



MODELO TPACK: PROPOSTA DE UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4184

Fernanda Gobbi de Boer Garbin - fernandagarbin@unipampa.edu.br
Unipampa

Adriana Justin Cerveira Kampff - adriana.kampff@pucrs.br
PUCRS

Resumo: Este artigo apresenta o planejamento e avaliação de uma experiência de aprendizagem para o desenvolvimento de competências dos estudantes do componente curricular Simulação Computacional, de um curso de Engenharia de Produção. No desenvolvimento da proposta, utiliza-se como referência o modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). O Design Based Research (DBR) foi definido como abordagem metodológica, e um questionário com 4 questões foi aplicado, em que os estudantes avaliaram a experiência em uma escala Likert de 5 pontos. O modelo TPACK mostrou-se eficaz, integrando conteúdos, metodologias de ensino e aprendizagem e tecnologias, adequados às necessidades dos estudantes de engenharia que participaram do estudo.

Palavras-chave: TPACK, simulação computacional, competências, Engenharia de Produção

MODELO TPACK: PROPOSTA DE UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm exercido influência na cultura e na organização social ao longo do tempo, de modo que o contexto educacional também é afetado (LÉVY, 2010; CASTELLS, 2013; SANTAELLA, 2013). Por exemplo, por meio da internet é possível acessar a uma ampla variedade de informações, além de aprender e contribuir para o desenvolvimento do conhecimento de forma colaborativa. Nesse contexto, as Instituições de Ensino exercem o papel de facilitadoras do aprendizado e interações, de modo que se torna necessário revisar as práticas de ensino. Dessa forma, os professores são desafiados a conhecer e adaptar-se aos novos recursos tecnológicos, o que impacta na mediação pedagógica (FAVA, 2018).

A influência das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem é reconhecida nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharias publicadas em 2019. A Resolução no 2, de 24 de abril de 2019, também apresenta expectativas quanto ao perfil dos egressos, as quais estão alinhadas aos desafios contemporâneos da profissão, como a Indústria 4.0, às transformações digitais e às novas formas de organização do trabalho (OLIVEIRA, 2019). Observa-se o incentivo ao desenvolvimento de competências pelos estudantes para o uso de TICs, ao determinar que os alunos egressos dos cursos de Engenharia devem ser capazes de desenvolver e utilizar novas tecnologias de forma inovadora e empreendedora, e expressar-se adequadamente por meio das TICs (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019).

A Confederação Nacional das Indústrias apresenta uma série de relatos quanto ao ensino para o desenvolvimento de competências e atendimento às DCNs de Engenharia na publicação O Futuro da Formação em Engenharia (CNI, 2021). Para o desenvolvimento de competências, as experiências apresentam em comum a adoção de métodos de ensino para a Aprendizagem Ativa. Além disso, tem-se a proximidade com o mercado para o desenvolvimento de projetos e atividades extracurriculares. Nesse sentido, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) destaca-se como metodologia de ensino, uma vez que permite aos "alunos [que] confrontem as questões e problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma cooperativa em busca de soluções" (BENDER, 2014, p. 9).

Siqueira e Fontes (2018) e Brito, Americano e Pepe (2019), além de Castelan, Milanez e Fritzen (2016) relatam o uso da ABP no ensino de engenharia, enfatizando a aproximação dos estudantes com situações reais que irão vivenciar profissionalmente. Passow e Passow (2017) afirmam que o trabalho dos engenheiros é baseado em projetos, já que as atividades estão relacionadas aos ciclos de vida de produtos, serviços e sistemas, o que influencia no conjunto de competências que esses profissionais devem desenvolver.

Diante do cenário apresentado, se reconhece como emergente a necessidade de realizar pesquisas sobre o desenvolvimento de competências no contexto dos cursos

superiores de Engenharia brasileiros, os quais precisam adaptar-se às novas DCNs e atender as demandas da sociedade e do mundo do trabalho. Portanto, propõe-se o planejamento de uma experiência de aprendizagem para o desenvolvimento de competências dos estudantes do componente curricular Simulação Computacional, de um curso de Engenharia de Produção. No desenvolvimento da proposta, utiliza-se como referência o modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), que apresenta a influência das metodologias de ensino, as tecnologias e os conteúdos para o desenvolvimento de competências, proposto inicialmente por Mishra e Koehler (2006).

