

# TPACK PARA O PLANEJAMENTO DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO CURSO DE ENGENHARIA

*Data de aceite: 01/10/2024*

**Fernanda Gobbi de Boer Garbin**

**Renato Luis Valente de Boer**

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As transformações digitais representam um marco significativo para a nossa era, ocorrendo de maneira constante e acelerada. Estamos ainda no processo de compreender os impactos profundos da Indústria 4.0 em nossa sociedade, enquanto simultaneamente testemunhamos a transição para a Indústria 5.0. Esta nova fase vai além da internet e dos avanços tecnológicos, concentrando-se em equilibrar o desenvolvimento tecnológico com valores sociais, colocando o bem-estar humano e o meio ambiente no centro das inovações (Broo; Kaynak; Sait, 2022).

A necessidade de inovar no ensino é essencial diante dos desafios impostos pela Indústria 5.0, que exige dos futuros profissionais não apenas competências técnicas, mas também habilidades

centradas no ser humano, como a criatividade, a colaboração e o pensamento crítico. Para preparar os alunos para essa nova realidade, é fundamental integrar tecnologias digitais que favoreçam o desenvolvimento dessas competências. Nesse sentido, apresenta-se o modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) como uma solução, pois oferece uma abordagem estruturada para que professores planejem práticas pedagógicas.

O modelo TPACK foi proposto por Mishra e Koehler (2006), a partir das ideias de Shulman (1986), com o objetivo de abordar as competências exigidas dos professores para integrar os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo. Conforme relatam Zhang e Tang (2021), a partir de uma revisão da literatura, o modelo TPACK foi amplamente utilizado como referência para a formação de professores desde sua criação. No entanto, com o passar do tempo, observou-se a oportunidade de utilizá-lo para propor práticas de ensino e aprendizagem.

Conforme os autores, alguns modelos derivam da proposta original, como TPACK-COIR, TPACK-COPR e TPACK-IDDIRR.

Por exemplo, Garbin (2022) utilizou o modelo TPACK para criar uma experiência de aprendizagem no contexto do ensino superior. A experiência integrou os conhecimentos de modelagem e simulação de eventos discretos, abordados no curso de Engenharia de Produção; as habilidades demandadas para o uso de softwares de simulação, exigidas dos futuros egressos do curso; e a utilização de metodologias de aprendizagem ativa, como a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Simulação. Brito e Santos (2023) também propõem que o modelo TPACK seja referência para o planejamento de aulas por professores do ensino fundamental, oferecendo ao público uma cartilha de boas práticas sobre o uso de tecnologias digitais em conformidade com a BNCC.

Diante da possibilidade de expandir o uso do modelo TPACK da avaliação de competências dos professores para o planejamento de práticas pedagógicas, este capítulo apresenta um relato da utilização do modelo TPACK para propor uma experiência de aprendizagem aos estudantes de um curso de engenharia, integrando os conhecimentos de estatística, projeto de experimentos e desenvolvimento de produtos, as habilidades para tratamento e análise de dados utilizando tecnologias digitais e a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas.

A seguir, nas seções 1 e 2, são apresentados referenciais teóricos relacionados ao tema do capítulo; na seção 3 descreve-se o relato de experiência; e na seção 4 faz-se as considerações finais.

## ***TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE***

O modelo TPACK tem como base três conhecimentos definidos como: Conhecimento de Conteúdo (Content Knowledge - CK), Conhecimento Tecnológico (Technological Knowledge - TK) e Conhecimento Pedagógico (Pedagogical Knowledge (PK), os quais devem ser abordados de forma integrada de acordo com o contexto vivenciado pelos professores, visando a inclusão de tecnologias nas práticas de ensino (Koehler e Mishra, 2009). A Figura 1 demonstra a intersecção entre as bases do modelo.

