

**PROJETO PONTO DE PARTIDA, UMA ESTRATÉGIA DE  
APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO DE ENGENHARIA:  
ANÁLISE DE COMPETÊNCIAS E PRÁTICAS EMPREGADAS POR MEIO DO QFD**

**Daniel Sergio Presta García**  
**Christine Tessele Nodari**  
**Ângela de Moura Ferreira Danilevicz**  
**Laura Beatriz Silva Rössler**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Engenharia

**RESUMO**

Formar engenheiros com habilidades adequadas para atender às demandas do mercado de trabalho é um desafio premente para as instituições de ensino superior. Visando proporcionar uma formação abrangente e alinhada com as demandas do mercado, a estratégia didática denominada Projeto Ponto de Partida (PPP) visa estimular o aprimoramento das competências CHA (Conhecimentos, Habilidades e Atitudes) dos alunos de engenharia, por meio de práticas de aprendizagem ativa. Neste artigo, é utilizada a ferramenta de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) para avaliar atividades utilizadas no PPP, considerando-se as competências como requisitos do cliente e as práticas de aprendizagem ativa como requisitos técnicos. A análise de resultados permitiu identificar as competências comprometimento profissional e flexibilidade para trabalhar em equipe, como aquelas mais valorizadas pelo mercado. O *benchmarking* interno indicou a priorização das práticas *Discussion-based learning*, *Team-based learning* e *360 Degree Feedback* como aquelas que mais contribuem para o aprimoramento da estratégia educacional PPP.

**ABSTRACT**

Training engineers with adequate skills to meet the demands of the job market is a pressing challenge for higher education institutions. Aiming to provide comprehensive training in line with market demands, the didactic strategy called Projeto Ponto de Partida (PPP) aims to encourage the improvement of CHA skills (Knowledge, Skills and Attitudes) of engineering students, through active learning practices. In this article, the Quality Function Deployment (QFD) tool is used to evaluate activities used in the PPP, considering competences as customer requirements and active learning practices as technical requirements. The analysis of results made it possible to identify the competences professional commitment and flexibility to work in a team, as those most valued by the market. Internal benchmarking indicated the prioritization of Discussion-based learning, Team-based learning and 360 Degree Feedback practices as those that most contribute to the improvement of the PPP educational strategy.

**1. INTRODUÇÃO**

A formação de alunos de engenharia conectada/alinhada com as necessidades do mercado é um desafio premente para as instituições de ensino superior. A rápida evolução tecnológica e as demandas em constante mudança da indústria exigem um esforço na atualização dos currículos acadêmicos. Chou *et al.* (2020) afirmam ser fundamental que os programas de engenharia sejam revisados regularmente, levando em consideração as tendências emergentes e as competências exigidas pelo mercado de trabalho. Além disso, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2019) precipitou esforços de planejamento dos currículos acadêmicos em Instituições de Ensino Superior (IESs), no Brasil.

O planejamento curricular implica em um equilíbrio cuidadoso entre a teoria e a prática, com ênfase na aplicação dos conceitos aprendidos em projetos reais e no uso de tecnologias inovadoras (Velázquez *et al.*, 2021). Uma das estratégias para enfrentar esse desafio é estabelecer parcerias sólidas entre as instituições educacionais e as empresas que atuam no mercado (Huang *et al.*, 2019). Essa colaboração permite às universidades entender as necessidades e expectativas dos empregadores e ajustar seus currículos de acordo. Programas de estágio, palestras de profissionais da indústria e parcerias podem proporcionar aos alunos

uma experiência prática relevante, aproximando-os do ambiente de trabalho e facilitando a transição para a carreira profissional (Kanwar *et al.*, 2020).

É importante salientar que, além das competências técnicas, é fundamental promover condições para o desenvolvimento, nos estudantes de engenharia, de habilidades sociais e transversais, como comunicação eficaz, pensamento crítico e trabalho em equipe (Shin *et al.*, 2021). Para o desenvolvimento destas competências, Shan *et al.* (2019) indicam a incorporação de disciplinas e atividades de extensão em currículos multidisciplinares. As competências podem ser desdobradas em unidades operativas menores dentro dos domínios cognitivo (Conhecimentos), psicomotor (Habilidades) e afetivo (Atitudes) e são associadas à formação de profissionais completos e bem-sucedidos (Cruz *et al.*, 2020).

Neste contexto, o presente artigo tem por objetivo, identificar quais práticas de aprendizagem ativa melhor contribuem para o desenvolvimento das competências CHA, consideradas mais relevantes pelo mercado, na formação de profissionais da área de infraestrutura de transportes. As técnicas adotadas para análise utilizam: (i) matriz do Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e (ii) Painéis de Especialistas. As atividades empregadas na estratégia didática denominada Projeto Ponto de Partida (PPP) são consideradas em estudo de caso.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão sistemática da literatura é um método rigoroso e estruturado para identificar, selecionar e avaliar criticamente evidências disponíveis em relação a uma pergunta de pesquisa específica. Segundo Santos *et al.* (2021), o processo de revisão sistemática envolve etapas bem definidas, como a formulação da pergunta de pesquisa, busca sistemática por estudos relevantes, seleção criteriosa dos estudos com base em critérios pré-definidos, extração de dados, análise e síntese dos resultados. Dois temas relevantes para o estudo foram objetos da revisão sistemática: (i) competências CHA e (ii) práticas de aprendizagem ativa mais empregadas na engenharia.

### 2.1. Competências CHA

O termo CHA é um acrônimo que representa Conhecimentos, Habilidades e Atitudes. Segundo Velázquez *et al.* (2021), a dimensão conhecimento refere-se à base teórica e conceitual necessária para a prática profissional, incluindo a compreensão dos princípios fundamentais, teorias e conceitos relevantes para a área de atuação. A dimensão habilidade representa a capacidade de aplicar esse conhecimento na prática, envolvendo a realização de tarefas específicas com competência e eficiência. Por fim, a dimensão atitude, engloba os valores, comportamentos e posturas necessárias para um desempenho ético e responsável no ambiente de trabalho. Proatividade, resiliência, trabalho em equipe e busca constante por aprendizado e aprimoramento são características da dimensão atitude.

