

ADRIANA MARIA TONINI
ORGANIZADORA

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

AS COMPETÊNCIAS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO



Larissa Rodrigues Ribeiro Pereira
Diretora Comercial

Winstom Erick Cardoso Pereira
Diretor Administrativo

CONSELHO EDITORIAL

ACADÊMICO

Prof. Me. Adriano Cielo Dotto (Una Catalão)
Prof. Dr. Aguinaldo Pereira (IFRO)
Profa. Dra. Christiane de Holanda Camilo (UNITINS/UEG)
Prof. Dr. Dagoberto Rosa de Jesus (IFMT)
Profa. Me. Daiana da Silva da Paixão (FAZAG)
Profa. Dra. Deise Nanci de Castro Mesquita (Cepae/UEG)
Profa. Me. Limerce Ferreira Lopes (IFG)
Profa. Dra. Márcia Gorett Ribeiro Grossi (CEFET-MG)
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos (FAQ)
Profa. Dra. Maria Adélia da Costa (CEFET-MG)
Profa. Me. Patrícia Fortes Lopes Donzele Cielo (Una Catalão)
Profa. Dra. Rosane Castilho (UEG)
Prof. Dr. Ulysses Rocha Filho (UFCAT)

CONSULTIVO

Nelson José de Castro Peixoto
Núbia Vieira
Welima Fabiana Vieira Borges

Adriana Maria Tonini

Organizadora

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

As competências na formação do engenheiro

1ª edição

Goiânia - Goiás
Editora Alta Performance
- 2023 -

Copyright © 2023 by
Adriana Maria Tonini

Editora Alta Performance

Rua 132-A, nº 100, Qd F-45 Lote 2
Setor Sul - CEP 74093-22 - Goiânia/Goiás
CNPJ: 21.538.101/0001-90
Site: <http://editoraaltaperformance.com.br/>

Contatos:

Larissa Pereira - (62) 98230-1212

Editoração: Franco Jr.
Revisão ortográfica e ABNT: Doralice Jacomazi
Imagem da capa: vecteezy_Titima Ongkantong

CIP - Brasil - Catalogação na Fonte
Dartony Diocen T. Santos CRB-1 (1º Região) 3294

E24 Educação em engenharia: as competências na formação do engenheiro. /
Adriana Maria Tonini (org.). — 1ª ed. — Goiânia : Editora Alta Performance, 2023.
[E-book]
352p. : il.

ISBN: 978-65-5447-158-9

1. Educação. 2. Formação. 3. Engenharia. 4. Competência. I. Título.

CDU: 37 + 62

O conteúdo da obra é de responsabilidade dos autores.

DIREITOS RESERVADOS

É proibida a reprodução total ou parcial da obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, sem a autorização prévia e por escrito dos autores. A violação dos Direitos Autorais (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
FORMAÇÃO EM ENGENHARIA: ENTRE A PRESCRIÇÃO DAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS E O ENTENDIMENTO DE COMPETÊNCIAS COMO CONSEQUÊNCIA DE UM PROCESSO DE APRENDIZAGEM ATIVA	9
<i>Jarbas da Cunha e Silva</i> <i>Adriana Maria Tonini</i>	
A APRENDIZAGEM ATIVA APLICADA NO CURRÍCULO POR COMPETÊNCIA NAS ENGENHARIAS	41
<i>Edson Pedro Ferlin</i>	
MAKERSPACES ACADÊMICO: UM INSTRUMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM ENGENHARIA	75
<i>Andréa Cristina dos Santos</i> <i>Jéssica Mendes Jorge</i> <i>Rafael Ernesto Kieckbusch</i>	
USO DA TAXONOMIA DE BLOOM NO PROJETO DE UM CURRÍCULO BASEADO EM COMPETÊNCIAS	102
<i>Ana Paula Siqueira Silva de Almeida</i> <i>Danilo Henrique Spadoti</i> <i>Egon Luiz Müller Júnior</i> <i>Giscard Francimeire Cintra Veloso</i> <i>Rodrigo Maximiano Antunes de Almeida</i>	
AS COMPETÊNCIAS PARA ENFRENTAR OS GRANDES DESAFIOS DA HUMANIDADE: O PROGRAMA “GRAND CHALLENGES SCHOLARS PROGRAM”	128
<i>Guilherme Ginjo</i> <i>Paula Katakura</i> <i>Wanderson de Oliveira Assis</i> <i>Joseph Y. Saab Jr.</i> <i>Marcello Nitz</i>	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS DE METODOLOGIAS ATIVAS: POTENCIALIDADES E DESAFIOS NOS CURSOS DE ENGENHARIA	148
<i>Maria Adélia da Costa</i>	
USINA DE PROJETOS EXPERIMENTAIS (UPx) E A FORMAÇÃO INTEGRAL DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA	166
<i>Alexandre Marcos de Mattos Pires Ferreira</i>	
<i>Fabiano Marques</i>	
<i>Thaís Barros Beldi</i>	
<i>Luciano Freire</i>	
COMPETÊNCIAS NOS CURSOS DE ENGENHARIA: TRILHANDO NOVOS CAMINHOS, RESSIGNIFICANDO O ENSINO E A APRENDIZAGEM.....	190
<i>Tânia Regina Dias Silva Pereira</i>	
<i>Telma Dias Silva dos Anjos</i>	
A LÓGICA DE COMPETÊNCIAS E A DIVISÃO SEXUAL DO TRABALHO NA MINERAÇÃO.....	216
<i>Raquel Quirino</i>	
APRENDIZAGEM COOPERATIVA E O MÉTODO JIGSAW: UMA PROPOSTA DIALÓGICA DE ENSINO-APRENDIZAGEM	254
<i>José Rodrigues de Farias Filho</i>	
<i>Cinthia Paes Virginio</i>	
<i>Sandro Alberto Vianna Lordelo</i>	
PROJETO DE CURSO DE ENGENHARIA COM FOCO NAS COMPETÊNCIAS DO EGRESSO	306
<i>Patrícia Lizi de Oliveira Maggi</i>	
<i>Olívia Alves Gomes Pessoa</i>	
DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM PROJETOS DE ALTA COMPLEXIDADE – ABORDANDO DESAFIOS DO MUNDO REAL NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA	333
<i>André L. M. Santana</i>	
<i>Roseli de Deus Lopes</i>	
SOBRE A AUTORA	350
RESUMO	351

APRESENTAÇÃO

A Educação em Engenharia, denominação mais recente para o Ensino de Engenharia, surgiu nos Estados Unidos e na Europa na segunda metade do século XX. No Brasil, a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge) é a única que representa as escolas de ensino de engenharia e desempenha um papel proeminente junto ao MEC/CNE/CES na elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs). Além disso, ela tem a responsabilidade de acompanhar e orientar as Instituições de Ensino Superior (IES) na implementação de currículos alinhados com essas diretrizes.

Nessa perspectiva, para formar engenheiros com o perfil desejado pelas DCNs, os currículos ou matrizes curriculares dos cursos de graduação devem ser organizados em uma série de práticas educativas multidisciplinares e transdisciplinares. Esses currículos também precisam garantir uma formação integral, que associe o conhecimento científico-tecnológico com as áreas humanas e sociais para formar engenheiros críticos (que sempre aprimorem sua atuação profissional), humanistas (que atendam às demandas da sociedade e do país) e generalistas (capazes de lidar com um mercado dinâmico, tanto nacional quanto internacional, em relação às tecnologias e inovações).

Nesse sentido, é crucial que os currículos sejam flexíveis, transformando o conhecimento descontextualizado em metodologias de ensino-aprendizagem, como a aprendizagem baseada em projetos e problemas, a aprendizagem ativa e o uso de laboratórios para desenvolver as competências conforme as DCNs. Também, para formar profissionais de engenharia com essas competências, é essencial incentivar e proporcionar as condições necessárias para que os professores adotem novas metodologias de ensino que sejam ativas e com abordagens interdisciplinares, visando ao desenvolvimento das competências esperadas dos graduados.

Assim, os currículos devem ser capazes de formar profissionais que saibam o que fazer com o conhecimento adquirido - ou seja, que possuam habilidades práticas e uma compreensão sólida dos conceitos técnicos. O engenheiro contemporâneo deve ter habilidades de comunicação, ser capaz de estabelecer relacionamentos

interpessoais e organizacionais, ser responsável, adaptável, flexível, criativo e ético, além de ser apto a enfrentar desafios, buscar constantemente novos conhecimentos, solucionar problemas, trabalhar em equipe, tomar decisões e se preocupar com o meio ambiente e a sustentabilidade.

Além disso, é importante incentivar a participação das mulheres nas áreas de engenharia, o que faz parte de uma política global focada em “Mulheres em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática)” para atender ao Objetivo 5 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. Esse incentivo resultará em mais pessoas formadas nas áreas de conhecimento técnico, o que, por sua vez, contribuirá para aumentar a produção científica do país e fortalecer o potencial de desenvolvimento tecnológico brasileiro, gerando crescimento econômico, empregos e renda para todos os cidadãos, ao mesmo tempo que democratiza as oportunidades de emprego para homens e mulheres no mercado de trabalho. Isso representa avanços significativos para o país.

Essas considerações fundamentais devem orientar os parâmetros da educação em engenharia e serem implementadas nos cursos de graduação. Assim, os cursos de engenharia estarão sempre em destaque, oferecendo currículos modernos e ousados, que buscam a formação baseada nas competências necessárias para enfrentar os desafios do século XXI, abordando temas emergentes como ciência de dados, inteligência artificial, sustentabilidade, eficiência energética, cidades inteligentes, mobilidade, corrida pelo hidrogênio verde, redução de emissões de carbono e combate ao aquecimento global, entre outros.