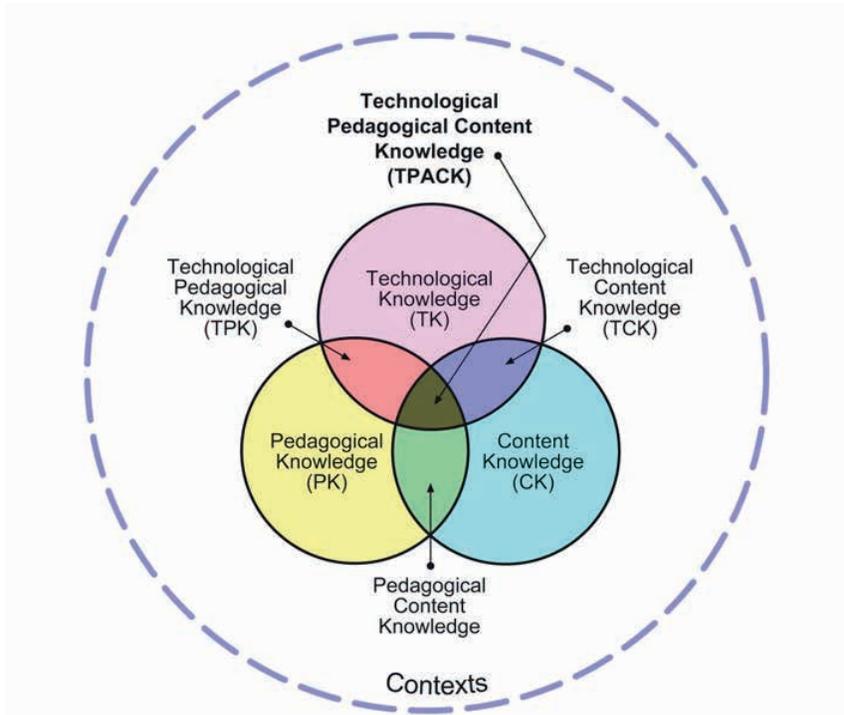


Figura 1 - Modelo TPACK

Fonte: [tpack.org](http://tpack.org)

Conforme descrevem Koehler e Mishra (2009), o conhecimento de conteúdo está relacionado ao que deve ser ensinado pelos professores. Podem ser fatos, teorias, fenômenos, metodologias, entre outros. Já o Conhecimento Pedagógico diz respeito ao conhecimento do professor sobre os processos de ensino e aprendizagem, o que inclui métodos de ensino e de avaliação e planejamento de práticas pedagógicas. E o conhecimento tecnológico é compreendido pelos autores de acordo com o Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos por meio do Comitê sobre Fluência em Tecnologia da Informação (*Committee of Information Technology Literacy of the National Research Council*). O Comitê define a fluência em tecnologia da informação como uma o uso competente de tecnologias da informação de forma que elas sejam efetivamente aplicadas no trabalho ou nas rotinas pessoais (NRC, 1999).

Porém, é importante observar que esses elementos que compõem o modelo TPACK não devem ser tratados de forma isolada. É preciso compreender que as práticas pedagógicas devem ser adaptadas aos diferentes conteúdos ensinados, assim como as tecnologias podem influenciar o desenvolvimento e a compreensão do conhecimento. Dessa forma, Brito e Santos (2023) consideram que a integração entre os conhecimentos de conteúdo, pedagógico, tecnológico é observada quando se utiliza dos métodos pedagógicos

adequados para o ensino de conteúdos com o uso de tecnologias selecionadas e utilizadas de acordo com os objetivos de aprendizagem e o contexto em que ocorre.

Garbin (2022) argumenta que a integração dos diferentes conhecimentos que integram o TPACK propicia experiências de aprendizagem para o desenvolvimento de competências profissionais, pessoais e interpessoais. Por meio da união entre os conteúdos abordados no componente curricular Simulação Computacional, dos softwares de simulação computacional e da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, pôde-se evidenciar o desenvolvimento de competências profissionais demandadas dos egressos do curso de Engenharia de Produção (Garbin; Kampff; de Boer, 2023). Conforme Garbin (2022) observa, é necessário que os estudantes desenvolvam competências profissionais em englobam a aplicação de teorias e métodos associados às tecnologias adequadas, a fim de que possam solucionar problemas complexos do mundo do trabalho.

## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Diante da complexidade do mundo real e dos desafios da Indústria 5.0, torna-se essencial adotar uma abordagem prática no ensino que envolva ativamente os alunos no processo de aprendizagem. A Indústria 5.0 exige habilidades que vão além do domínio técnico, como pensamento crítico, resolução de problemas e capacidade de adaptação (Broo; Kaynak; Sait, 2022). Dessa forma, incorporar metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), permite que os alunos experimentem cenários próximos à realidade, favorecendo o desenvolvimento de competências necessárias para atuar em um ambiente dinâmico e complexo.