O referencial teórico das competências CHA foi realizado por meio de uma revisão sistemática. A coleta envolveu trabalhos indexados na base de dados do Scopus, dando-se preferência a trabalhos desenvolvidos no idioma inglês. A *string* de busca utilizada foi: ( *knowledge*, AND *skills*, AND *attitudes* AND *in* AND *active* AND *learning* ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) ). Essa busca retornou um total de 68 artigos, e desses, o referencial teórico limitou-se a doze trabalhos. Ao observar as referências indicadas nos artigos, destacaram-se três pesquisadores com diversas publicações sobre o tema.

O Quadro 1 apresenta os principais termos utilizados pelos autores para caracterizar as competências associadas às dimensões conhecimento, habilidade e atitude. No quadro é possível observar também a transcrição do termo para utilização na presente pesquisa.

**Quadro 1:** competências CHA relevantes na engenharia

CHA	Termos utilizados na bibliografia	Autor			Termos adotados na pesquisa
		1	2	3	
Conhecimento	Compreensão dos conceitos da disciplina (1), <i>Understanding main concepts</i> (3)	X		X	Conhecimento teórico
	<i>Apply theory and principals to practice</i> (3)			X	Aplicar teoria na prática
	Experiência Profissional (1), <i>Experience</i> (2)	X	X		Experiência de Mercado
	Comunicação (1), <i>Communication skills</i> (2)	X	X		Comunicação clara e objetiva
	<i>Language skills</i> (2)		X		Domínio de idiomas
Habilidade	Análise Crítica (1), <i>Critical thinking</i> (3)	X		X	Análise crítica
	Planejamento (1)	X			Planejamento de tarefas
	Solução de Problema (1), <i>Problem-solving skills</i> (3)	X		X	Solução de problemas
	Trabalho em equipe (1), <i>Flexibility in working with multinational/multicultural environments</i> (2), <i>Teamwork skills</i> (3)	X	X	X	Flexibilidade para trabalhar em equipe
	<i>Strong negotiation skills</i> (2)		X		Habilidade de negociação
Atitude	Proatividade (1), Interesse (1)	X			Proatividade e Interesse
	Comprometimento (1)	X			Comprometimento profissional
	Ética (1)	X			Princípios éticos
	Flexibilidade (1), Respeito pelas opiniões dos outros (1)	X			Respeitos pelas opiniões divergentes
	Empatia (1)	X			Empatia
	Liderança (1), <i>Leadership</i> (2), <i>Leadership skills</i> (3)	X	X	X	Liderança
	<i>High achiever</i> (2)		X		Ambição

Legenda: (1) Frezatti, (s.d.) ; (2) Ictenbas e Eryilmazb, 2011; (3) Bakhr, 2018

É importante destacar os trabalhos de Frezatti (s.d.) intitulado “Análise do Desempenho de Alunos na Perspectiva do CHA em Disciplina Utilizando PBL: o que significa a síntese?” e de Ictenbas e Eryilmazb, (2011) “*Linking Employers’ Expectations with Teaching Methods: Quality Function Deployment Approach*”. Essas referências são relevantes para o presente trabalho, pois aplicaram a técnica de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) para os alunos de cursos de exatas, com a finalidade de obter as características CHA relevantes aos estudos.

Diversos outros termos são encontrados no referencial teórico, principalmente na dimensão atitude. Para não produzir distorções, foram utilizadas entre cinco e sete competências por dimensão CHA. O processo de seleção utilizou por critério os termos mais empregados pelos doze trabalhos previamente selecionados, a partir da utilização do *software* VOSviewer.

## 2.2. Práticas de aprendizagem ativa aplicadas na engenharia

A aprendizagem ativa é uma abordagem pedagógica que coloca o aluno como protagonista do processo de seu aprendizado. A aprendizagem ativa enfatiza práticas que estimulam a participação ativa dos estudantes (Prince, 2004). Entre as principais práticas de aprendizagem ativa aplicadas na engenharia podem ser destacadas:

- **Project-based learning:** a aprendizagem baseada em projetos proporciona aos alunos a possibilidade de utilizar conhecimentos previamente adquiridos para resolver tarefas práticas. Essas tarefas devem ter o mínimo de informação possível, exigindo a busca ativa

dos conhecimentos e habilidades para realizá-las. A totalização dessas tarefas resulta no desenvolvimento do projeto (Kuppuswamy e Mhakure, 2020);