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na primeira seção tem-se o contexto e motivações para o estudo. A seguir, apresenta-se o referencial teórico, contendo os principais temas relacionados à pesquisa. Na sequência, descreve-se a metodologia empregada, para, na seção seguinte, apresentar os resultados. Por fim, tem-se as considerações finais.

2 REFERENCIAL

Considerando que o estudo apresentado neste artigo se insere na área de Educação mediada por tecnologias, a seguir apresentam-se os temas pertinentes.

2.1 Modelagem e Simulação no contexto educacional

Maria (1997, p. 7) define simulação 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. Para que a simulação seja possível, é preciso modelar os sistemas em estudo, sendo a modelagem “o processo de produzir um modelo”, e modelo é uma “representação da construção ou operação de um sistema de interesse” (MARIA, 1997, p.7). A redução das chances de falha, a otimização de recursos e a melhora de performance dos sistemas são benefícios observados nos estudos que utilizam a simulação. Já no contexto educacional, podem facilitar o desenvolvimento de competências (GARBIN; KAMPFF, 2021; CHERNIKOVA *et al.*, 2020; ZABALA; ARNAU, 2020).

Garbin e Kampff (2021) observam em relatos nacionais que o principal objetivo da simulação no ensino da engenharia é a visualização e animação, de forma a demonstrar conceitos e teorias. 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.

A sequência de etapas para preparação, introdução, aplicação ou interação e avaliação é proposta por Zabala e Arnau (2020) para o uso da Simulação no contexto

educacional. A preparação ocorre a partir do conhecimento prévio dos estudantes para a apresentação de um modelo de fácil compreensão, estruturada de acordo com os objetivos de aprendizagem. A seguir, a introdução consiste na contextualização da situação a ser simulada, para que os estudantes se familiarizem com as instruções, os dados e os materiais disponíveis. Então, durante a aplicação ou interação, os estudantes realizam intervenções no modelo desenvolvido; e, por fim, realiza-se a avaliação dos resultados da simulação e do aprendizado.

Magana *et al.* (2017) apresentam duas abordagens para o uso da simulação nos processos de ensino e aprendizagem: uma em que os estudantes constroem o modelo a ser simulado, e outra em que apenas o utilizam para a observação de fenômenos. Segundo os autores, quando constroem modelos, alguns conhecimentos prévios de projeto e programação são necessários. Dessa forma, em anos iniciais dos cursos de Engenharia, os estudantes podem apresentar dificuldade excessiva em desenvolver as atividades propostas. Quando apenas utilizam os modelos para simulação, os resultados ficam restritos à observação e à compreensão de sistemas e fenômenos. Portanto, o uso da Modelagem e da Simulação deve ser proposto de acordo com o nível de conhecimento e desenvolvimento de competências dos estudantes.

Segundo Pazin Filho e Scarpelini (2007), o uso da Simulação na educação é diretamente impactada pelas tecnologias utilizadas. Segundo os autores, o uso de computadores amplia as possibilidades a partir da simulação virtual, que tem se mostrado atrativa a professores e estudantes. Chwif e Medina (2015) e Smetana e Bell (2012) distinguem a Simulação não Computacional da Computacional, conforme a necessidade do uso de computadores, cujas aplicações podem incluir animação, visualização e laboratórios interativos. No entanto, Moran (1995) argumenta que a relação pedagógica pode não sofrer influência pelo simples uso de tecnologias educacionais digitais, sendo o papel desempenhado pelo professor um fator decisivo. Diante dessa ressalva, se reconhece a necessidade de integrar conhecimentos, tecnologias e metodologias de ensino, como propostos pelo modelo TPACK, descrito a seguir.