A ABP tem sido amplamente utilizada nos cursos de engenharia devido à sua proposta de aproximar os estudantes a problemas semelhantes aos que encontrarão no mundo do trabalho (Chen; Kolmos; Du, 2020). Segundo os autores constataram em uma revisão sistemática da literatura, os problemas abordados pela metodologia podem ser mais ou menos estruturados, conforme o nível de desafio proposto aos estudantes. Também permite uma estratégia individual ou em grupo, sendo esta última a mais utilizada. Além disso, o uso de tecnologias digitais pode ser incorporado ao processo, facilitando o acesso a recursos, a simulação de cenários reais e a colaboração em ambientes virtuais, ampliando as possibilidades de aprendizagem e promovendo o desenvolvimento de competências tecnológicas essenciais no contexto atual.

Moran (2018) descreve que a ABP surgiu na década de 60 em uma Escola de Medicina no Canadá, sendo posteriormente adotada por outras áreas do conhecimento. Nessa metodologia, os conteúdos são abordados na forma de problemas discutidos pelos alunos, de modo que precisem mobilizar seus conhecimentos e habilidades para propor uma solução. Filatro e Cavalcanti (2018, p. 32) esclarecem que a ABP utiliza “situações-problema como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos” por meio das

seguintes etapas: discutir um caso, identificar perguntas, identificar e analisar hipóteses de solução, definir tarefas e objetivos de aprendizagem para a resolução do problema e sintetizar os resultados.

## TPACK PARA O ENSINO DE PROJETO DE EXPERIMENTOS

A experiência de aprendizagem consiste em uma atividade problematizada, através da condução de um projeto de experimentos para otimização do desempenho de voo de um Helicóptero de Papel (Box, 1992), em que os conhecimentos teóricos desenvolvidos anteriormente em sala de aula precisam ser utilizados pelos estudantes. A Figura 2 apresenta o planejamento do ensino de Projeto de Experimentos utilizando o modelo TPACK. Com a articulação de atividades como projeto de protótipos, condução experimental, coleta de dados, análise estatística de dados com uso de *softwares* e validação de modelos, os alunos vivenciam todas as etapas da condução de um projeto de experimentos. A experiência de aprendizagem busca o desenvolvimento de competências pelos estudantes, como: apresentar atitude investigativa, postura proativa e iniciativa; aplicar técnicas e ferramentas matemáticas e estatísticas; e utilizar ferramentas computacionais para desempenhar suas atividades para aumentar a eficiência e eficácia de sistemas produtivos, processos e produtos.

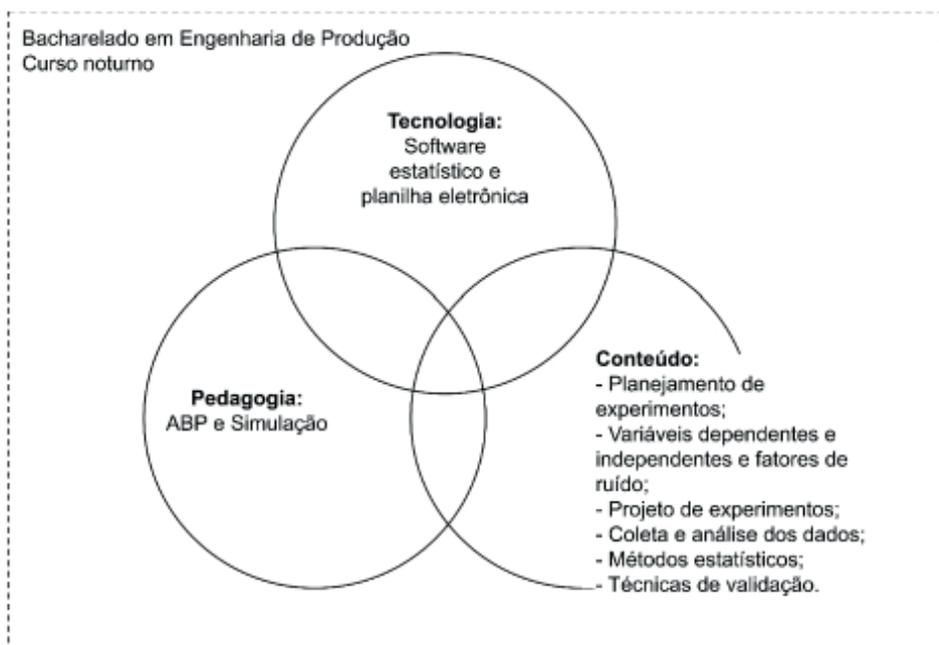


Figura 2 - TPACK para o ensino de Projeto de Experimentos

Fonte: autores (2024)