- **Simulation-based learning:** essa prática utiliza ambientes virtuais para criar simulações que auxiliam no desenvolvimento e consolidação do conteúdo. Sua utilização pode ser feita por meio de imersão em ambientes de realidade virtual. Além disso, simulações gráficas de projetos criados por alunos podem auxiliar no entendimento do trabalho realizado (Merchant *et al.*, 2014);
- **Game-based learning:** a aprendizagem baseada em jogos é uma abordagem educacional que utiliza elementos de jogos para promover a aprendizagem de forma engajadora e efetiva. Isso facilita a implementação em classe e torna o ambiente de aprendizado mais seguro e convidativo aos alunos, já que podem praticar suas habilidades em algo realista, mas que não será implementado na vida real. Além de aplicarem os conhecimentos trabalhados em aula, os alunos se sentem mais estimulados a participar ativamente em sua aprendizagem (Jääskä *et al.*, 2022);
- **Team-based learning:** esse tipo de aprendizagem exige que os alunos se organizem em equipes para atingir determinado objetivo. Partindo-se do princípio que é mais fácil para o aluno aprender em conjunto do que sozinho (Prince, 2004), a prática auxilia na construção de novos conhecimentos, assim como no desenvolvimento de características como comunicação, negociação e pensamento crítico (Bailey *et al.*, [s.d.]);
- **Discussion-based learning:** por meio de discussões entre os alunos, os grupos compartilham informações e pontos de vista acerca de determinado tópico. Destaca-se o aprendizado baseado em reflexões de seu conhecimento prévio e experiências pessoais do assunto tratado. Recentemente, percebe-se o incremento dessa prática para aplicação de forma *on-line*, por meio de fóruns de discussão (Aderibigbe, 2021);
- **Tutoring-based learning:** eficiente em disciplinas que aplicam *project-based learning*, essa prática proporciona aos estudantes um ensino colaborativo para as dificuldades práticas do projeto, ou conceitos básicos relacionados à disciplina. Essa forma de ensino também se mostra eficiente para ambientes de interação virtual, evidenciando a modernização dos métodos de ensino e dando espaço ao *e-learning* (Amamou e Cheniti-Belcadhi, 2018);
- **Research-based learning:** na aprendizagem baseada em pesquisa os alunos conduzem pesquisas sobre um tópico específico, aprofundando seus conhecimentos e compartilhando suas descobertas com a turma. Nas engenharias, é comumente identificada em disciplinas de pós-graduação (Hosel *et al.*, 2022);
- **Flipped classroom:** a sala de aula invertida é uma abordagem pedagógica que propõe uma inversão na estrutura tradicional de ensino. De acordo com Strayer (2017), nesse modelo, os alunos estudam o conteúdo previamente fora da sala de aula, por meio de materiais como vídeos, leituras ou atividades *on-line*. Em seguida, durante o tempo de aula, o professor pode dedicar-se a atividades mais interativas e colaborativas, como discussões, resolução de problemas e projetos práticos;
- **360 Degree Feedback:** a prática de avaliação 360° não é exatamente considerada uma prática de aprendizagem ativa, mas sim uma técnica de avaliação de desempenho e desenvolvimento profissional. Por meio dessa abordagem, os participantes recebem *feedback* sobre seu desempenho de múltiplas fontes, como supervisores, colegas de trabalho e subordinados, proporcionando uma visão abrangente de suas competências. Essa informação pode ser utilizada para identificar pontos fortes e áreas de melhoria,

promovendo o autodesenvolvimento (London, 1995);

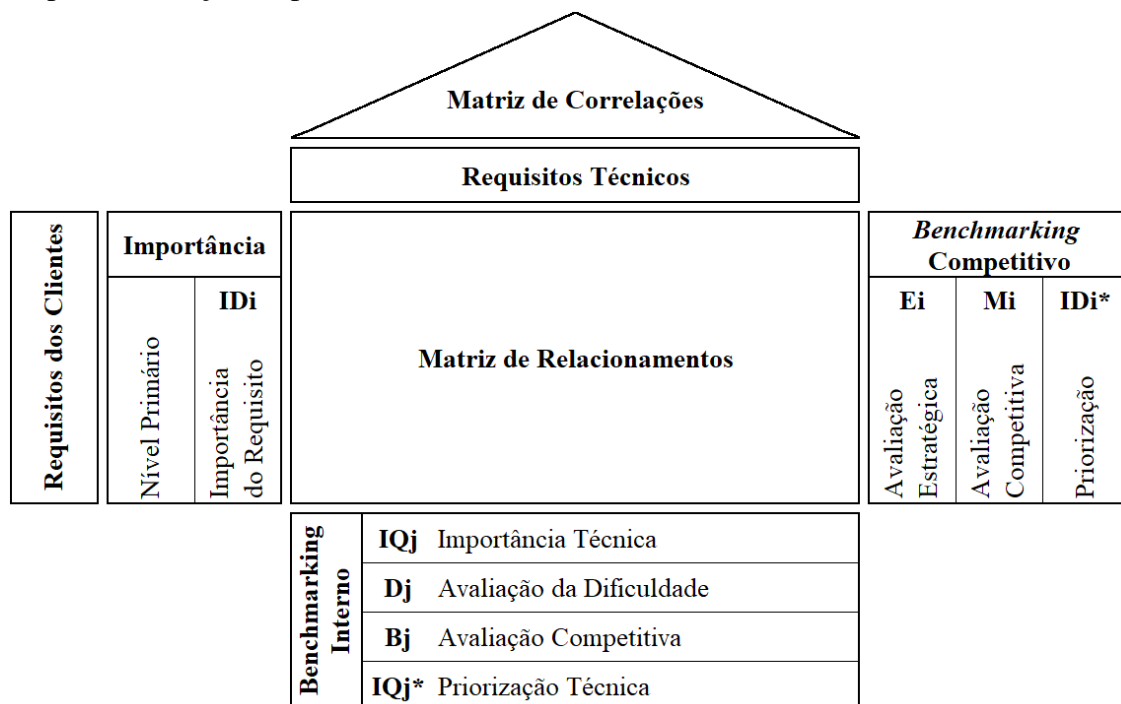
- **Peer review:** o processo de avaliação entre pares é uma prática comumente utilizada no contexto acadêmico e científico para avaliar e fornecer *feedback* sobre o trabalho de outros pesquisadores. Embora o *Peer Review* não seja considerado uma prática de aprendizagem ativa, ele pode promover a aprendizagem e o desenvolvimento dos envolvidos no processo de avaliação (Badea *et al.*, 2018).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia proposta para analisar as competências CHA e as práticas de aprendizagem ativa empregadas por atividades do PPP utilizou duas abordagens amplamente adotadas no mercado: (i) o método Desdobramento da Função Qualidade – QFD e (ii) a avaliação de critérios por Painéis de Especialistas.