Este livro reúne as contribuições dos diversos docentes pesquisadores da Educação em Engenharia de vários estados do Brasil nos doze artigos, e, em todos eles, a articulação entre as reflexões teóricas e as práticas sobre as competências que emerge como questão central na busca pela formação ideal do engenheiro.

Adriana Maria Tonini

Presidente da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge)



FORMAÇÃO EM ENGENHARIA: ENTRE A PRESCRIÇÃO DAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS E O ENTENDIMENTO DE COMPETÊNCIAS COMO CONSEQUÊNCIA DE UM PROCESSO DE APRENDIZAGEM ATIVA

Jarbas da Cunha e Silva¹

Adriana Maria Tonini²

Introdução

O mundo contemporâneo, configurado como a era do conhecimento, apresenta um ambiente de constante mudança e competição entre as organizações, o que vem demandando dos diversos profissionais — independentemente da atividade — a busca por desenvolver habilidades e competências, isto é, tanto o domínio técnico em suas áreas de atuação, quanto *soft skills*³, que lhes permitam o desenvolvimento de processos de trabalho, produtos, serviços, novos negócios e soluções criativas para situações diversas, adversas e indeterminadas. Nesse contexto, é sobre o trabalho e sobre o trabalhador que tais demandas se apresentam de forma mais preeminente. Santos (2003, p. 33) aponta que esta:

¹ Doutor em Inovação Tecnológica/UFMG.

² Doutora em Educação/UFMG.

³ Termo contemporâneo utilizado em diversas áreas, como a administração de recursos humanos e a psicologia, para designar um conjunto de habilidades não técnicas (capacidade de empatia e relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, criatividade, comunicação eficaz e capacidade de negociação são exemplos) ligadas ao espectro comportamental do ser humano em situações diversas, como em atividades de trabalho que envolvam a capacidade, o desenvolvimento e a interação positiva com outros indivíduos e o ambiente.

[...] chamada ‘sociedade do conhecimento’ exige [trabalhadores] conscientes da necessidade de saber-fazer, saber-pensar, saber-ser, saber-agir... [demandando]... uma educação que desenvolva ‘competências’ para a formação de um trabalhador “pensante-executante”, capaz de realizar tanto o trabalho manual quanto o intelectual.

Cabe ao sistema educacional e de formação o desafio, como bem assinalou Dugué (2004, p. 31), de “formar para um trabalho específico sem enclausurar nos limites de um ofício”, isto é, formar um profissional especialista e generalista. Espera-se do sistema de formação a preparação do estudante para o exercício de um ofício, mas que possibilite também a ele a capacidade reflexiva para, com sua bagagem de conhecimento, experiências, habilidades e competências, ultrapassar sua área de atuação, contribuindo para o progresso tecnológico, bem como para seu desenvolvimento pessoal.

A escola seria o principal espaço mediador da formação e desenvolvimento de profissionais para o mercado de trabalho e no âmbito da educação profissional tecnológica de nível superior, que busca integrar a compreensão dos fundamentos científicos dos processos produtivos com suas aplicações técnicas, consideramos aqui a área das engenharias; pois a educação em engenharia não passa ao largo dos efeitos dessas demandas ao sistema educativo.

Entretanto, no Brasil, persistem práticas tradicionais de transmissão de conhecimentos, que seriam assimilados passivamente pelos estudantes, num formato expositivo, conteudista, compartimentalizado e com pouca prática. Isso evidencia a necessidade de mudanças no modelo educacional, além da adequação e incorporação de novas práticas ao percurso formativo, de maneira a tornar a formação em engenharia mais efetiva e integral (Souza *et al.*, 2010; Oliveira, 2005; Loder, 2009; Santos, 2014; Grimoni, 2012; Fernandez *et al.*, 2017). No exterior, a necessidade de transformação da educação em engenharia também é percebida e diversos autores (Bekker; Smit, 2019; Finlay; Papworth, 2019; Cropley *et al.*, 2017) apontam a fragmentação e a lacuna no aprendizado em relação a temas e aplicações aos problemas da vida real, à supressão de oportunidades de aprendizagem e comportamentos criativos e à distância entre experimentação e implementação por meio de atividades práticas.

Para suplantar tal desafio e carência na formação, nos últimos anos houve aperfeiçoamentos em termos da legislação educacional, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei 9394/96), que em seu artigo 43 menciona, como fi-

nalidade da educação superior, o estímulo e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo; e com a Resolução 2/2019 do Conselho Nacional de Educação, que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de engenharia. Essas diretrizes prescrevem tanto o que se espera que os cursos ofereçam quanto o que se espera dos egressos em termos de formação em conteúdos básicos, profissionais e específicos. Ainda, o desenvolvimento de habilidades e competências que possibilitem aos estudantes compreenderem fenômenos, conceber e projetar soluções, verificar, validar e implantar soluções, isto é, saberes e técnicas relativas à atividade da engenharia aliada à autonomia crítico-reflexiva, atitude investigativa e tomada de decisões, visão holística e humanista, atuação inovadora e empreendedora, trabalho em equipe, criatividade para resolver problemas, dentre outros atributos.

No entanto, boa parte das prescrições contidas nas DCN ainda permanecem programáticas e não incorporadas aos cursos, sem influenciar práticas e conteúdos do ensino da engenharia. Ou seja, nos moldes em que é majoritariamente oferecida, a formação não estaria promovendo o que se espera do engenheiro contemporâneo: um profissional com habilidades e competências gerais e específicas associadas às suas atividades, capaz de responder a demandas da realidade por melhorias e inovações em processos, produtos e serviços, visando ao progresso da sociedade.

Ademais, ressalta-se que na referida legislação buscou-se incorporar o conceito de competência em uma abordagem pedagógica, inclusive a formação por competências é tema recorrente no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge) como na última edição de 2023, com a plenária cujo tema foi “Formação por competências alinhada às DCN”. Mas qual o entendimento de competência as DCN carregam em seu bojo? Disciplinas são capazes de desenvolver os saberes convertendo-os em competências? A escola e o processo de ensino-aprendizagem são capazes de formar competências?

Este texto apresenta uma reflexão e questões sobre o entendimento do termo competência, sobre como as DCN prescrevem tal fenômeno, sobre os desafios que tais diretrizes impõem às instituições de ensino e, adicionalmente, sobre a contribuição da pedagogia ativa no que tange ao processo de formação e desenvolvimento ou aquisição de habilidades e, em última instância, de como deveríamos entender as competências como resultado de um processo e não como um “ativo” a ser entregue ao final da graduação.

1. Competência(s), DCNs, e a contribuição da Aprendizagem Ativa por meio do projeto BAJA: um panorama teórico

1.1 Sobre competência(s)

Mas de que competência(s) falamos? O que significa agir com competência? Como relacionar um termo polissêmico, cujo entendimento pode ser difuso, aos processos de aprendizagem? Competência é algo que se ensina? A pedagogia e o processo de ensino-aprendizagem são capazes de formar competências?

Não há como falar de competências sem falar em habilidades, uma vez que habilidades são componentes implícitos e intrinsecamente associados à configuração, formação e desenvolvimento de competências, sejam estas competências cognitivas e aquelas relativas aos saberes disciplinares, ou mesmo os saberes experienciais relativos ao saber fazer em determinada situação, à experiência da aprendizagem, à memória dos indivíduos, a uma determinada cultura, dentre outros fatores, isto é, o saber tácito.

Consideramos que a habilidade de se fazer algo seja a capacidade ou aptidão de um indivíduo para realizar atividades de um ofício de forma satisfatória, eficiente, com qualidade, com a intenção de fazer as coisas de forma bem-feita. Quando o indivíduo se empenha, se envolve afetiva e compromissadamente em realizar da melhor maneira possível uma solução (Sennet, 2000) de que necessita; ele imprime seus valores e saberes na atividade que produz. O termo habilidade é comumente associado à dimensão operacional e à habilidade manual e, por isso, consideramos que a habilidade pode ser desenvolvida, “treinada”.

Aliás, é importante destacar que, muitas vezes, treinamento carrega um significado negativo, por reduzir e subjugar o trabalho humano e sua criatividade a condicionantes do capitalismo, mas ele é também uma forma de buscar aperfeiçoamento e alcançar maestria em um ofício. Toda habilidade, manual ou não — a ideia de habilidade não deve ser reduzida exclusivamente à habilidade manual —, está sempre associada a alguma prática e “quanto mais alguém treina e pratica no desenvolvimento de uma habilidade, mais desenvolverá uma mentalidade prática, centrando-se no possível e no particular” (Sennet, 2020, p. 58). Na ação do indivíduo hábil, isso revela tanto uma leitura do contexto e o diálogo com esse quanto uma tomada de consciência da própria ação, pois o *savoir faire* é:

[...] compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos, e compreender é conseguir dominar, em pensamento, as mes-

mas situações até poder resolver os problemas por elas levantado, em relação ao porquê e ao como as ligações constatadas, e por outro lado, utilizadas em ação (Piaget, 1978, p. 176).

Assim, tal ação consciente levaria o indivíduo tanto a atentar para “padrões objetivos de excelência” (Sennet, 2020, p. 19) quanto a buscar por mudanças e melhorias no decurso de seu desenvolvimento, “transformando esquemas de ações em noções e em operações” (Piaget, 1978, p. 10) que configuram a prática habilidosa (Schon, 2000), e, assim, essa prática se revela no exercício de uma atividade associada às competências do indivíduo.