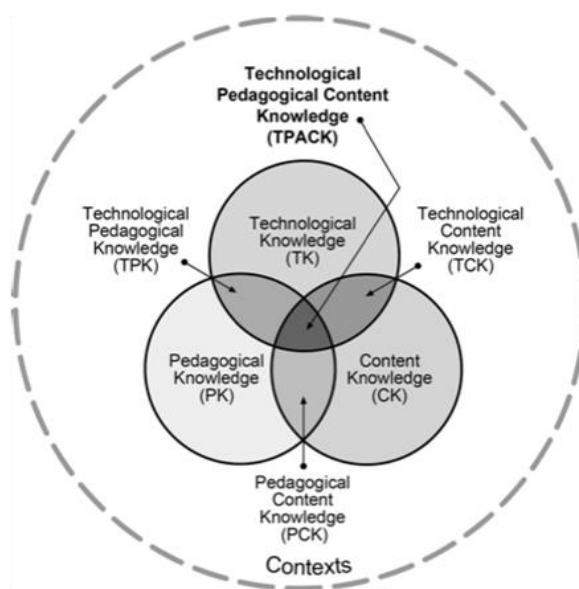
2.2 Modelo TPACK

Para planejar estratégias de ensino adequadas, Mishra e Koehler (2006) propõem 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. Willermark (2017), em uma revisão sistemática da literatura, constata que o modelo geralmente é utilizado para a avaliação dos professores quanto aos conhecimentos contemplados, como também pode servir como referência para o planejamento do ensino. De acordo com Mutanga, Nezandonyi 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 no 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 (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009). Conforme

esclarecem os autores, o conhecimento de conteúdo se refere a conceitos, teorias, modelos, metodologias, entre outros geralmente descritos nos conteúdos programáticos dos currículos; o conhecimento pedagógico compreende os elementos que compõem os processos de ensino e aprendizagem, como objetivos, valores e estratégias; já o conhecimento de tecnologia se refere às TICs e está em constante mutação, conforme se dá a evolução tecnológica. 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 11 representa o modelo TPACK.

Figura 1 – MODELO TPACK



Fonte: TPACK ORG (2012).

Na Figura 1, que ilustra o modelo TPACK, é possível observar o destaque para as intersecções entre os conhecimentos. Dessa forma, tanto se deve conhecer o conteúdo a ser ensinado, como identificar as melhores formas de um estudante aprender esse conteúdo, selecionando a metodologia mais adequada, o que é indicado na intersecção PCK, entre CK (conteúdo) e PK (pedagogia ou metodologia). Da mesma forma, os recursos tecnológicos e o conhecimento de como utilizá-los devem estar associados à metodologia mais adequada, conforme intersecção TPK, entre TK (tecnologia) e PK, assim como há relação entre os recursos e os conteúdos, o que é indicado na intersecção TCK, entre TK e CK. Por fim, a composição dos três aspectos que se influenciam mutuamente é indicada pela intersecção central TPACK.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

De acordo com a classificação de pesquisas proposta por Gil (2017), o presente estudo tem natureza aplicada e objetivos exploratórios, uma vez que busca propor uma experiência de aprendizagem para o desenvolvimento de competências de estudantes de Engenharia, testando hipóteses quanto a Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais. Quanto à abordagem empregada, propõe-se o uso de métodos qualitativos, já que a coleta de dados é realizada por meio de questionário de percepção dos estudantes. Dessa forma, aplicou-se um questionário com 4 questões, em que os estudantes avaliam seu nível de concordância em uma 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 1.

Quadro 1 – Questionário para avaliação das metodologias de ensino e aprendizagem adotadas

Leia as afirmativas a seguir e indique seu nível de concordância:	Escala				
	1	2	3	4	5
1. O desenvolvimento do projeto contribuiu para o desenvolvimento das competências avaliadas.					
2. As aulas expositivas dialogadas contribuíram para o desenvolvimento das competências avaliadas.					
3. A simulação computacional contribuiu para o desenvolvimento das competências avaliadas.					
4. Os exercícios contribuíram para o desenvolvimento das competências avaliadas.					

Fonte: as autoras (2022).