#### 3.2 Desdobramento da Função Qualidade – QFD

A matriz de qualidade do Desdobramento da Função Qualidade (*Quality Function Deployment* – QFD) é uma ferramenta que visa traduzir as necessidades e expectativas dos clientes (requisitos dos clientes) em requisitos técnicos mensuráveis para o desenvolvimento de um produto ou serviço. A matriz é composta por várias partes, conforme Figura 1, que desempenham funções específicas.



**Figura 1:** matriz da qualidade do QFD (Adaptado de Ribeiro *et al.*, 2001)

Segundo Ribeiro *et al.* (2001) e Santos *et al.* (2017), as partes da matriz QFD podem ser assim detalhadas:

- **Requisitos dos Clientes:** os requisitos dos clientes são identificados a partir da voz dos clientes, correspondendo às suas expectativas. Esses requisitos representam as necessidades que devem ser atendidas pelo produto ou serviço;
- **Importância:** a cada requisito do cliente é atribuído um valor de importância (Idi). Essa avaliação é realizada pelo cliente e permite priorizar os requisitos de acordo com sua



importância relativa. Uma das formas de avaliar a importância é solicitar aos respondentes que ordenem os itens listados. O peso de cada item é calculado pela soma dos inversos. Por fim, é realizada a normalização desses pesos;

- **Matriz de Relacionamentos:** este espaço é dedicado ao estabelecimento das relações entre os requisitos dos clientes e as características técnicas do produto ou serviço ( $DQ_{ij}$ ). As relações podem ser representadas numérica ou simbolicamente, indicando a força do relacionamento entre cada requisito e cada característica técnica. Usualmente adota-se uma escala de 1 (fraco), 3 (médio) e 9 (forte) para identificar essa relação;
- **Matriz de Correlações:** essa matriz verifica a intensidade do relacionamento entre os requisitos técnicos, mostrando como um requisito influencia outro. Sua representação é dada por diagonais, o que lhe confere o aspecto triangular. Costuma-se utilizar os símbolos = (fortemente negativa), - (negativa), + (positiva) e \* (fortemente positiva), para avaliar o grau de influência entre os requisitos de projeto. Isso auxilia os projetistas a tomar decisões e identificar possíveis conflitos (correlações negativas) entre os requisitos;
- **Benchmarking Competitivo:** a priorização ( $ID_i^*$ ), para efeitos de análise de Benchmarking Competitivo deve ser calculada, conforme Equação 1, levando em conta a importância dos requisitos dos clientes ( $ID_i$ ), a avaliação estratégica ( $E_i$ ) e a avaliação competitiva ( $M_i$ ). Isso permite identificar como satisfazer seus requisitos de maneira prioritária, levando em consideração os concorrentes diretos, bem como avaliações estratégica e competitiva;
- **Requisitos Técnicos:** os requisitos técnicos, ou especificações, são definidos pelos responsáveis como um conjunto de características que podem contribuir para o atendimento das demandas dos clientes. Essas características são medidas e controladas para garantir que os requisitos do cliente sejam atendidos;
- **Benchmarking Interno:** é a parte da matriz na qual se determina a priorização das características de qualidade ( $IQ_j^*$ ). Inicialmente deve-se proceder o cálculo da importância técnica ( $IQ_j$ ), conforme Equação 2, pelo somatório dos produtos entre  $ID_i^*$  e  $DQ_{ij}$ . A priorização é calculada, conforme Equação 3, considerando a importância técnica ( $IQ_j$ ), a avaliação da dificuldade ( $D_j$ ) e a avaliação competitiva ( $B_j$ ).

$$ID_i^* = ID_i \times \sqrt{E_i} \times \sqrt{M_i} \quad (1)$$

$$IQ_j = \sum_{i=1}^n (ID_i^* \times DQ_{ij}) \quad (2)$$

$$IQ_j^* = IQ_j \times \sqrt{D_j} \times \sqrt{B_j} \quad (3)$$

Onde:

- $ID_i$ : importância demandada;
- $E_i$ : avaliação estratégica;
- $M_i$ : avaliação competitiva;
- $ID_i^*$ : priorização das demandas;
- $DQ_{ij}$ : intensidade de relacionamento;
- $IQ_j$ : importância técnica;
- $D_j$ : avaliação da dificuldade;
- $B_j$ : avaliação competitiva;
- $IQ_j^*$ : priorização técnica.

No presente artigo, o produto ou serviço em análise refere-se à formação profissional oferecida a alunos de graduação de engenharia em infraestrutura de transporte. Para realizar tal análise por QFD, foram consideradas as competências CHA da revisão sistemática como requisitos dos clientes. Uma seleção prévia, das práticas de aprendizagem ativa, empregadas no ensino de engenharia, foi utilizada para compor os requisitos técnicos. Para avaliar a importância, relações e correlações, a matriz de QFD foi submetida a painéis de especialistas.

### 3.2 Painel de Especialistas

Segundo Taylor *et al.* (1987), existem significativas vantagens na adoção de painéis de especialistas em pesquisas no contexto teórico-epistemológico. Um painel de especialistas é um grupo de indivíduos altamente qualificados e experientes em um determinado campo ou tópico específico convocados para fornecer orientação, tomar decisões ou compartilhar seu conhecimento em um determinado contexto.

Para fins de coletar dados para preenchimento da matriz de qualidade do Desdobramento da Função Qualidade – QFD, foram consultados dois grupos de especialistas. São eles:

- **Painel de Especialistas do Mercado:** formado por diretores e coordenadores de projetos de empresas de engenharia. Teve por finalidade identificar, na matriz da qualidade do QFD, como o mercado avalia engenheiros egressos quanto às competências CHA (Requisitos dos Clientes e Importância);
- **Painel de Especialistas Acadêmicos:** formado por professor/monitor vinculados ao curso de engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Teve por atribuição de selecionar os Requisitos Técnicos, avaliar estes quanto à Matriz de Relacionamentos e à Matriz de Correlações e, indicar pesos às avaliações competitivas, de estratégia e de dificuldade.