O termo competência é polissêmico e comporta diferentes interpretações e dimensões, como a circunscrita em uma área de domínio e no campo de ação do indivíduo e, também, aquela configurada no espectro do social, na situação-problema na qual o indivíduo se encontra e na interação com outros atores e fatores. Existem tanto competências vinculadas a habilidades específicas e a *soft skills*, a desempenho, resultados e processos quanto aquelas vinculadas às competências organizacionais.

Nesse sentido, o termo competência vem sendo usado em vários domínios do conhecimento – na administração, no direito, na economia, na sociologia do trabalho, entre outros – e em várias acepções, tais como competência essencial, organizacional, técnica, emocional, transversal, entre outras. No âmbito do trabalho, das empresas e organizações em geral, percebem-se usos diversificados, ora referindo-se à especialidade técnica de um trabalhador específico, ora a um conjunto de capacidades e, no meio acadêmico, também se verificam diversas correntes teóricas.

A abordagem americana para competência, pode-se dizer, nasceu em 1973 no artigo de David C. McClelland – “*Testing for competence rather than for intelligence*”⁴ – no qual o autor propunha, como alternativa aos testes de inteligência, um conceito de competência. O artigo define competência como “algo subjacente ao indivíduo e que estava diretamente ligado ao desempenho superior na realização de uma tarefa ou atividade desenvolvida” (McClelland, *apud* Silva *et al.*, 2013, p. 3). A partir daí, estudos posteriores consolidaram a visão de que o desempenho em uma dada ação é o elemento fundante de tal conceito e que “o máximo desempenho ocorre quando a capacidade ou talento da pessoa é compatível com as necessidades das demandas” do trabalho (Boyatzis, 2008, p. 5).

⁴ Tradução: Testando pela competência mais que pela inteligência.

No campo organizacional e da gestão de pessoas, Fleury e Fleury (2001, p. 185), seguindo essa corrente teórica, apontam que competência pode ser conceituada como um conjunto de “conhecimentos, habilidades e atitudes”, comumente conhecido pela sigla CHA, o que asseguraria melhores desempenhos e resultados fundamentados tanto em inteligência, quanto na personalidade das pessoas. Entretanto, Fisher *et al.* (*apud* Bianco; Zandonade, 2014, p. 448), argumentam que, nessa visão, a competência restringe-se a um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes em si, desvinculado de um contexto social, econômico, e histórico, e que serviria apenas para aumentar o desempenho, relacionando competência ao conceito de *entrega e agregação de valor*, e em última instância, melhorando resultados das organizações.

Uma crítica a essas perspectivas é sua ênfase nos resultados e nos recursos, estes como atributos do indivíduo, não considerando as contingências da prática de uma atividade (Le Boterf, 2006). Assim, por outro lado, há a abordagem da sociologia francesa do trabalho. Para Zarifian (1995), a competência é resultante de um processo interno de rearticulação de saberes, com vistas a dar uma resposta pertinente, eficaz e eficiente a um acontecimento — o imprevisto — ou uma perturbação nos processos de trabalho. Para esse autor, competência é “entendimento prático de situações que se apoia em conhecimentos adquiridos e os transforma na medida em que aumenta a diversidade das situações” (Zarifian, 2012, p. 72). Em outras palavras, a competência se constrói na experiência e se revela na própria ação, com a mobilização da bagagem de conhecimentos — teóricos, práticos, técnicos e não técnicos — e experiências do indivíduo em interação com o contexto e na dinâmica dos fatores envolvidos, revelando ainda uma disposição do indivíduo para a oportunidade de ação para resolver situações problema.

Le Boterf (2006), por sua vez, argumenta que competência é mais que uma “súmula de saberes” e, sim, trata-se do saber agir, associando e mobilizando com pertinência os diversos saberes em situações práticas de trabalho, considerando as suas condições singulares, pois “ser detentor dos recursos não garante a pertinência ou a eficácia da ação” (Le Boterf, 2006, p. 61). Para o autor há três dimensões a serem consideradas na configuração do que chamamos de competência:

A dimensão dos diversos recursos disponíveis (conhecimentos, saber fazer, capacidades cognitivas, competências comportamentais) que o indivíduo pode mobilizar para agir; ...a dimensão da própria ação e dos resultados que ela produz, isto é, das práticas profissionais e do desempenho; ...e a dimensão da re-

flexividade, que é a do distanciamento e julgamento crítico em relação às duas dimensões anteriores (Le Boterf, 2006, p. 61).

Para o autor a competência configura-se na prática reflexiva de uma atividade – sem a qual não haveria indivíduos competentes – e pela recombinação e mobilização dos recursos disponíveis de forma contextual, comparando e julgando o que há de prescrito para a resolução de um problema e o que há de real e singular no enfrentamento de um problema, tendo em vista a realização de um objetivo que faça sentido. Competência não é deter um conteúdo, um saber disciplinar em si, mas sua mobilização, e como nos lembra Bruner (1996), saber é um processo não um produto.

Assim, podemos considerar que tanto a visão de Le Boterf quanto a de Zarifian não veem a competência como atributos do indivíduo, pois os extrapola, e introduzem a ideia do exercício em uma atividade, uma prática. Adicionalmente, expandindo a noção de competência para um conjunto de saberes inter-relacionados, bem como a transferibilidade do conhecimento de uma área de domínio para outra – por analogia ou pelo entendimento da situação e sua adequação ao que se objetiva, isto é, pela reflexão na ação, de forma coerente às especificidades das situações –, chegamos à noção de competências transversais (Rey, 2002). Esse, um construto conceitual e intencional que encerra um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes configurados no fazer prático e na intervenção ponderada, capacitando o indivíduo a agir, se adaptar, compreender e intervir no mundo, fazendo uma gestão do conhecimento de forma reflexiva ante as situações diversas e adversas ou mesmo em campos de atuação diferentes.

O distanciamento e julgamento crítico a que Le Boterf se refere também são consoante ao que Donald A. Schön (2000) teorizou como a reflexão na ação, ou uma epistemologia da prática, compreendendo um processo de reflexão sobre uma situação problema que vai se desenvolvendo diante das singularidades das situações, em uma narrativa construída durante a prática do indivíduo. Nesse processo, os diversos saberes se entrelaçam de forma interdependente e “onde conhecer e fazer são inseparáveis” da situação ou problema posto (Schön, 2000, p. 70).

Os indivíduos, ao interagirem com as situações e com os elementos e fatores condicionantes do contexto (interferências, falhas, *tradeoffs* ou contradições técnicas, diferenças de interesses entre os envolvidos, cronogramas, custos, pressões externas diversas, etc.), vão lidando com incertezas, hipóteses, mas também vão descobrindo possibilidades de soluções. Assim, a reflexão na ação compreende um movimento de reconhecer, apreciar e ajustar ações e decisões ao longo do percurso das

atividades (Schön, 2000) de forma dinâmica, seguindo o curso e a variabilidade dos eventos. Tal prática permite estar atento às mudanças e às possibilidades de ação e de aderência entre as condições objetivas e as lacunas, o proposto e o problema que se quer sanar.

No âmbito da formação, consideramos que habilidades e competências também possam ser desenvolvidas pela experiência da aprendizagem, conforme defendem Dreyfus e Dreyfus (2012) em seus estudos sobre o processo de aquisição de habilidades por meio de instrução e experiência. Os autores alertam que esse processo não é regular e linear para indivíduos, no qual se passaria de um estágio de *novato* a *expert*,⁵ mas sim dinâmico, sujeito a fatores subjetivos comportamentais e também a fatores externos objetivos, materiais e situacionais.

Segundo Dreyfus e Dreyfus (2012, p. 7), os *novatos* aprendem a “reconhecer vários fatos e elementos objetivos que são relevantes à habilidade e [adquirem] regras para determinar ações” em problemas por vezes descontextualizados, não havendo grande envolvimento e compromisso com o impacto de resultados, sendo as decisões e escolhas feitas com base nas regras aprendidas de forma analítica. A seu turno, o *iniciante avançado* passa a identificar elementos e situações particulares, tanto descontextualizadas quanto situacionais – por vezes reais, significativas e indeterminadas –, mas ainda utiliza um arcabouço analítico para definir suas ações. Com mais experiência, torna-se *competente* e passa a adotar procedimentos hierárquicos e um plano analítico vinculado ao resultado comprometido, o que, progressivamente, assim como o iniciante avançado, requer o resgate de saberes e experiências prévias para solucionar problemas e enfrentar mudanças ao longo das atividades desenvolvidas.

Em perspectiva, esses estágios levariam aos estágios da proficiência e da expertise, quando então o indivíduo alcançaria a maestria em um ofício, sendo apto a refletir sobre as próprias intuições, de modo a ter uma compreensão situacional das experiências, “discriminação e associação holísticas”, o que o permitiria agir de forma intuitiva, fluida, natural e sem esforço, com habilidade e desempenho superiores (Dreyfus; Dreyfus, 2012, p. 16). Em todo caso, o processo de formação de habilidades depende da temporalidade da experiência, isto é, demanda tempo para se consolidar uma habilidade; e como a aprendizagem é uma experiência do indivíduo, a formação depende da experiência vivida e do engajamento do estudante nas atividades formativas. Muito provavelmente, um estudante ainda na escola, seja em uma

⁵ Segundo os autores, as fases da aquisição de habilidades são: novato, iniciante avançado, proficiente, competente e expert; posteriormente, acrescentaram mestre e visionário.

formação de nível técnico ou graduação, não alcançará o nível da expertise, mas é o início do processo de desenvolvimento de uma habilidade.