O Design Based Research (DBR) foi definido como abordagem metodológica, sendo recomendado para pesquisas em ambientes reais e complexos, como as que ocorrem no contexto educacional, em que o aprendizado é influenciado por diversos fatores que não podem ser isolados, por exemplo, ambiente, recursos, relacionamentos, conteúdos, metodologias, características dos estudantes, entre outros (MATTA, SILVA E BOAVENTURA, 2014). Visto que esta pesquisa busca compreender como viabilizar o desenvolvimento de competências dos alunos dos cursos de Engenharia, considerando metodologias, tecnologias e conteúdos, esta estratégia se mostra adequada.

O método DBR permite a aproximação entre a teoria e a prática, por meio da intervenção e da observação no ambiente em estudo, as quais se dão em iterações, de modo que o projeto de um novo recurso ou prática seja desenvolvido gradativamente. Assim, os resultados de cada iteração são utilizados como insumos para as iterações seguintes, buscando atingir os objetivos propostos para a pesquisa (ANDERSON; SHATTUCK, 2012; MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014).

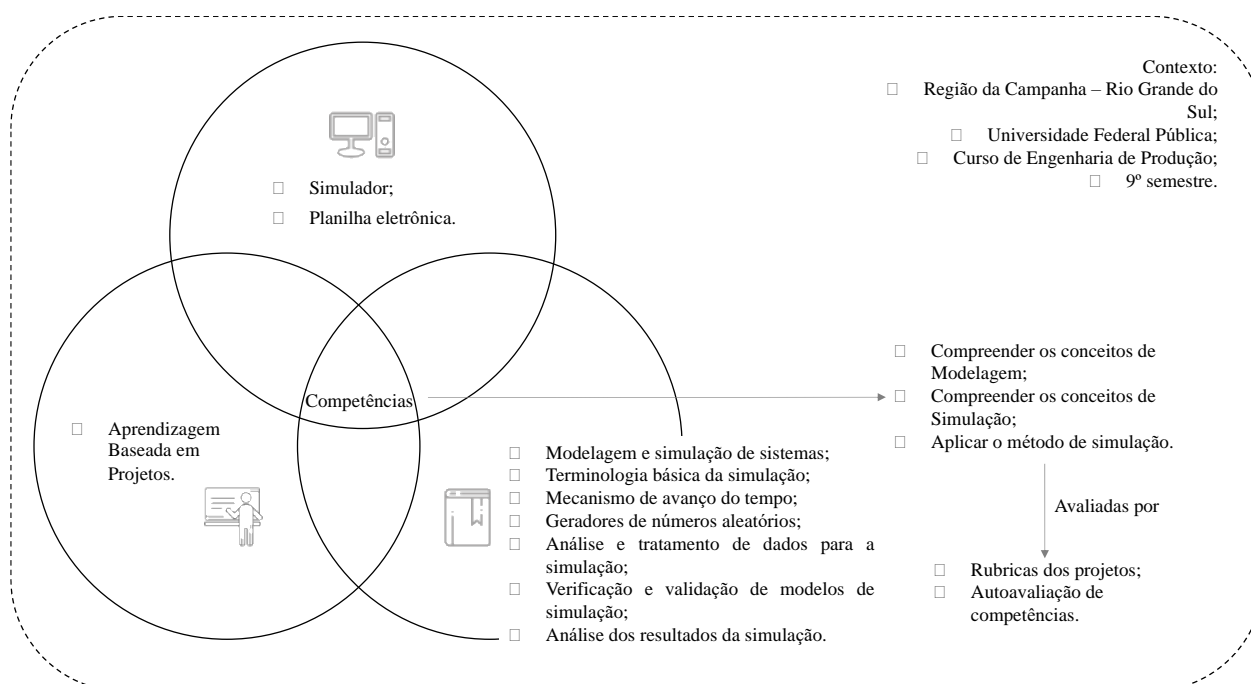
4 RESULTADOS

Inicialmente apresenta-se a experiência de aprendizagem desenvolvida a partir do modelo TPACK. Na sequência, relata-se a percepção dos estudantes.

