick; NEZANDONYI, Jacob; BHUKUVHANI, Crispin. Enhancing engineering education through technological pedagogical and content knowledge (TPACK): a case study. **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology**, Cave Hill, v. 14, n. 4, p. 39-49, 2018. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1201556.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2022.

PAZ, José Flávio da; ROCHA, Rical Spirandeli. Metodologias ativas, pensamento crítico e criativo e outras tendências para o ensino da atualidade. **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 8, n. 42, p. 122-131, jul. 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/4886>. Acesso em: 5 jan. 2022.

PEREIRA, Muniz Araújo; ROCHA, Damião; VICENTE, Kyles Batista. O Ensino Remoto Emergencial: a experiência do ensino superior privado da Faculdade ITOP. **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 8, n. 57, p. 296-305, dez. 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/6250>. Acesso em: 5 jan. 2022.

SIEGEL, Sidney; CASTELLAN Jr., N. John. **Estatística não paramétrica para ciências do comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SMETANA, Lara Kathleen; BELL, Randy L. Computer simulations to support science instruction and learning: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 9, p. 1337-1370, 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2011.605182>. Acesso em 5 jan. 2022.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; SILVA, Priscilla Chantal Duarte; BRITO, Max Leandro de Araújo. Aplicabilidade de metodologias ativas e aprendizagem baseada em problemas em cursos de graduação em Engenharia. **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 6, n. 8, p. 138-147, jul. 2019. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/946>. Acesso em: 5 jan. 2022.

TPACK ORG. **TPACK Explained**. 2012. Disponível em: <http://www.tpack.org>. Acesso em: 5 jan. 2022.

VEIRA, Sonia. **Bio Estatística: tópicos avançados**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Leia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Leia. **Métodos para ensinar competências**. Porto Alegre: Penso, 2020.

Recebido em 28 de janeiro de 2022.
Aceito em 19 de dezembro de 2022.