Assim, dada a natureza experiencial, seja em ambiente de trabalho ou escolar, isto é, uma natureza situacional e processual que envolve tanto habilidades quanto competências, Schwartz (1998) nos alerta para uma questão empiricamente problemática e insolúvel relativa à avaliação de competências: a competência se revela sob uma pluralidade de “ingredientes heterogêneos”, vinculados às situações de trabalho, como o grau de apropriação e conformidade vinculado a um protocolo experimental na situação vivida; uma dimensão histórica que permite ao indivíduo tomar decisões; uma capacidade de adaptação que promova ajustes na atividade de trabalho; a dimensão dos valores envolvidos e que dão base a qualquer atividade humana; a própria interação entre esses ingredientes. Ou seja, a competência é uma síntese desses ingredientes, que não se apresentam de forma homogênea para e/ou nos indivíduos e nas atividades.

Entretanto, a despeito de as competências serem resultantes do enfrentamento de situações problema, de ações tomadas e saberes diversos, consideramos que é possível desenvolver habilidades e competências – em termos de formas de atuar e pensar, isto é, nas dimensões prática e cognitiva, uma vez que elas se entrelaçam; o operacional é desdobramento do cognitivo e vice-versa – vinculadas a uma experiência formativa que possibilitem a incorporação de saberes diversos, bem como o surgimento de respostas ou soluções a demandas práticas.

No caso de uma experiência formativa, a vivência proporciona o espaço e o tempo das situações e experimentações em processos desafiadores, relacionais, construtivistas, problemáticos e, portanto, multidimensionais. Nesse contexto, são acionados saberes diversos, elementos e fatores favoráveis ao uso de estratégias, tentativas, erros e ajustes, bem como a reflexão na ação, tão importante na construção de habilidades e competências. Essas circunstâncias de aprendizagem são a base para o desenvolvimento, não final, mas inicial de um saber prático que formará o repertório de experiências do indivíduo, para uso futuro em outras situações, proporcionando e potencializando o desenvolvimento de habilidades e competências individuais no longo prazo.

O fato é que a noção de competência em termos gerais é multidimensional, contempla várias características e é proveniente de várias fontes e campos de saberes objetivos e subjetivos, desde conhecimentos técnicos específicos, conhecimento experiencial advindo do exercício de uma atividade prática, habilidade comunicativa, inteligência emocional, história de vida, entre outros. Para Rey (2002, p. 48), esse

conjunto de fatores configuraria a competência e essa seria um construto intencional capaz de conduzir o homem moderno a gerar e adaptar seus atos e palavras, a fim de compreender o mundo e agir sobre ele. Nessa visão, competência seria uma integração de saberes e “poder do conhecimento”.

Competência é um fenômeno a ser entendido não com uma perspectiva estática, algo pontual que se revela pronto em determinado momento; e sim, ao contrário, como um fenômeno dinâmico que se mostra pela contingência situacional que envolve a percepção do indivíduo, seu senso de oportunidade, das relações e interações com os fatores intervenientes, e adicionalmente abarca o repertório individual de saberes, disciplinares e experienciais, sua capacidade cognitiva, capacidade combinatória, memória e intuição. O processo de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades e competências é uma experiência individual e por isso não há como garantir que a escola seja capaz de gerar tal resultado, uma vez que sua ocorrência é muitas vezes imprevisível e não modelizável.

A despeito dos nuances de definição que o termo competência carrega, Perrenoud (2013) – que também apontou para a fragilidade em termos de sua verificação empírica – considerou o campo da educação, suscitando o questionamento se seria a missão da escola formar competências. Pode-se dizer que, no ambiente de aprendizagem e formação, o que as escolas podem oferecer é a possibilidade de experiências práticas nas quais o estudante possa exercer seus saberes, refletir e agir sobre determinadas situações problema, como é o caso de experiências formativas baseadas em projetos, em que o estudante pode de forma simulada, ou mesmo real, exercer o saber fazer e o saber pensar.

Entretanto, assim como o autor, consideramos que competência encerra um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes representados e configurados no fazer prático e na intervenção ponderada diante das diversas situações e contingências das atividades vividas. E mesmo no campo da formação e aprendizagem, tais atributos são passíveis de serem desenvolvidos no processo educativo de forma a potencializar uma educação integral.

1.2 Sobre as DCN

Como já mencionado, na perspectiva de se propor uma mudança na formação em engenharia, a Resolução 2/2019 do Conselho Nacional de Educação estabeleceu as DCN para os cursos, no entanto, boa parte do teor de seus artigos apresenta-se como prescrições, e mesmo que estejam parcialmente implementadas nos cursos, ain-

da permanecem programáticas, sem influenciar práticas e conteúdos do ensino da engenharia. Buscou-se incorporar o paradigma da competência em uma abordagem pedagógica, mas o entendimento de competência nas DCN carrega o caráter de um “ativo”, ou algo que se possa entregar ao final de uma formação.

Conforme vimos na seção anterior, o entendimento de competência(s) e a sua ocorrência enquanto um fenômeno situacional devem ser mais bem compreendidos como resultante de um longo processo dinâmico de aprendizagem – tanto dos indivíduos envolvidos quanto da própria organização escolar – sujeito a vários fatores de que talvez as escolas de engenharia e seus recursos e organização curricular não estejam e sejam prontamente capazes de realizar.

Além dessa perspectiva sobre o significado de competências, as DCN na realidade acarretam diversos desafios para as instituições e para suplantá-los haveria necessidade de ajustes e mudanças significativas no processo educativo nas dimensões do ensino e da aprendizagem, em projetos político-pedagógicos dos cursos, suas condições objetivas, recursos materiais e estruturais em termos de organização curricular e formas de avaliação, e mesmo a postura de educadores no que tange à adoção e alinhamento de práticas pedagógicas, caso se busquem adequar experiências formativas vinculadas à pedagogia ativa, como a adoção de metodologias ativas e projetos, por exemplo, às práticas de ensino-aprendizagem acoplados às disciplinas diversas e às singularidades dos cursos e suas ênfases, seus planos de ensino ou ainda na forma de projetos interdisciplinares.

As DCN, na prática, ensejaram uma reformulação na formação dos engenheiros, estabelecendo um perfil do egresso vinculado a uma lista de competências a serem desenvolvidas. Vejamos o que consta em seus artigos. Os artigos 3º e 4º trazem claramente em seus enunciados que o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia “deve compreender” e que o curso “deve proporcionar” – em tom de prescrição – tanto o que se espera que os cursos ofereçam quanto o que se espera dos egressos em termos de formação em conteúdos básicos, profissionais e específicos. Ainda, o desenvolvimento de habilidades e competências gerais que possibilitem aos estudantes compreender fenômenos, conceber e projetar soluções, experimentar, verificar, validar e implantar soluções por meio de todo um aparato técnico-científico próprio da engenharia, isto é, saberes e técnicas relativas à atividade da engenharia aliada à autonomia crítico-reflexiva, atitude investigativa e tomada de decisões, visão holística e humanista, atuação inovadora e empreendedora, gerenciar projetos, trabalho em equipe, criatividade para resolver problemas, dentre outros atributos.

Ou seja, buscou-se tanto incluir atributos referidos às competências de caráter não técnico, quanto também favorecer a “assimilação dos conteúdos teóricos no campo de aplicação da prática com atuação criativa, eficiente e participativa no desenvolvimento de [...] competências e habilidades requeridas no mundo do trabalho” (Tonini; Lima, 2009, p. 44).

Os demais artigos a partir do 6º trazem também diretrizes no sentido de que o curso de Engenharia “deve possuir” um Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e que “assegure” o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, ou seja, traz em seu enunciado quase uma determinação de que é certo que as escolas de engenharia – a partir de sua organização e estrutura geral dos cursos, formas de aproveitamento e avaliação, dentre outros – sejam capazes de entregar tal produto final, uma vez que tenham se adequadado a tais ditames.

Em outras palavras, o artigo enuncia que as escolas devem assegurar o desenvolvimento, o que, como vimos na seção anterior, no que tange ao desenvolvimento de habilidades e competências, trata-se de um feito imprevisível – dado que há uma natureza multideterminada e de longo prazo para a formação de habilidades e competências – e dado que há uma dificuldade empírica para que uma avaliação de competências ao final dos cursos seja levada a efeito.

Como nos lembra Perrenoud (1999), cursos, projetos e programas de formação baseados em uma abordagem que contemple o desenvolvimento de habilidades e competências devem, a partir da mediação pedagógica e de práticas problematizadoras, integradoras e mobilizadoras de saberes, adotar pedagogias ativas, como projetos e situações problema. E existem abordagens formativas vinculadas à teorização das pedagogias ativas consoantes ao ensino das DCN e suas prescrições que fomentam, promovem a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades e competências, tal como a abordagem da aprendizagem baseada em problemas (*problem based learning* – PBL) e/ou por projetos. Um exemplo são as equipes de competição e, para tanto, apresentamos na próxima seção uma contribuição de tais experiências formativas no que tange à formação de habilidades e competências do engenheiro.

1.3 Sobre a aprendizagem ativa e a aprendizagem baseada em problemas

A fim de compreender o processo de aprendizagem e o processo de formação e desenvolvimento de habilidades e competências, nesta seção trataremos da aprendizagem ativa e da PBL, no que tange às suas características e contribuições.

Contrário à concepção de escola tradicional e seu modelo de ensino-aprendizagem, centrada no ensino transmitido pelo professor, o filósofo, psicólogo e pedagogo americano John Dewey (1859-1952) buscou construir uma Filosofia da Educação e estabeleceu os princípios de uma Educação Progressista ou Progressiva através de uma aprendizagem ativa⁶ fundamentada no pragmatismo, no experimentalismo e na relação que o homem deve ter com a complexidade da realidade em que vive.