4.1 Experiência de Aprendizagem

A experiência de aprendizagem proposta foi desenvolvida a partir do conjunto de conhecimentos apresentados na ementa do componente curricular Simulação, de simuladores computacionais para os quais os estudantes devem desenvolver habilidades de uso, das competências e da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, a qual tornou-se a abordagem integradora dos elementos citados. Teve como base o modelo TPACK (MISHRA E KOEHLER, 2006; TPACK ORG, 2012), conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Experiência de aprendizagem proposta



Fonte: as autoras (2023).

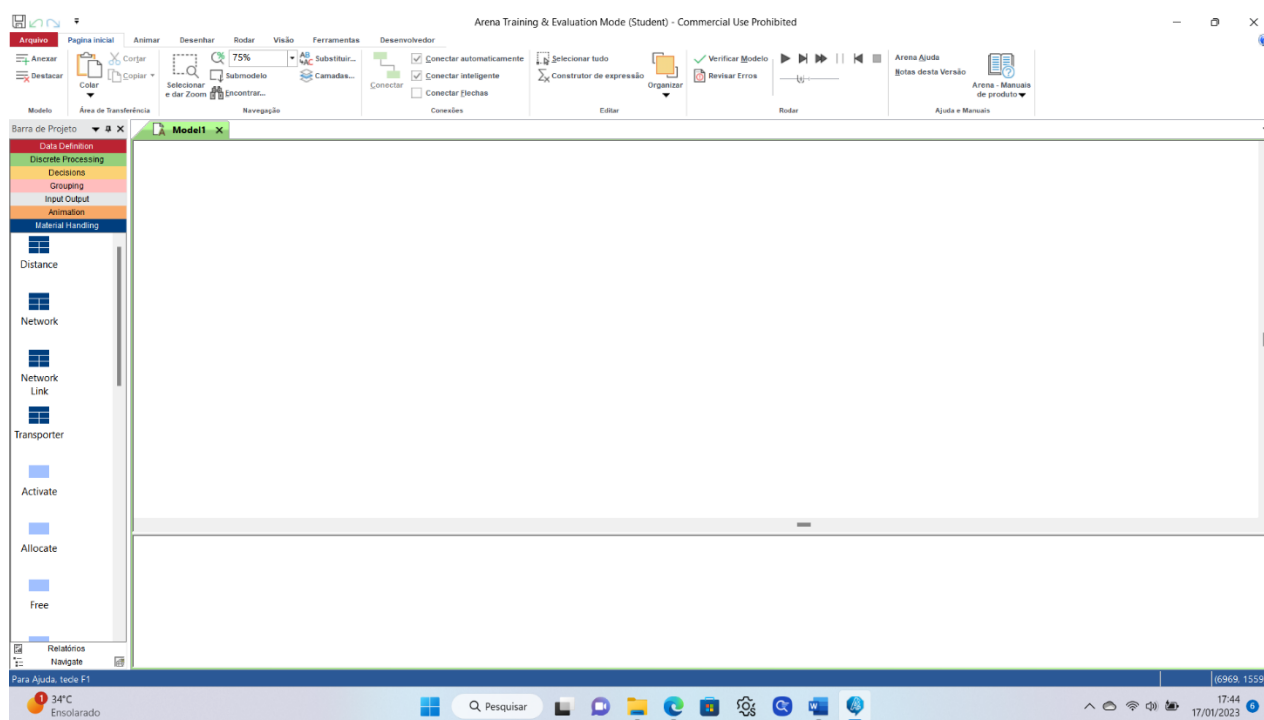
A ABP foi selecionada por possibilitar a atuação dos estudantes em situações reais, semelhantes às que serão vivenciadas profissionalmente. Outras características da ABP foram relevantes, como a flexibilidade dos seus procedimentos e a adaptabilidade aos diferentes contextos em que os projetos são desenvolvidos. Seguiu-se o protocolo para utilização da ABP recomendado por Moran (2018), com atividades de motivação e contextualização, brainstorming, melhorias de ideias, produção, registro, reflexão e publicação dos resultados.