## 4. ESTUDO DE CASO

O PPP foi concebido, originalmente, para atender à disciplina de Rodovias (ENG09029) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, com a finalidade de transformar o já tradicional “Projeto de Rodovias” em uma atividade Lúdico-Real-Didática. Embora tenha surgido em 2016 na UFRGS, professores/pesquisadores de outras instituições acadêmicas contribuíram, desde sua origem, para o fortalecimento desta estratégia de aprendizagem ativa. Destacam-se como parceiros do projeto a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, a Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, a Universidade Luterana do Brasil – ULBRA e a Universidade Federal do Paraná – UFPR, entre outras.

O projeto é percebido pelos alunos como uma Concorrência Pública, que se desenvolve por dezesseis semanas do semestre letivo, com o objetivo de avaliar/escolher o melhor projeto geométrico e de terraplenagem de uma rodovia. As principais atividades do projeto, bem como sua associação com as práticas de aprendizagem ativa empregadas (requisitos técnicos do QFD R1 a R8), podem ser observados no Quadro 2.

A abordagem Lúdico-Real-Didática teve por propósito incorporar no projeto as práticas de aprendizagem ativa *Project-based learning* – PBL, *Team-based learning* – TBL e *Game-based learning* – GBL. Ao longo de sucessivas edições, verificou-se que outras práticas de aprendizagem ativa também eram empregadas. Neste estudo, as práticas de aprendizagem ativa compõem o quadro Requisitos Técnicos da matriz do QFD. Das práticas identificadas na

literatura, como as mais utilizadas na engenharia, são listadas a seguir aquelas que integram o PPP: R1: *Team-based learning – TBL*, R2: *Project-based learning – PBL*, R3: *Discussion-based learning*, R4: *Tutoring-based learning*, R5: *Game-based learning – GBL*, R6: *Flipped classroom*, R7: *360 Degree Feedback* e R8: *Peer review*.

**Quadro 2:** relação entre atividades do PPP com práticas de aprendizagem ativa

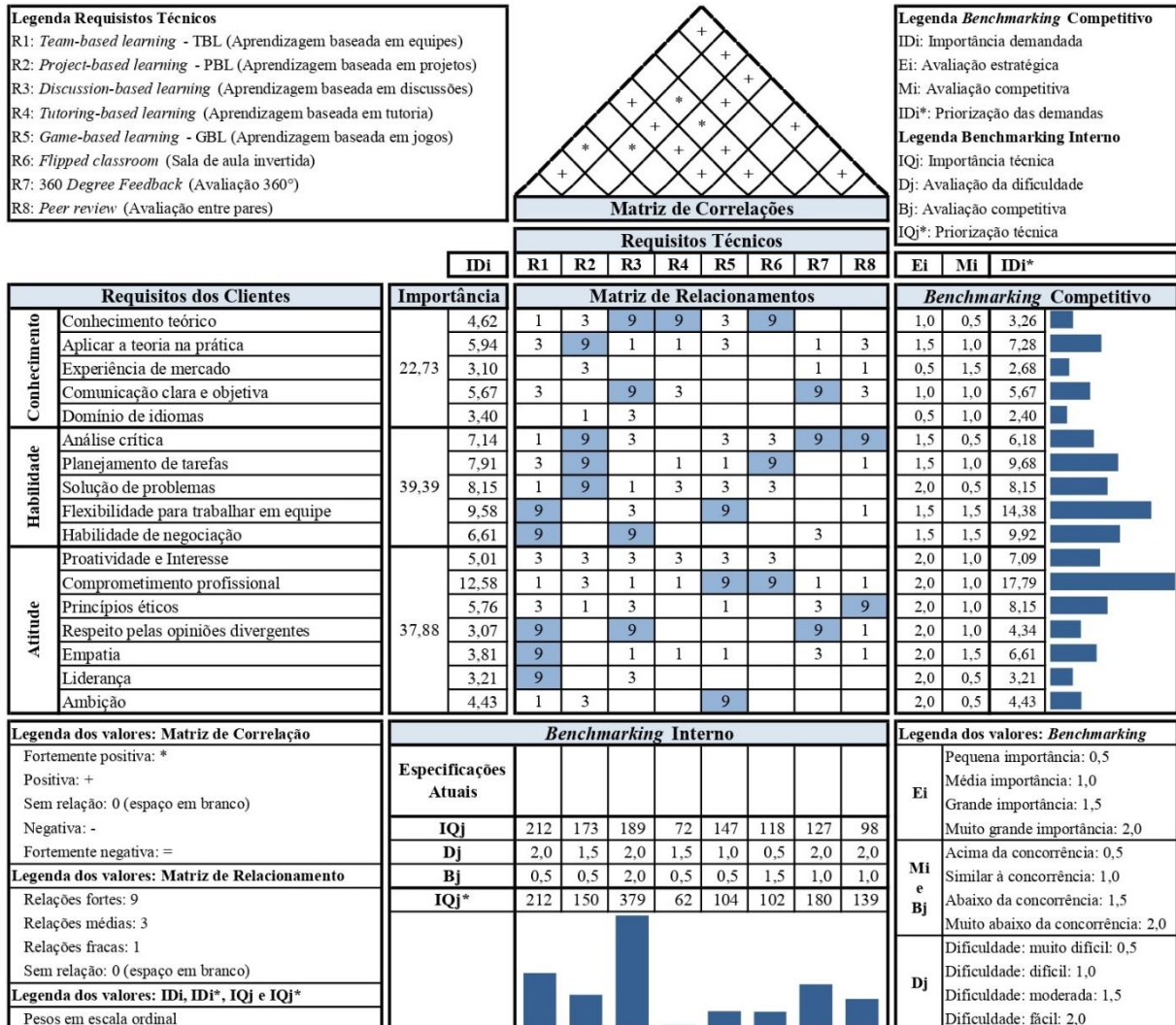
Atividades desenvolvidas no Projeto Ponto de Partida (PPP)	Requisitos Técnicos								Tot.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Publicação do Edital:</b> são disponibilizados às equipes, o Termo de Referência e Diretrizes que indicam as configurações do cenário para a elaboração de estudos e projetos e, um cronograma planejado, com processos e eventos relevantes.	X	X			X				3
<b>Medições:</b> as equipes são acompanhadas/avaliadas a cada semana pelo processo de medição. Neste, são conferidos os serviços realizados com o cronograma planejado. Equipes com atrasos recorrentes são penalizadas.			X	X	X	X			4
<b>ARTs:</b> as avaliações dos alunos e equipes recebem a denominação de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART. As cinco áreas de estudo da disciplina (i) estudo de traçado, (ii) planimetria, (iii) altimetria, (iv) seções transversais e características técnicas e (v) terraplenagem irão compor parte do Acervo Técnico do aluno e de sua equipe. Nesta fase, considerada de formação, a resolução das questões propostas pode ser realizada em conjunto pelos membros de uma mesma equipe.	X		X		X				3
<b>Audiência Pública Simulada:</b> as equipes, em consórcios, devem submeter para seus pares (demais equipes) e para uma banca de examinadores (profissionais da área) o relatório de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA e apresentar defesa de sua proposta de traçado considerando condicionantes de relevo, hidrográficas e de ocupação e uso do solo.	X	X	X	X	X			X	6
<b>Ofícios Circulares:</b> documento oficial do projeto que indica alguma informação complementar ou alteração de parâmetros previamente estabelecidos. Os ofícios circulares têm por objetivo fazer com que os alunos tenham que avaliar as implicações no seu projeto das alterações propostas pelos gestores. Na sequência, conceber e implantar soluções viáveis e ágeis.		X	X	X					3
<b>Abertura dos Envelopes Simulada:</b> encaminhamento dos relatórios: (i) Relatório de Projeto, (ii) Projeto Executivo e (iii) Relatório de Documentos, Orçamento e Indicadores de Desempenho (García <i>et al.</i> , 2017).	X	X	X	X	X				5
<b>Fase Recursal:</b> composta por: (i) Erratas (correção de erros admitidos pela equipe), (ii) Fiscalização (avaliação de projetos concorrentes), (iii) Defesa (correção de apontamentos da fiscalização) e (iv) Pró-labore (avaliação 360 graus do desempenho dos membros de uma equipe).	X	X	X				X	X	5
<b>Consolidação do Acervo Técnico:</b> etapa avaliativa individual das cinco áreas da disciplina. O aluno deve atingir esta etapa com domínio dos conteúdos teóricos e práticos desenvolvidos ao longo do semestre e "treinados" nas ARTs			X						1
<b>Premiação:</b> homologação dos resultados com evento de premiação.			X						1
<b>Publicação:</b> os trabalhos vencedores são reunidos para publicação em livro, com ISBN e autoria de capítulo atribuída aos alunos das equipes vencedoras.	X	X							2
<b>Pesquisa de Satisfação:</b> última etapa com a participação dos alunos no projeto. Após a publicação dos conceitos finais da disciplina é solicitado aos alunos que avaliem a estratégia didática PPP (García <i>et al.</i> , 2016).							X		1
<b>Totalização</b>	6	6	8	4	5	1	2	2	34