Dewey teorizou um ideal pedagógico e fundamentou filosoficamente a concepção de uma escola mais ativa afirmando que o “ensino deveria dar-se pela ação (*learning by doing*) e não pela instrução...[assim]... a educação continuamente reconstruía a experiência concreta, ativa, produtiva [...]” (Gadotti, 1999, p. 143). Em sua obra *Como pensamos*, publicada originalmente em 1910, o autor argumenta que o processo e o desenvolvimento do pensamento reflexivo são derivações do modo como fazemos, ou seja, como o homem executa suas atividades construtivas. Argumenta que tal concepção poderia ser aplicada ao processo educativo, numa nova escola baseada na atividade prática, em práticas pedagógicas mais dinâmicas. Nessa visão, a construção de conhecimentos, habilidades, e atitudes está diretamente relacionada ao aprendizado prático, à ação, ao aprender fazendo, por isso enfatiza-se a aprendizagem ativa, através do fazer.

Buscou-se estabelecer os fundamentos da aprendizagem ativa vinculando-a ao fazer e ao pensar reflexivamente, e esse processo teria início com o enfrentamento de um problema real, “um estado de dúvida, hesitação, [...] dificuldade mental, o qual origina o ato de pensar; e um ato de pesquisa, procura, inquirição, para encontrar material que resolva a dúvida, assente e esclareça a perplexidade” (Dewey, 1979, p. 22). Ou seja, a formação do pensamento reflexivo deriva da experiência do enfrentamento de um problema real e esse processo teria cinco fases, sumarizadas por Leonardo Van Acker no Prefácio de *Como Pensamos*:

1) situação difícil ou perplexa; 2) definição da natureza do problema; 3) sugestão de ideias como hipóteses de solução; 4) verificação lógica [...] da consistência ou coerência das ideias ou hipóteses com os dados do problema, de modo a eliminar as incompatíveis e selecionar a única coerente; 5) verificação experimental da única hipótese compatível. Tal é a ordem intelectual que deveriam seguir as aulas escolares, com a participação dos estudantes e do professor, este último não como ditador, nem como simples aprendiz, mas como orientador intelectual da experiência partilhada por todo o grupo (Dewey, 1979, p. 4).

⁶ Inicialmente nomeada de Educação Progressiva ou Progressista pelo próprio autor e que mais tarde deu corpo à concepção da Escola Nova ou ainda Escola Ativa.

A resolução e o entendimento de um problema ou situação seriam resultantes de um processo de reflexão da realidade buscando suas contradições ao passo que se examinam fatores e elementos envolvidos, e para Dewey (2010, p. 92):

[...] refletir é olhar para trás sobre o que foi feito e extrair os significados positivos, que irão constituir o capital para se lidar inteligentemente com posteriores experiências. É o coração da organização intelectual e de uma mente disciplinada.

Nesse sentido, a curiosidade, o enfrentamento dos problemas reais ou mesmo simulados, a experiência humana prática e suas diversas interações têm papel fundamental na configuração e construção da experiência do aprendiz, pois essencialmente todas as pessoas “mantêm interação com o seu ambiente, fica envolvida num processo de dar e receber, de agir sobre os objetos circunstantes e receber deles, de volta, alguma ação – impressões, estímulos. Esse processo de interação constitui a estrutura da experiência” (Dewey, 1979, p. 44). Como nos lembra Sousa (2015, p. 22), para Dewey, a educação deve ser e “é a contínua reorganização e reconstrução da experiência” num processo de crescimento.

Em torno dessa filosofia da experiência e de sua aplicação no processo educativo, a função da educação poderia então “ser definida como emancipação e alargamento da experiência” (Dewey, 1979, p. 199), uma vez que, para o autor, educação significa *crescimento*. Ainda segundo Alfred Hall-Quest⁷, a experiência só pode ser considerada educativa quando baseada numa “continuidade de conhecimento relevante e na medida em que esse conhecimento modifica ou modela a perspectiva, a atitude e as habilidades do estudante...[possuindo]...duas dimensões [...] histórica [e] social. É tanto ordenada quanto dinâmica”.

Não desconstruindo a educação tradicional, Dewey (2010, p. 24) defende que deveria haver um “desenvolvimento positivo e construtivo de propósitos, métodos e matérias curriculares para dar base a uma teoria da experiência e suas potencialidades educacionais”. Nesse sentido, na aprendizagem ativa, a organização curricular e os métodos de ensino, assim como os recursos e a organização social da escola, deveriam ser baseados na experiência, e, “direcionados por ideias que, quando articuladas e coerentes, formam uma filosofia da educação” (Dewey, 2010, p. 30).

Essa abordagem ou forma de conduzir o processo educativo requer estratégias ativas, tal como os projetos de atividades práticas que Dewey menciona em sua

⁷ Nota do editor, edição de 1938 de “Experiência e educação”, de John Dewey.

obra, que poderiam ser: “manuais, como uma construção; de descoberta, como uma excursão; de competição, como um jogo; de comunicação, como a narração de um conto, etc.” (Kilpatrick, *apud* Gadotti, 1979, p. 144). Uma aprendizagem eficaz deveria contar com o desejo e a finalidade, pois, assim, os estudantes se empenhariam em seu mais alto grau, assumindo e desenvolvendo um senso de responsabilidade, tomando os projetos como seus (Kilpatrick, 1952, p. 72).

A abordagem da aprendizagem ativa, por meio da vivência na resolução de problemas e atividades práticas via projetos, percorreria também as fases descritas no desenvolvimento do pensamento reflexivo ao passo que contribuiriam enormemente no processo educativo, uma vez que através de projetos se estabelecem objetivo, planejamento, execução e avaliação.

Projetos educacionais contemplados na aprendizagem ativa deveriam apresentar as seguintes condições: serem interessantes e evocarem as emoções e desejos, bem como terem um significado para os indivíduos envolvidos; terem valor intrínseco; apresentarem problemas despertando a curiosidade, levantando indagações e evocando a busca por informações via observação, leitura, consulta a especialistas, etc.; serem passíveis de desenvolvimento, ou seja, que apresentem continuidade e integração, que uma coisa leve a outra cumulativamente (Dewey, 1979, p. 215). Em outras palavras, o trabalho com projetos suscita e requer pesquisa, envolvimento e participação efetiva do estudante, além de favorecer a cooperação, o trabalho coletivo, e a formação ética. Adicionalmente, nessa perspectiva, o professor atuaria como facilitador e mediador do percurso de formação, propiciando as condições objetivas a um ambiente de aprendizagem favorável a um aprendizado “independente, colaborativo e transformador” (Grimoni *et al.*, 2012, p. 65).

O objetivo maior na aprendizagem ativa é levar o estudante, a partir de um problema, a “descobrir um fenômeno e a compreender conceitos [...] e na sequência é conduzido a relacionar suas descobertas com o seu conhecimento prévio do mundo” (Grimoni *et al.*, 2012, p. 65), ao passo que, nesse percurso, ocorreria o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes, ou seja, competências “conceituais, atitudinais e procedimentais dos estudantes, dando possibilidades de um desenvolvimento cognitivo em níveis mais avançados, como análise, síntese e criação” (Anderson *et al.*, *apud* Grimoni *et al.*, 2012, p. 65).

Assim, resumizando o pensamento de Dewey sobre um processo formativo, a ênfase é na aprendizagem que se realiza por meio da abordagem por resolução de problemas, quando o estudante, de forma ativa, interativa, reflexiva, pragmática e experimental, descobre conteúdos, desenvolve habilidades e competências e (re)cons-

trói e absorve conhecimentos pelo *aprender fazendo*, na interação com o contexto (Dewey, 1979), tornando a aprendizagem significativa⁸ e efetiva.

A aprendizagem é um processo baseado na experiência vivida ao se resolver problemas e na geração e incorporação de saberes diversos pelo indivíduo. Essa abordagem de aprendizagem ativa, podemos afirmar, é, portanto, aquela na qual o estudante aprendiz – por sua participação ativa – se depara com um enfrentamento de questões, problemas e situações reais ou simuladas com o objetivo de incorporar e construir reflexivamente soluções, tendo o conhecimento como um desdobramento da própria experiência educativa.

Segundo Grimoni *et al.* (2012, p. 63), a aprendizagem ativa é um método instrucional ou um conjunto de ações que leva o estudante a “processar, aplicar, interagir e compartilhar suas experiências, como parte do processo educacional”. Trata-se de uma teorização do processo educativo viabilizada por uma estratégia ou metodologia de ensino-aprendizagem prático, baseada predominantemente na experiência.

A despeito da dificuldade de se adotarem tais teorias educacionais em sala de aula e de implementar processos educativos que sejam ativos, significativos, interativos, na educação em engenharia, a abordagem da aprendizagem baseada em problemas apresenta-se como uma estratégia metodológica compatível. Segundo Casale (2013, p. 33), a PBL é uma abordagem ligada à:

Teorias educacionais como a cognitiva e a construtivista [e] estão relacionadas à abordagens indutivas de ensino. Métodos indutivos promovem a adoção da aprendizagem profunda, desenvolvimento intelectual, pensamento crítico, habilidades de aprendizagem autônoma, permitindo uma maior compatibilidade com as características desejáveis na formação do perfil profissional do engenheiro.