Para o desenvolvimento dos projetos, os estudantes organizaram-se em grupos. Quatorze projetos foram desenvolvidos em quatro das dez áreas de conhecimento da Engenharia de Produção (ABEPRO, 2021) - Engenharia de Operações e Processos da

Produção, Logística, Pesquisa Operacional e Engenharia Organizacional – o que evidencia a abrangência de conhecimentos contemplados pela experiência de aprendizagem proposta. Dessa forma, de acordo com Moran (2018), pode-se classificar a abordagem da ABP adotada como transdisciplinar, já que envolve temas de diferentes áreas. Possibilitaram a aplicação da modelagem e da simulação computacional em sistemas de produção definidos pelos estudantes, cujas etapas do método foram desenvolvidas gradualmente, conforme os conteúdos foram abordados no componente curricular.

O software Arena® foi escolhido para abordar a simulação de eventos discretos, pois apresenta fácil utilização de recursos básicos, os quais não demandam conhecimentos avançados de programação; livros acadêmicos com exemplos ilustrados pelo uso do software; e versão gratuita para estudantes por tempo indeterminado. Na Figura 3 consta uma captura de imagem do software onde é possível visualizar a área destinada à construção dos modelos computacionais e a biblioteca de elementos para modelagem.

Figura 3 – Área de trabalho do software Arena



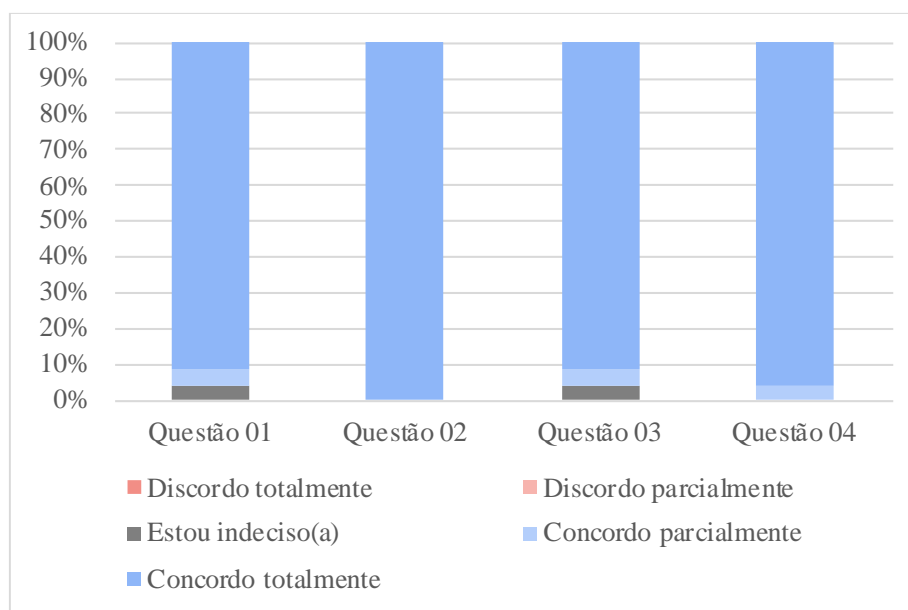
Fonte: as autoras (2023).

Para avaliar os projetos desenvolvidos pelos estudantes, foram criadas rubricas, as quais estão desdobradas em quatro níveis de desenvolvimento. A avaliação dos projetos pode ser classificada como somativa (SANT'ANNA, 2014), uma vez que resulta em um indicador de desempenho ao final do processo de ensino e aprendizagem para fins de aprovação ou reprovação, assim como visam a tomada decisão para ação diagnóstica (LUCKESI, 2018). Os estudantes também foram consultados quanto às suas percepções sobre as competências desenvolvidas e a experiência de aprendizagens por meio de um questionário, cujos resultados são apresentados a seguir.

4.2 Experiência de Aprendizagem

A pesquisa foi desenvolvida nos anos 2020, 2021 e 2022, com três períodos letivos de coleta de dados, envolvendo 36 estudantes concluintes do curso de Engenharia de Produção. No período considerado, foram registradas 34 aprovações, sendo que os motivos para as duas reprovações foram evasão do curso e o não atingimento dos objetivos de aprendizagem. Ainda, 24 estudantes responderam ao questionário. As respostas são apresentadas na Figura 4.

Figura 4 – Avaliação dos estudantes quanto à experiência de aprendizagem



Fonte: as autoras (2023).