## 5. RESULTADOS E ANÁLISES

A matriz de qualidade do QFD (Figura 2) foi estruturada contendo as competências indicadas no Quadro 1, como requisitos do cliente e as práticas de aprendizagem ativa (R1 a R8), indicadas no Quadro 2, como requisitos técnicos. Ao longo dos meses de maio e junho de 2023



um formulário, contendo os requisitos dos clientes, foi disponibilizado para preenchimento por seis especialistas do mercado (coordenadores de projeto/fiscais/empresários). O professor e a monitora da disciplina, vinculados ao PPP, atuaram como especialistas acadêmicos.



**Figura 2:** matriz da qualidade do QFD com resultado das avaliações

Os resultados e análises decorrentes da Figura 2 são, a seguir, apresentados:

- **Análise dos valores atribuídos à importância:** os seis integrantes do painel de especialistas do mercado indicaram a ordem de importância (IDi) das competências CHA, atribuídas como requisitos dos clientes na matriz QFD. Conforme descrito no método, a totalização do inverso dos valores atribuídos gerou o peso de cada item, sendo estes normalizados. Os dados obtidos indicaram a dimensão habilidade como a mais relevante, seguida pela dimensão atitude. Ao ordenar as competências específicas para cada uma das dimensões CHA, as que apresentaram destaque foram: aplicar teoria na prática (C), flexibilidade para trabalhar em equipe (H) e comprometimento profissional (A);
- **Análise dos valores atribuídos ao benchmarking competitivo:** o benchmarking competitivo resulta da relação entre a importância (IDi), atribuída pelos especialistas do mercado, da avaliação estratégica (Ei) e competitiva (Mi), atribuídas pelos especialistas

acadêmicos, resultando no indicador de priorização (IDi\*). Os valores atribuídos ao Ei foram selecionados com o objetivo de fortalecer as dimensões habilidade e atitude, geralmente pouco exploradas no ensino tradicional. A comparação de competitividade do PPP com o ensino tradicional produziu os valores indicados em Mi. O resultado observado na priorização indicou o comprometimento profissional e a flexibilidade para trabalhar em equipe como as competências a serem priorizadas;