A abordagem da PBL se apresenta como a mais utilizada ou mais adequada para a educação em engenharia, pois contempla vários fatores e elementos preconizados pela teorização da aprendizagem ativa. A PBL é uma estratégia pedagógica centrada no estudante visando levá-lo a aprender sobre um tema, tópico ou questão no contexto da resolução de problemas reais – complexos e multidimensionais – oferecendo elementos e fatores que convirjam para a construção e desenvolvimento de

⁸ Para David P. Ausubel (1968), a aprendizagem significativa é resultante de um processo no qual a informação, um novo significado ou conhecimento são relacionados e associados de forma não arbitrária e substantiva ao que o indivíduo já reconhece em sua estrutura cognitiva e de significados. Assim, novas ideias são ancoradas e aceitas (subsumidas como algo que faz parte de um todo) e/ou ajustadas em uma base e repertório de significados já existentes. O termo também é comumente compreendido como sendo aquela aprendizagem portadora de valor e sentido atribuído pelo indivíduo.

saberes diversos. Por sua vez, Frost (1996 *apud* Neto *et al.*, 2014, p. 26) aponta que a PBL é uma estratégia instrucional que visa diminuir a lacuna entre teoria e prática que conduz o processo de aprendizagem, tendo os estudantes como os protagonistas da experiência do aprendizado.

Com sua base na experimentação, a PBL busca promover nos estudantes a investigação, a compreensão e a resolução de um dado problema ou desafio. Inicialmente, como ponto de partida, coloca-se um problema. Levantam-se também as hipóteses prováveis para sua solução – que se tornarão objetivos e questões de estudo, investigação e aprendizagem pelos estudantes; em seguida, aplicam-se e/ou executam-se tais hipóteses, e posteriormente avalia-se sua eficácia. O conhecimento é construído pelas atividades práticas sobre o objeto de estudo de forma individual e, principalmente, na forma de trabalho em equipe, com os estudantes organizados em pequenos grupos. Nessa abordagem, o currículo deve ser pensado em função do objeto de estudo, dos saberes que se deseja desenvolver e ser submetido ao processo e ao ambiente de aprendizagem, que devem contemplar um conjunto de condições objetivas favorecedoras do objetivo de aprendizagem.

Quanto à dinâmica, ou ao desenvolvimento das atividades, o percurso e a experiência do aprendizado têm início nos problemas postos, e a partir daí deflagra-se o trabalho de planejamento de ações – práticas ou mesmo teóricas – e de direção, de motivação, bem como na busca de informações individual ou coletivamente. Dá-se início a um processo de interação entre os participantes englobando a produção, apreensão, organização, gestão, representação e discussão sobre o problema e as alternativas ou hipóteses de possíveis soluções, buscadas no acervo de conhecimentos prévios e em outras fontes externas, a serem pesquisadas, analisadas e postas à prova, incluindo a avaliação de pares, relatórios e apresentações, seminários, entre outros.

Importante ressaltar que esse processo é potencializado pela dinâmica do trabalho em equipe, desenvolvendo estudos sobre um tema ou problema específico e, nesse sentido, as discussões em grupo têm um papel importante, pois é por elas que ocorrem o confrontar com os saberes prévios, com as diferentes opiniões – a reflexão coletiva – com as hipóteses e suas inadequações ante o problema, e o exercício individual da exposição dos estudantes, desenvolvendo habilidades técnicas e não técnicas, tais como a comunicação, o trabalho em equipe, a visão global do problema, a ética, a corresponsabilidade, entre outras.

É nessa dinâmica dialógica e dialética, nesse processo de aprendizagem, que se busca consolidar e integrar teoria e prática. Nesse processo, deve-se buscar, a partir do acervo de conhecimentos dos estudantes, a análise, a síntese, a reelaboração e a

construção de novos saberes, *intra* ou *interdisciplinares* em toda sua potencialidade. Ressalta-se, aqui, a importância da relação professor-estudante. Santos (2014, p. 114) pondera sobre o papel da boa comunicação e da mediação do professor, que se bem “conduzida é considerada fundamental para que os estudantes possam permanecer motivados e o envolvimento de todos com as atividades propostas sustentem-se”. Quanto a essa interação professor-estudante, na PBL essa relação é mais horizontal, pois como o foco é menos no ensino e mais no processo de aprendizagem, o professor se coloca no nível do estudante, como um colaborador do processo, ou seja, busca-se uma relação mais próxima entre os sujeitos participantes do processo educativo.

Diferentemente do modelo da aula tradicional, no qual “tudo já está determinado e há pouco para ser descoberto” (Sousa, 2015, p. 28), na PBL, o estudante tem um papel central, o de protagonista no processo de autoaprendizagem – de forma ativa e reflexiva – e na interação com os demais participantes, bem como no compartilhamento coletivo de informações e conhecimento para a solução do problema e construção dos saberes. Tal processo busca dar voz ao estudante, ao passo que permite a tomada de decisões ao longo das atividades, num processo de empoderamento do estudante, conferindo-lhe um sentimento de responsabilidade e significação. Quanto ao professor, como nos lembra Sousa (2015, p. 25), há na PBL uma:

Descentralização do conhecimento que antes era localizado no professor... [este]... não é o único detentor do conhecimento, já que se configura como mais um recurso para aprendizagem, do mesmo modo como são os [...] estudantes do grupo, os livros, a internet, e eventualmente, os profissionais da área.

Como já mencionado, o professor deve atuar como mediador e orientador do processo formativo, fornecendo estrutura e condições objetivas, ou seja, um ambiente de aprendizagem favorável, conduzindo discussões e interação com o grupo, sem, contudo, oferecer respostas. A despeito da variabilidade em que a atuação do professor pode ocorrer, em geral, Delisle (2000, *apud* Sousa, 2015, p. 27) sintetiza a atuação do professor em três fases, a saber:

1) [...] desenvolve o problema de modo que sejam abordados os conteúdos do currículo. Essa etapa começa antes do período letivo, quando o professor deverá decidir se o PBL será usado em todo conteúdo do currículo ou em algum conteúdo específico; 2) [...] orienta os estudantes no tratamento do problema [...] uma etapa particularmente difícil, porque o professor precisa guiar, sem conduzir; apoiar, sem dirigir. E mais, orientar os estudantes sem parecer que

está escondendo a resposta (RIBEIRO, 2008)...; 3) [...] avalia o problema, o estudante e sua própria atuação e pondera a eficácia do problema no desenvolvimento de conhecimentos e competências. Se for o caso, pode modificar o problema, quando perceber que a resolução não resultou em progresso dos estudantes [...].

Ainda quanto à figura indispensável do professor, Valente (2002 *apud* Sousa, 2015, p. 25) nos lembra que, mesmo a PBL sendo uma modalidade de aprendizagem ativa, “é essencial a intervenção do professor para que os estudantes possam formalizar conceitos convencionados historicamente. Sem a presença do professor seria necessário o estudante recriar essas convenções”. Segundo Casale (2013), os atributos fundamentais do profissional que trabalha com PBL também se categorizam em *conceituais*, *procedimentais* e *atitudinais*; tais atributos determinam em parte os rumos da experiência educativa. Dentre as competências ou áreas de domínio, segundo a autora, o professor ou facilitador precisaria ter as seguintes características: capacidade de facilitação do processo, isto é, ser capaz de zelar e orientar a aprendizagem ativa pelo grupo de estudantes, fornecendo-lhes, ainda, as condições objetivas e materiais para tal, criando um ambiente favorável de aprendizagem, além de postar-se como um coaprendiz; capacidade de trabalho em grupo, de mobilizar pessoas e recursos; capacidade de observar e escutar, buscando compreender as intersubjetividades para decidir quando intervir, ao passo que estabelece um relacionamento harmonioso, saudável e de respeito, o que implica boa comunicação e interação; capacidade de questionar, promover e instigar o raciocínio na discussão; capacidade de fornecer *feedback*, intervindo para corrigir erros, rumos e promover ajustes, reforçando conhecimentos, habilidades e atitudes.

Na prática, a PBL apresenta algumas características fundamentais, quais sejam: tem como ponto de partida um problema contextualizado e relacionado às situações profissionais; são os problemas que demandam os tópicos e áreas de conhecimento a serem estudados com menos aulas expositivas; o estudante é o protagonista de seu processo de aprendizagem; há o trabalho em equipe e o desenvolvimento do senso de responsabilidade pelo trabalho coletivo. Considerando que não há um formato único para a aplicação da PBL enquanto estratégia de aprendizagem. Importante ressaltar que, na aplicação dessa abordagem, há que se considerar que o processo é tanto flexível quanto *iterativo*. Por iterativo, entende-se um procedimento sucessivo ou sequencial, que pode se dar por repetição ou não, tentativas e erros, que revelam um desenvolvimento e melhoria contínua a cada fase ou ciclo do aprendizado, em que um objeto ou produto é resultado de uma fase antecedente.

Essa forma de conduzir o processo educativo não é fechada em um modelo para disciplinas e cursos, como nos relatam Grimoni *et al.* (2012) em seus estudos. O formato de aplicação dependerá de vários fatores, tais como: a natureza do problema posto; o conhecimento, habilidades e atitudes que se pretendem desenvolver; a própria disciplina; o nível de desenvolvimento e aprendizado dos estudantes; os recursos materiais e condições objetivas proporcionadas pelo professor e pela escola, dentre outros fatores, como no contexto de uma competição. Por sua vez, Ribeiro (2005, p. 42) recomenda um roteiro para aplicação, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Roteiro PBL

Apresentação do problema	Estudantes definem a natureza do problema e organizam idéias e tentam solucioná-lo com conhecimentos prévios.
Discussão	Estudantes elaboram perguntas – <i>learning issues</i> – sobre pontos e aspectos, definindo propriedades de aprendizagem e que serão investigadas, delegando tarefas para posterior partilhamento com grupo. Professor participa orientando e discutindo os recursos necessários na investigação e aprendizagem.
Reencontro	Compartilhamento das buscas para a resolução, estudantes são encorajados a fazer síntese e integração de novos saberes e conexões com os anteriores. Prossegue-se na solução do problema no processo contínuo de aprendizagem e exploração do tema/problema, mesmo pelo professor.
Avaliação	Ocorre a avaliação de si mesmos, de seus pares de forma construtiva. Autoavaliação é uma habilidade essencial para a aprendizagem autônoma.