Conforme pode ser observado no gráfico de barras, mais de 90% dos respondentes consideram que os aspectos avaliados contribuíram totalmente para o desenvolvimento de competências, sendo que apenas um estudante indicou estar indeciso no que se refere ao projeto e à simulação computacional. De forma a complementar suas respostas, um campo para comentários foi disponibilizado, com opiniões expressas sobre o próprio formulário e a experiência de aprendizagem.

Um estudante registrou que “aplicar de forma prática no trabalho ajudou muito a ter mais confiança nas capacidades, por isso dei muitas respostas positivas no formulário”. Nesse relato pode-se verificar a relação das competências com a mobilização dos conhecimentos para a ação. Sobre a ABP, um respondente descreve que “Eu achei a metodologia utilizada muito proveitosa, outro ponto de destaque foi o desenvolvimento do trabalho ao longo das semanas.”. Dessa forma, assim como observam Passow e Passow (2017), os projetos contribuem para o desenvolvimento de competências.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Presente pesquisa teve como motivação a necessidade de implementar as novas DCNs para os cursos de engenharia e promover o desenvolvimento de competências pelos estudantes. Para isso, foi proposta uma experiência de aprendizagem para o desenvolvimento de competências em um curso de Engenharia de Produção, tendo como hipóteses as influências das metodologias ativas e tecnologias digitais. Essas mostraram-se verdadeiras ao avaliar os resultados de uma experiência de aprendizagem formulada a partir do modelo TPACK, integrando a ABP e a simulação computacional. Adicionalmente, verificou-se as influências dos métodos de avaliação da aprendizagem, da aproximação com o mundo do trabalho e dos materiais de apoio para estudo.

O modelo TPACK mostrou-se eficaz, integrando conteúdos, metodologias de ensino e aprendizagem e tecnologias, adequados às necessidades dos estudantes de engenharia que participaram do estudo. Os estudantes foram o foco do planejamento, assim, os resultados de suas avaliações foram essenciais para a adaptação da experiência, de modo a contribuir para o desenvolvimento de competências a apoiar o processo de aprendizagem.

O modelo TPACK em sua concepção busca analisar as competências dos professores quando utilizam tecnologias, metodologias de ensino e aprendizagem e conhecimentos de forma integrada. Já nesse estudo, fez-se o caminho inverso, ou seja, a partir de um conjunto de competências, os elementos citados foram pensados para atender aos objetivos de aprendizagem. Além dessa abordagem diferenciada, demonstra-se a capacidade de o modelo ser aplicado em diferentes contextos e públicos, uma vez que os professores não foram os sujeitos contemplados, mas sim estudantes de engenharia.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, Terry; SHATTUCK, Julie. Design-Based Research: a decade of progress in Education Research? **Educational Researcher**, v. 41, n. 1, p. 16-25, 2012. Doi: <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X11428813>. Acesso em: 09 mai. 2023.
- BENDER, William N. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BRITO, Matheus Oliveira de; AMERICANO, Marcus Vinicius; PEPE, Iuri Muniz. Planta Didática Termosolar para Estudo em Energia Renovável com Aplicações em: modelagem, simulação e controle. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 126-139, 2019. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1522>. Acesso em: 09 mai. 2023.
- CASTELAN, Jovani; MILANEZ, Alexandre; FRITZEN, Daniel. Aprendizagem em Engenharia Utilizando Métodos Analíticos e Numéricos. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 37-43, 2016. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/494>. Acesso em: 09 mai. 2023.
- CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2013.
- FAVA, Rui. **Trabalho, Educação e Inteligência Artificial**: a era do indivíduo versátil. Porto Alegre: Penso, 2018.

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. Doi:

<https://doi.org/10.3102/0034654320933544>. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.3102/0034654320933544>. Acesso em: 09 mai. 2021.

CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: teoria e aplicações**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. **O Futuro da Formação em Engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas das Universidades**. Brasília: CNI, 2021. Disponível em:

http://www.abenge.org.br/file/livro_o_futuro_da_formacao_em_engenharia.pdf. Acesso em: 09 mai. 2023.