O trabalho é conduzido em dois encontros. No primeiro encontro é apresentado o problema “Otimização do Tempo de Voo e Estabilidade de um Helicóptero de Papel”. A situação é discutida com os alunos através de perguntas: Como conduzir a solução do problema? Quais os fatores que podem influenciar o processo (controláveis e ruído)? Como medir os resultados? Quais dificuldades podem surgir na condução do experimento?

O helicóptero de papel possui um projeto com sete variáveis de controle (gramatura do papel, comprimento da asa, comprimento do corpo, largura do corpo, junta da asa com fita, corpo com fita e clipe de papel) que podem ser ajustadas em duas condições (2 níveis). O projeto básico do helicóptero é apresentado na Figura 1. Os alunos deverão construir os helicópteros atendendo aos níveis pré-estabelecidos.

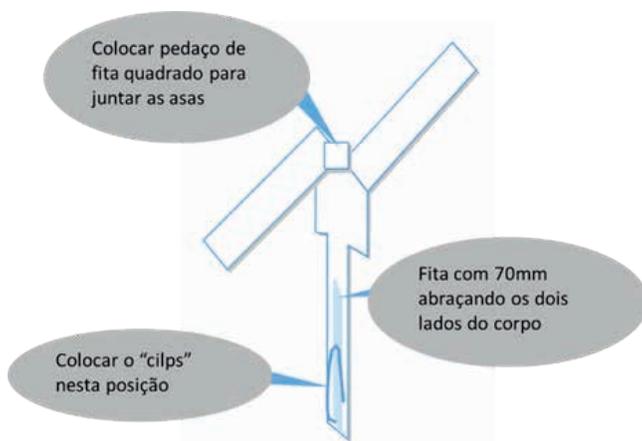


Figura 3 - Projeto do Helicóptero de Papel

Fonte: autores (2024)

Então, junto com os estudantes, faz-se a análise da viabilidade técnica e econômica com uma aplicação “real” em uma organização. A existência de processos com 5 ou mais variáveis não é incomum, o que inviabiliza a condução de um experimento com todas as combinações no ambiente de operações, em função da acessibilidade ao processo, tempos de parada longos e custos envolvidos. Portanto, a seleção adequada é um Projeto Fatorial Fracionado com 16 combinações (1/8 do total).

Os alunos constroem os helicópteros conforme as combinações do projeto. O lançamento do helicóptero é realizado em um campo de pouso padronizado, com altura de dois metros e alvo para medição da estabilidade. As duas variáveis de resposta são tempo de voo (característica maior é melhor) e estabilidade (posição de queda no alvo – menor é melhor).

Também é discutida a validação do Sistema de Medição, principalmente em relação ao tempo de voo, que é influenciado pelo tempo de reação do piloto e do cronometrista.

Uma solução de contorno é manter os mesmos estudantes nos papéis de piloto e cronometrista. A mudança desses papéis representa fatores de ruído atuando no processo (não controláveis).

Após a coleta de dados, é realizada a análise estatística dos dados para avaliação da significância dos fatores controláveis (variáveis de entrada) em função das variáveis de saída (resposta) tempo de voo e estabilidade. A avaliação é realizada com o auxílio de softwares (Minitab ou planilha eletrônica). Os alunos constroem uma tabela Anova, gráficos de fatores e interações para identificar os fatores significativos. A avaliação é feita separadamente para cada uma das duas variáveis de resposta (tempo de voo e estabilidade), para uma decisão única para o projeto do helicóptero. Nesta etapa do trabalho, é discutido o fato de as variáveis de um processo eventualmente terem respostas diferentes para cada variável de saída. No caso do helicóptero, uma variável pode ser significativa para o tempo de voo e não ser para a estabilidade ou ter comportamento antagonico (um helicóptero mais leve voará mais, porém perderá estabilidade). Os resultados também precisam atender às questões de engenharia, por exemplo, um comprimento de asa maior aumentará o tempo de voo.