Fonte: Elaboração a partir de Duch (1995), Sanford University (2000), Barrows (2001) *apud* Ribeiro (2005, p. 42).

Como podemos ver, nesse roteiro sugerido de aplicação da PBL apresenta-se o problema; organizam-se grupos de estudantes que discutem ideias e hipóteses; busca-se compreender o problema posto com o que já sabem, e quanto ao que ainda não sabem, esses se tornaram os objetivos de aprendizagem; há a distribuição de tarefas – práticas ou teóricas – visando esclarecê-las e/ou aplicá-las; há o compartilhamento e discussão com o grupo; busca-se a integração e a síntese de novos conhecimentos; ocorre a avaliação fechando o ciclo, que pode ser autoavaliação e também a do próprio processo de aprendizagem.

Com a adoção da PBL, o trabalho em grupo e a autonomia dos estudantes, que perpassam as atividades, a aprendizagem é construída e eles desenvolvem “habilidades de autorregulação, que são favorecidas [...] quando do estabelecimento de objetivos (o que vou fazer?), escolha de estratégias (como vou fazê-lo?) e avaliação do problema e do processo educacional (funcionou?)” (Gijselaers, 1996, *apud* Ribeiro, 2005, p. 35) num processo que favorece a exposição de pontos de vista diferentes, a compreensão do problema e a partilha da responsabilidade na solução desse problema.

Qualquer que seja o formato adotado, a PBL é um processo de aprendizagem que contempla ações deliberadas, seu controle e correções, e guarda semelhança com “o ciclo PDCA (planejamento, ação, verificação e ação corretiva) de Deming (1986) ou às cinco fases de desdobramento da experiência de Dewey”⁹ (Penaforte, 2001, *apud* Ribeiro, 2005 p. 41). Assim, a PBL proporciona implicitamente um processo de absorção de nova informação e saberes, sua reelaboração e aplicação, bem como a posterior avaliação, a fim de se comprovar a utilidade ou a adequação ao problema. Entretanto, dada a variedade de formas e possibilidades de aplicação da PBL, é importante ressaltar que vários autores (Barrows, 1986 *apud* Ribeiro, 2005; Uden; Deaumont, 2006 *apud* Sousa, 2015, p. 17) apontam que a aprendizagem ativa e a PBL não devem ser vistas como substitutas da aula expositiva, podendo ser perfeitamente combinada com métodos tradicionais.

1.4 Sobre o projeto BAJA e sua contribuição para a formação

O projeto BAJA é um projeto educativo presente em várias escolas de engenharia no Brasil e no exterior e apresenta características vinculadas à teorização da pedagogia ativa, e como desdobramento prático, à abordagem da PBL. Trata-se de uma experiência formativa que envolve o “fazer técnico” no universo da engenharia, com os estudantes – por meio de equipes – sendo incentivados e desafiados a projetar, desenvolver e construir um protótipo de veículo *off Road*, a fim de participar em competições entre instituições de ensino promovidas pela Sociedade de Engenheiros para a Mobilidade, subsidiária da *Society of Automotive Engineers* (SAE).

Dentre os objetivos e finalidades do projeto, estão: proporcionar a aplicação prática de conhecimentos teóricos, aliados ao desenvolvimento de conhecimentos práticos do engenheiro; incentivar a capacidade empreendedora; promover o apren-

⁹ Deming é referência a William Edwards Deming (1900-1993), estatístico norte-americano conhecido como estudioso de melhorias dos processos produtivos e de métodos como o Controle Estatístico da Qualidade.

dizado e a vivência no desenvolvimento de um projeto; bem como proporcionar uma visão profissional durante a formação acadêmica (SAE, 2018). Segundo o regulamento da competição, o veículo “deve ser um protótipo para produção em série, confiável, de fácil manutenção, ergonômico e econômico”, devendo ainda buscar alcançar o melhor desempenho “em termos de velocidade, manobrabilidade, conforto e robustez em terreno acidentado” (SAE, 2018, p. 9). Dessa forma, o processo de desenvolvimento do protótipo envolve o estudante em um projeto real elaborado desde a concepção, modelagem e detalhamento, construção, testes, levando o estudante a desenvolver um perfil profissional que inclui conhecimentos, habilidades e atitudes, o que potencialmente torna a participação e a experiência no projeto relevantes em termos de aprendizagem.

O projeto BAJA do Cefet-MG foi objeto de pesquisa de campo de dissertação de mestrado em educação tecnológica realizada em 2015/2017, e é o caso empírico ao qual nos referimos, pois nos ofereceu subsídios às questões e reflexões apresentadas neste texto. A questão sensibilizadora que motivou tal pesquisa foi compreender como se dava o processo de aprendizagem, desenvolvimento e formação de saberes do engenheiro por meio do projeto, buscando identificar fatores e condições desse processo formativo que levariam ao desenvolvimento de habilidades e competências em futuros engenheiros.

O que a pesquisa de campo revelou foi que essa experiência educativa possibilita ao estudante: o saber pensar de forma reflexiva, assim como descrito nas cinco fases do pensamento reflexivo de Dewey (1979); a incorporação de saberes técnico-científicos com o consequente desenvolvimento de aplicações tecnológicas; e o saber projetar e/ou analisar fenômenos, sistemas, processos e resultados. Concomitantemente, o projeto proporciona o exercício e o desenvolvimento de habilidades mentais complexas, como analisar, sintetizar e avaliar ou mesmo criar soluções, isto é, estimula a capacidade de reelaborar e integrar saberes, possibilitando um avanço na formação e no conhecimento teórico e prático potenciais do estudante.

O trabalho da equipe compreende um conjunto de atividades que configuram o processo projetual, esse se inserindo em um processo de aprendizagem, que abrange a ideação/concepção, desenvolvimento de conceito, modelagem e experimentação, pesquisas sobre tópicos relativos aos problemas enfrentados, prototipagem/construção, atividades de oficina e fabricação, testes e avaliação/revisão. Circunscrita a esse processo, ocorre ainda a prática de uma atividade de design em engenharia, uma vez que criar e construir soluções de aprimoramento para problemas de engenharia estão essencialmente relacionados à atividade do design de soluções.

Adicionalmente, dadas as contingências inerentes ao projeto, elas fomentam o exercício da capacidade de ser flexível, de se adaptar a mudanças e a processos dinâmicos, a situações e condições de trabalho complexas, às indeterminações colocadas pelo problema e aos imprevistos, e na atividade da engenharia, em suas diversas áreas, por mais que se busque uma planificação prévia – com projetos, previsões e simulações – não se escapa de contextos com a presença de incertezas.

No projeto, é recorrente a necessidade de conviver com novos problemas, aos quais os estudantes têm que se submeter ou criar e reinventar soluções, muitas vezes diante de restrições financeiras, técnicas, ou mesmo de ordem material. A adaptabilidade às mudanças tem muito a ver com os saberes e com a atenção para com as oportunidades e situações que se apresentam; na área de engenharia situações problema são normalmente de caráter técnico ou mesmo problemas com áreas de indeterminação para as quais o conhecimento disponível não oferece respostas, e, diante de restrições de tempo e/ou custos, busca-se contorná-las ou mesmo suplantá-las com alternativas e soluções criativas. Trata-se de uma capacidade de lidar com imprevistos e incertezas e, no projeto, é comum o estudante se deparar com situações desse tipo.

Essa capacidade de se adaptar a situações indeterminadas, complexas ou imprevistas revela a competência de integrar saberes e de ver o todo e não somente as partes, configurando o aprendizado de uma visão tanto sistêmica – que integra saberes disciplinares e experienciais – quanto contingencial, ou seja, situacional, o que, em última instância, é consoante ao que argumentamos como sendo condições para o desenvolvimento de habilidades e competências.

Em contextos de aprendizagem baseados em problemas, quanto ao enfrentamento de imprevistos, uma professora orientadora pontuou que “não tem uma regra geral [para ações tomadas], depende de qual vai ser [o caso], qual vai ser a atitude, depende do que vai acontecer na hora, eu penso muito em qual vai ser o resultado daquela ação”, sendo essa postura uma predisposição para a reflexão e busca por uma antecipação que é compartilhada pelos estudantes envolvidos no projeto. Essa capacidade é oriunda eminentemente da vivência prática, em estar disposto, predisposto e atento às situações, diz respeito a atitudes e está fortemente ligada tanto ao conceito de competência concebida por Zarifian (1995) quanto ao “conhecer e refletir na ação” da *epistemologia da prática* no pensamento de Schon (2000).

Outra característica importante do projeto BAJA é a possibilidade de o estudante exercer uma relativa liberdade de escolha e desenvolver um senso e um exercício de autonomia, que sobremaneira reforçam a predisposição e a atitude proativa ante a situações desafiadoras que acarretam consequentemente tópicos de estudos e pes-

quisas de melhoria, interações entre os estudantes e a tomada de decisão. Essa liberdade proporciona um avanço voluntário e descobertas em áreas de conhecimento envolvidas, isto é, um processo de autoaprendizagem.