GARBIN, Fernanda Gobbi de Boer; KAMPFF, Adriana Justin Cerveira. Uso da Simulação para o Ensino de Engenharia: aplicações em cursos de graduação brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 49., 2021b, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte. [não paginado]. Disponível em:

http://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3568. Acesso em: 09 mai. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017.

HARRIS, Judith; MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew. Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 41, n. 4, p. 393-416, 2009. Doi:

<https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782536>. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15391523.2009.10782536>. Acesso em: 09 mai. 2023.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2**, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: Presidência da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, 2019. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 09 mai. 2023.

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. Doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000338](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000338).

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: 09 mai. 2023.

MARIA, Anu. Introduction to Modeling and Simulation. In: CONFERENCE ON WINTER SIMULATION, 29., 1997, Atlanta. **Anais da Conference on Winter Simulation**, Atlanta, 1997. p. 7-13. Disponível em: <https://informs-sim.org/wsc97papers/prog97sim.html>.

Acesso em: 09 mai. 2023.

MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues; SILVA, Francisca de Paula Santos; BOAVENTURA, Edivaldo Machado. Design-based Research ou Pesquisa de Desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014. Disponível em:

<https://revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/1025>. Acesso em: 09 mai. 2023.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teacher College Record**, Nova York, v. 108, n. 6, p. 1017-54, jun. 2006. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>. Disponível em: <https://www.punyamishra.com/wp-content/uploads/2008/01/mishra-koehler-tcr2006.pdf>.

Acesso em: 09 mai. 2023.

MORAN, José Manuel. Novas Tecnologias e o Reencantamento do Mundo. **Tecnologia Educacional**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 126, p. 24-26, 1995.

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 mai. 2023.

PASSOW, Honor J.; PASSOW, Christian H. What competencies should undergraduate Engineering Programs emphasize? A Systematic Review. **Journal of Engineering Education**, v. 106, n. 3, p. 475-526, jul. 2017. Doi: <https://doi.org/10.1002/jee.20171>.

Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jee.20171>. Acesso em: 05 mai. 2023.

PAZIN FILHO, Antonio; SCARPELINI, Sandro. Simulação: definição. **Medicina**, Ribeirão Preto, SP, v. 40, n. 2, p. 162-166, jun. 2007. Doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v40i2p162-166>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/312>.

Acesso em: 09 mai. 2023.

OLIVEIRA, Vanderli Fava de. Evolução da organização do curso de Engenharia no Brasil. In: OLIVEIRA, Vanderli Fava de. (org.) **A Engenharia e as Novas DCNs**. Rio de Janeiro: LTC, 2019, p. 198-218.

SANTAELLA, Lucia. **Comunicação ubíqua**: repercussões na cultura e educação. São Paulo: Paulus, 2013.

SIQUEIRA, Cesareo de La Rosa; FONTES, Carlos Eduardo. Utilização da Simulação Numérica para Auxílio do Ensino de Engenharia e Apoio a Projetos de TCC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 46., 2018, Salvador.

Anais. Salvador. Disponível em: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 09 mai. 2023.

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. 1337-70, 2012. Doi:

<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2011.605182>. Acesso em: 09 mai. 2021.

TPACK ORG. **TPACK Explained**. 2012. Disponibilidade em: <http://www.tpack.org>. Acesso em: 5 mai. 2023.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Métodos para Ensinar Competências**. Porto Alegre: Penso, 2020.

TPACK MODEL: PROPOSAL FOR A LEARNING EXPERIENCE FOR COMPETENCE DEVELOPMENT

Abstract: *This article presents the planning and evaluation of a learning experience to development of competences by students in Computational Simulation, of a Production*

Engineering course. In the development of the proposal, the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) model is used as a reference. Design Based Research (DBR) was defined as a methodological approach, and a questionnaire with 4 questions was applied, in which students evaluated the experience on a 5-point Likert scale. The TPACK model proved to be effective, integrating content, teaching and learning methodologies and technologies, suited to the needs of the engineering students who participated in the study.

Keywords: TPACK, computer simulation, skills, Production Engineering.