Ao final do primeiro encontro, os alunos entregam um relatório com todos os resultados (matriz de experimentos com resultados, tabela Anova e gráfico de fatores e conclusões sobre os fatores significativos). Tipicamente, irão permanecer 3 ou 4 fatores como fatores a serem trabalhados na segunda parte do trabalho. A segunda parte do trabalho inicia com um resgate dos aprendizados da primeira etapa. É destacada a natureza interativa da abordagem da metodologia do projeto de experimentos. Cada etapa acrescenta conhecimento do produto e/ou processo para ser utilizado na próxima etapa.

Os alunos precisam planejar o novo experimento, considerando as variáveis avaliadas como significativas na etapa anterior (projeto fracionado). Como restaram apenas 3 ou 4 variáveis significativas, torna-se viável a aplicação de um projeto fatorial completo, pois serão apenas 8 ou 16 combinações. Neste novo estudo, poderão ser avaliadas as significâncias dos fatores e interações sem mistura de resultados. Novamente, os alunos constroem os helicópteros conforme as combinações do projeto fatorial completo. Os lançamentos dos helicópteros são realizados da mesma forma, com altura de 2 metros e alvo para medição da estabilidade.

Após os lançamentos e coleta de dados para tempo de voo e estabilidade, é realizada uma nova avaliação estatística dos resultados com o uso de softwares (Minitab ou planilha eletrônica). Os alunos constroem novamente uma tabela Anova, gráficos de fatores e interações para identificar os fatores e interações significativas. Após a simplificação do modelo, como a eliminação de fatores e interações não significativas, são definidas as equações de regressão para as 2 variáveis de saída (tempo de voo e estabilidade). É destacada novamente a necessidade de conciliação dos resultados para as 2 variáveis de saída.

A validação dos modelos para tempo de voo e estabilidade ocorrerá com a utilização das equações de regressão para previsão de resultados. São definidos quais devem ser os ajustes das variáveis de entrada para atingir um determinado tempo de voo e estabilidade. Um novo helicóptero é construído com os ajustes previstos nas equações e novos lançamentos são realizados. Se os resultados forem compatíveis, o modelo é validado. Caso contrário, abre-se uma discussão sobre eventuais desvios. Discute-se também pequenas variações nos resultados, decorrentes de causas comuns de variação e a margem de erro das equações de previsão de resultados.

Ao final do trabalho, os alunos entregam um relatório das duas etapas com todos os resultados. Esta experiência de aprendizagem proporciona aos alunos a oportunidade de vivenciar a condução de um projeto de experimentos completo. Os procedimentos e desafios se aproximam de situações reais, próximas da realidade que enfrentarão em diferentes ambientes de operação.

## REFERÊNCIAS

BOX, George. Teaching engineers experimental design with a paper helicopter. **Quality Engineering**, v. 4, n.3, p.453-459, 1992.

BRITO, Gícia Cavalcanti de; SANTOS, Ernani Martins dos. Cartilha digital navegando pelo TPACK: um modelo teórico para planejar aulas com tecnologias digitais no contexto da BNCC. **Revista BOEM**, v. 11, p. e0119, 2023.

BROO, Didem Gürdür; KAYNAK, Okyay; SAIT, Sadiq M. Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. **Journal of Industrial Information Integration**, v.25, n.1, p. 2-8, 2022.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina Costa. **Metodologias Inovativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

GARBIN, Fernanda Gobbi de Boer. **Proposta de um Modelo para o Desenvolvimento de Competências dos Estudantes de Engenharia**. 2022. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

GARBIN, Fernanda Gobbi de Boer; KAMPPFF, Adriana Justin Cerveira; BOER, Renato Luis Valente de. Proposta de um Modelo de Ensino de Competências: estudo de caso em um curso de engenharia. **Humanidades e Inovação**, v.9, n.26, p. 336 - 351, 2023.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teacher College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-54, 2006.

MORAN, José. Metodologias Ativas para uma Aprendizagem mais Profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. (org.). **Methodologies Ativas para uma Educação Inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.

NRC. National Research Council. **Being fluent with information technology literacy. Computer science and telecommunications board commission on physical sciences, mathematics, and applications**. Washington: National Academy Press, 1999.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

Zhang, W. and Tang, J. Teachers' TPACK Development: A Review of Literature. **Open Journal of Social Sciences**, v. 9, n.1, p.367-380, 2021.