- **Análise dos valores atribuídos à matriz de relacionamentos:** ao observar a matriz de relacionamentos da Figura 2 é possível perceber: (i) uma distribuição uniforme de relações fortes entre competências e práticas de aprendizagem ativa, (ii) as oito práticas apresentam, pelo menos, uma relação forte, destacam-se: R1 (5) e R2 e R3 (4) e (iii) apenas três competências não possuem uma prática associada com relação forte: (i) experiência de mercado, (ii) domínio de idiomas e (iii) proatividade e interesse;
- **Análise dos valores atribuídos à matriz de correlação:** a matriz de correlação indica a inexistência de correlações negativas entre as práticas de aprendizagem ativa. Os valores positivos e fortemente positivos sugerem o reforço no processo de aprendizagem, ao aplicar práticas correlacionadas. Nenhuma das práticas consideradas está isolada, tendo pelo menos duas relações positivas (R7). Destacam-se as correlações fortes positivas entre R1 e R3, R2 com R4 e R6 e; R3 e R6. Conforme observado, *Team-based learning* – TBL e *Discussion-based learning* apresentam sinergia, promovendo-se mutuamente. O mesmo ocorre entre *Project-based learning* – PBL, *Tutoring-based learning* e *Flipped classroom*. *Discussion-based learning* e *Flipped classroom* também se relacionam fortemente. Entre as práticas, apenas o *Game-based learning* – GBL (R5), *360 Degree Feedback* (R7) e *Peer review* (R8) não se relacionam fortemente com qualquer outro.
- **Análise dos valores atribuídos ao benchmarking competitivo:** a importância técnica (IQj) resultou, conforme Equação 2, da soma dos produtos entre priorização (IDi\*) e intensidade do relacionamento (DQij). A priorização técnica (IQj\*) foi obtida a partir da importância técnica (IQi) e da avaliação de dificuldade (Dj) e competitiva (Bj), conforme Equação 3. Na avaliação de dificuldade (Dj), considerou-se a prática *Flipped classroom* (R6) como a única classificada como muito difícil, para implantação entre os estudantes. As demais práticas, com exceção da *Game-based learning* – GBL (R5) apresentaram dificuldade moderada ou fácil. Destacam-se com baixo desempenho, na avaliação competitiva (Dj), a prática *Discussion-based learning* (R3) e a prática *Flipped classroom* (R6). Todas as demais apresentam bom desempenho quando confrontado o PPP com o ensino tradicional. Os valores obtidos para priorização indicam a necessidade de aprimoramento nas práticas de aprendizagem ativa *Discussion-based learning* (R3), *Team-based learning* – TBL (R1) e *360 Degree Feedback* (R7).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve por objetivo, identificar quais práticas de aprendizagem ativa mais contribuem para o desenvolvimento das competências CHA, consideradas mais relevantes pelo mercado, na formação de profissionais da área de infraestrutura de transportes. Para seu desenvolvimento, foram selecionadas, em revisão sistemática, as competências CHA mais relevantes à formação de engenheiros de infraestrutura de transportes. Também foram avaliados, no referencial teórico, as práticas de aprendizagem ativa mais empregadas na formação de alunos de engenharia. A metodologia proposta utilizou o método Desdobramento da Função Qualidade – QFD e Painéis de Especialistas. Foi considerado para análise, como estudo de caso, o PPP. Para tanto, atividades de aprendizagem do PPP foram listadas e

classificadas segundo práticas de aprendizagem ativa. Profissionais que atuam no mercado avaliaram as competências CHA relevantes à contratação de engenheiros, na área de infraestrutura de transportes. Professor e monitora, gestores do PPP, avaliaram demais quesitos da matriz de qualidade do QFD.

Os resultados indicaram a importância das dimensões habilidade e atitude pelo painel de especialistas do mercado. As competências CHA mais valorizadas, por dimensão, foram: aplicar teoria na prática (C), flexibilidade para trabalhar em equipe (H) e comprometimento profissional (A). Para fins de *benchmarking* competitivo, a priorização indicou as competências comprometimento profissional e a flexibilidade para trabalhar em equipe, como as mais relevantes. As análises de relacionamento e de correlação indicaram uma distribuição equilibrada entre os requisitos dos clientes (competências CHA) e requisitos técnicos (práticas de aprendizagem ativa), no PPP. Todas as competências são atingidas pelas práticas, sendo 14 das 17 com relações fortes. Outro aspecto relevante é a sinergia entre práticas, identificada pela ausência de correlações negativas. O *benchmarking* interno indicou a priorização das práticas: *Discussion-based learning*, *Team-based learning* – TBL e *360 Degree Feedback* para o aprimoramento da estratégia educacional PPP.

Futuros trabalhos deverão avaliar se as atividades existentes no PPP podem ser adaptadas para fortalecer estas práticas ou se novas deverão ser incorporadas. É importante destacar a relevância do tema e a necessidade de avaliar o desempenho de práticas de aprendizagem ativa na formação de futuros engenheiros.

#### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio dos Recursos de Desenvolvimento Tecnológico - RDT, da Concessionária das Rodovias Integradas do Sul S.A. – VIA SUL, sob regulação da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aderibigbe, S. A. (2021) *Can online discussions facilitate deep learning for students in General Education?* Heliyon, 7(3). doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06414
- Amamou, S., e Cheniti-Belcadhi, L. (2018) *Tutoring in Project-Based Learning*. *Procedia Computer Science* (Vol. 126, p. 176–185). Elsevier B.V. doi:10.1016/j.procs.2018.07.221
- Badea, G., Popescu, E., Sterbini, A., e Temperini, M. (2018) *A Service-Oriented Architecture for Student Modeling in Peer Assessment Environments*. (p. 32–37). doi:10.1007/978-3-030-03580-8\_4
- Bailey, R. L., Kiesel, V. A., Lobene, A. J., e Zou, P. ([s.d.]) *Redesigning an Undergraduate Nutrition Course through Active Learning and Team-Based Projects Enhances Student Performance*. Obtido de <https://academic.oup.com/cdn/>.
- Bakhru, K. M. (2018). *Aligning Teaching Methods for Learning Outcome: A Need for Educational Change in Management Education using Quality Function Deployment Approach*. *International Journal of Learning and Change*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.1504/ijlc.2018.10008662>
- BRASIL (2019). Resolução nº 2 do Conselho Nacional De Educação – CNE, de 24 de abril de 2019. Disponível em: <[https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE\\_RES\\_CNECESN22019.pdf](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN22019.pdf)> acesso em 06/07/2023.
- Cruz M. L., Saunders-Smiths, G. N. and Groen, P. (2020) *Evaluation of competency methods in engineering education: a systematic review* Eur. J. Eng. Educ., vol. 45, no. 5, pp. 729–757.
- Chou, C., Chang, S., Hwang, G., e Huang, C. (2020). *Enabling Students to Learn Engineering Innovation Skills through an Open Innovation Platform: A Design-Based Research Approach*. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 442-457.
- Frezatti, F. ([s.d.]) *Análise do Desempenho de Alunos na Perspectiva do CHA em Disciplina Utilizando PBL: o que significa a síntese?* Obtido de [www.congressousp.fipecafi.org](http://www.congressousp.fipecafi.org)
- García, D. S. P. et al. (2016) *Projeto Ponto de Partida: o ensino de projeto de rodovias através de uma abordagem*



- lúdico-real-didática*. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET (30. : 2016 : Rio de Janeiro, RJ). Anais [recurso eletrônico], Rio de Janeiro: ANPET, 2016.
- García, D. S. P. *et al.* (2017) *Projeto Ponto de Partida: uso de indicadores de desempenho para o método de avaliação da “nota de proposta técnica” de projetos de rodovias*. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET (31. : 2017 : Recife, PE). Anais [recurso eletrônico], Rio de Janeiro: ANPET, 2017.
- Hosel, C., Heinzig, M., Vogel, R., Roschke, C., Kuhn, A., Schmidsberger, F., Vodel, M., e Ritter, M. (2022) Adaptation of a Research-based Teaching-Learning Format with Approaches of Online Learning in the STEM Field. 2022 *International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)* (p. 1–6). IEEE. doi:10.1109/ICECCME55909.2022.9988046
- Huang, X., Xu, S., e Peng, Y. (2019). College-industry cooperation in engineering education: a literature review. *International Journal of Engineering Education*, 35(5), 1352-1361.
- Ictenbas, B. D., e Eryilmazb, H. (2011) Linking employers’ expectations with teaching methods: Quality function deployment approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* (Vol. 28, p. 568–572). doi:10.1016/j.sbspro.2011.11.109
- Jääskä, E., Lehtinen, J., Kujala, J., e Kauppila, O. (2022) Game-based learning and students’ motivation in project management education. *Project Leadership and Society*, 3. doi:10.1016/j.plas.2022.100055
- Kanwar, V., Mulyono, S., e Devasenapathy, S. (2020). Collaborative Learning and Internship Programs: Empowering Students for Industry 4.0. In *Proceedings of the 4th International Conference on Vocational Education and Training (ICVET 2019)* (pp. 61-66). Springer.
- Kuppuswamy, R., e Mhakure, D. (2020) Project-based learning in an engineering-design course - Developing mechanical- engineering graduates for the world of work. *Procedia CIRP* (Vol. 91, p. 565–570). Elsevier B.V. doi:10.1016/j.procir.2020.02.215
- London, M., e Smither, J. W. (1995). Can multi-source feedback change perceptions of goal accomplishment, self-evaluations, and performance-related outcomes? Theory-based applications and directions for research. *Personnel Psychology*, 48(4), 803-839.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., e Davis, T. J. (2014) Effectiveness of virtual reality-based instruction on students’ learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers and Education*, 70, 29–40. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.033
- Prince, M. (2004) Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*. Wiley-Blackwell Publishing Ltd. doi:10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x
- Ribeiro, J.L.D., Echeveste, M.E., Danilevicz, A.M.F. (2001) A Utilização do QFD na Otimização de Produtos, Processos e Serviços. Série Monográfica Qualidade. UFRGS, Porto Alegre.
- Santos, I. C., Pentead, C. M., e Lopes, A. C. S. (2021). *Sistemática Revisão da Literatura em Engenharia de Produção no Brasil: Mapeamento e Análise Bibliométrica de Artigos Publicados em Periódicos*. Produção, 31, e20210021.
- Santos, M. K.; Danilevicz, A. M. F.; Tubino, R. M.C. Environmental service providers assessment: a multi-criteria model applied to industrial waste. *Journal of Cleaner Production.*, v.159, p.374 - 38, 2017.
- Shan, D., *et al.* (2019). Engineering students' perceptions of the importance of generic skills: A comparative study between Australia and China. *European Journal of Engineering Education*, 44(3), 399-414.
- Shin, H., Yoon, C., e Kim, S. (2021). The effectiveness of interdisciplinary project-based learning on the development of multidisciplinary competencies in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 46(4), 1041-1060.
- Strayer, J. F. (2017). The flipped classroom: What is it and how can we use it? *Current Directions in Psychological Science*, 26(6), 495-500.
- Taylor, J.G., Zube, E.H. e Sell, J.L. (1987). Landscape assessment and perception research methods. In R.B. Bechtel, R.W. Marans, e W. Michelson (Orgs.). *Methods in environmental and behavioral research* (pp. 361-393). Nova York: Van Nostrand Reinhold.
- Velázquez, R., Gutiérrez, M., e Moreno-Ger, P. (2021). Designing a competency-based learning experience in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 95-111.

---

Daniel Sergio Presta García (daniel.garcia@ufrgs.br)

Christine Tessele Nodari (piti@producao.ufrgs.br)

Ângela de Moura Ferreira Danilevicz (angela.danilevicz@ufrgs.br)

Laura Beatriz Silva Rössler (laurarössler735@gmail.com)

Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Av. Osvaldo Aranha, 99 – 5º andar, Porto Alegre, RS, Brasil