Esses aspectos, em conjunto – a motivação, o interesse, a curiosidade, a emoção e prazer relativos à participação na competição e ao vínculo afetivo com os demais membros da equipe – são perceptíveis na realidade da equipe, a despeito de todas as falhas, erros, e das eventuais desmotivações. Ressalta-se que a participação no projeto é voluntária, o que por si só já representa um indicativo da predisposição do estudante para aprender. Tais fatores – a predisposição e a não obrigatoriedade – aliados ao fato de a experiência ser substancial no sentido de representar algo importante e de ser valorizada pelos estudantes, caracterizam a aprendizagem como significativa no sentido de Ausubel (1968).

Ademais, o aprendizado é significativo e possível, porque o veículo representa uma realização e crescimento pessoal, em termos de conhecimentos técnico-científicos, mas também habilidades da experiência prática, como bem declarado pelos estudantes. Enfim, as observações de campo e os depoimentos dos estudantes revelam que o projeto proporciona e favorece um ambiente de aprendizagem no qual a motivação, o interesse e a curiosidade, reforçam a incorporação de saberes disciplinares, bem como o desenvolvimento de competências técnicas e não técnicas, tais como a capacidade de trabalho em equipe, de interagir, a flexibilidade, saber negociar, falar em público, o senso de autonomia e liberdade, dentre outras, tais como as ensejadas nas DCN. O *saber ser* e o *saber agir*, ao passo que o indivíduo toma consciência de si e do outro, bem como das interações proporcionadas pela experiência educativa, conduziriam a um *saber atitudinal* implicando um senso de interdependência, de responsabilidade individual e de corresponsabilidade social em seus atos, tanto para a vida privada quanto no campo profissional (Delors *et al.*, 2010).

Portanto, verificou-se que o projeto BAJA se apresenta como um exemplar da abordagem da PBL. Trata-se de um projeto integrador e formador de saberes disciplinares – teórico-científicos –, experienciais e atitudinais; sua ênfase é na aprendizagem, que se realiza por meio da abordagem por projeto e/ou por resolução de problemas, quando o estudante, de forma interativa, reflexiva, pragmática e experimental, descobre conteúdos, desenvolve habilidades e competências pelo *aprender fazendo*, na interação com o contexto, assim como teorizado por Dewey. Nessa perspectiva, a aprendizagem é um processo baseado na experiência vivida ao se resolverem problemas e na geração e incorporação de saberes diversos pelo indivíduo, sendo esses saberes a base para a configuração de habilidades e competências.

Considerações finais

Hoje, mais do que nunca, considera-se que o trabalho deva ser o princípio norteador dos processos formativos educacionais e a maioria das instituições de ensino tem notoriamente se proposto a formar profissionais com perfil reflexivo que contemple habilidades e competências, agregando valor tanto ao próprio processo educacional e à formação pessoal do indivíduo, quanto aos processos de desenvolvimento tecnológico demandados pelo setor produtivo.

A aprendizagem é um processo evolutivo individual de incorporação e de abrigar potencialmente em si saberes diversos para realizar algo e “consiste em modificar a capacidade de realizar uma tarefa a partir de uma interação com o ambiente” (Houde, 2011, p. 45). Uma experiência educativa transformadora – como na abordagem da aprendizagem ativa – é a introjeção dessa capacidade pelo indivíduo, perpassada pelas suas percepções da realidade concreta, da interação com as pessoas e fatos, de suas ações e correções de erros, bem como de outros fatores e contingências intervenientes a um processo educativo que é dinâmico por natureza, como na experiência do projeto BAJA, pois em seu percurso dá-se o desenvolvimento de conhecimentos – saberes disciplinares e experienciais –, habilidades e atitudes. Em outras palavras, a configuração e desenvolvimento de habilidades e competências se dão na vivência do percurso formativo, não sendo um produto que se entrega ao estudante ao final da graduação, e tampouco estão meramente e somente nos conteúdos disciplinares.

No caso do projeto BAJA, a experiência de aprendizagem está vinculada à vivência ativa e coletiva pelos estudantes no enfrentamento de problemas reais relativos ao desenvolvimento do protótipo, à interação dos participantes, ao contexto institucional e às pressões da competição, às restrições do projeto, à possibilidade de integração teoria e prática, à experimentação e aperfeiçoamento contínuo do projeto técnico e, em última instância, ao desenvolvimento de habilidades e competências referidas à atividade da engenharia.

A pesquisa de campo revelou que o ganho em termos de aprendizagem, formação e desenvolvimento de saberes teóricos e práticos é considerável, apesar de todos os problemas, indeterminações, contratempos, falhas e erros. Esses, na verdade, são fatores do processo de aprendizagem ao serem reavaliados pelos estudantes durante o percurso de desenvolvimento do protótipo e o percurso de formação. Uma recomendação para as instituições de ensino – a despeito dos limites e restrições de toda ordem que elas possam apresentar em questão de recursos e na estruturação formal dos cursos – seria que se pudesse estender experiências formativas como o projeto

BAJA, não com o caráter de Atividades Complementares, fortalecendo assim a formação em engenharia de forma integral, aliando a prática à teoria; estendendo a experiência a mais estudantes, talvez viabilizando competições internas para disseminar a cultura da aprendizagem ativa e a cultura do espírito científico que o projeto suscita.

O importante é possibilitar que o estudante possa extrair da experiência o *aprender a aprender*, consistindo esse aprendizado num processo individual de aprimoramento e evolução, de experiências e de descobertas, de construção de saberes e habilidades, como percebido no depoimento dos estudantes, questionados sobre o que é o aprender:

[...] é pegar alguma coisa e tentar descobrir como ela é, como ela funciona, porque ela existe [...] (E14).

[...] aprender é um exercício constante, porque a gente não pode saber de tudo... acho que é um exercício que a gente sempre tem que ter em mente que a gente está sempre aprendendo. Acho que não existe a gente achar que sabe de tudo, que está pronto, o projeto nunca vai estar pronto [...] (E11).

[...] é quando você descobre coisas que você antes não sabia (E8).

Fundamentalmente, os problemas são o ponto de partida de todo o processo educativo dos estudantes, desde a concepção do veículo, seu desenvolvimento e construção, à participação na competição, promovendo assim um contínuo processo de aprimoramento e crescimento e, conseqüentemente, o *aprender a aprender*.

A experiência da aprendizagem promovida pela modalidade da PBL e aprendizagem ativa fomenta as dimensões do *saber fazer*, o *saber pensar* e o *saber ser e agir*, que se viabilizam exatamente pelo acionamento de capacidades de leitura do problema e contexto, pela experimentação, sua análise, avaliação e síntese. Ou seja, a reflexão crítica sobre a prática que “proporciona a ação dialética entre o fazer e o pensar sobre o que fazer, e sobre o que foi feito” (Loder, 2009, p. 306), o que, em última instância, fundamenta a formação de habilidades e competências técnicas e não técnicas como ensinado nas DCN.

Modalidades e experiências formativas semelhantes ao projeto BAJA, nos parece, é o que as escolas são capazes de oferecer, visto que o processo de formação e desenvolvimento de competências é consequência de um processo dinâmico situacional sujeito a diversos fatores intervenientes, e não é algo *modelizável* ou replicável – sem respeitar as singularidades, dificuldades e desafios de cada instituição de ensino – colocando em xeque o que as DCN prescrevem como sendo algo que as escolas entregariam como *ativos* e que os egressos apresentariam ao final do curso.

Este texto buscou relacionar à problemática da formação em engenharia uma discussão quanto ao entendimento da noção de competência incorporada nas DCN para os cursos de engenharia e o desafio que é para as escolas de engenharia assegurarem ao final do curso que os egressos apresentem tais competências.

Para suplantarmos os entraves impostos por mudanças pedagógicas a uma melhor formação em engenharia, e a despeito dos desafios colocados pelas DCN às escolas de engenharia, acreditamos que a abordagem da aprendizagem ativa – e várias escolas já têm iniciativas nesse sentido – é altamente recomendável, no sentido de se estender a amplitude de projetos como o projeto BAJA. Nesse sentido, como já mencionado, haveria necessidade de ajustes e mudanças significativas no processo educativo nas dimensões do ensino e da aprendizagem, em projetos político pedagógicos dos cursos, suas condições objetivas, recursos materiais e estruturais em termos de organização curricular, de disciplinas e suas singularidades, formas de avaliação, e mesmo na postura de educadores no que tange à adoção e alinhamento de práticas pedagógicas; isto é, caso se busque adequar experiências formativas como o projeto BAJA às práticas de ensino-aprendizagem, e às diversas disciplinas, seus planos de ensino ou ainda na forma de projetos interdisciplinares para o melhor aproveitamento do ponto de vista formativo.

O desafio maior para as instituições e docentes nem é o de implementar práticas pedagógicas ativas. E, sim, o ponto central é se compreender que a competência é fenômeno situacional, e a inserção do paradigma da competência no campo da educação implica e significa entender que essa mudança ainda está em processo de consolidação de seu próprio entendimento, assim como a adoção de práticas pedagógicas que levem a efeito, no longo prazo, o objetivo de se formarem competências nas práticas profissionais nos futuros engenheiros; uma vez que se leva tempo para um aprendiz de engenharia incorporar em sua atuação um caráter fluído, criativo, eficaz e, em última instância, competente.

A aprendizagem ativa oportuniza uma melhor formação em engenharia, não somente aquela baseada em pensamento analítico e saberes disciplinares ou, ainda, não apenas aquela com base na racionalidade técnico-científica e no modo funcionalista de pensar em termos de fundamentos determinísticos predominantes na área da engenharia. Isso não deixou de ser importante, mas buscando alcançar com o processo formativo outras habilidades e competências indicadas nas DCN.

Ao trabalharem o desenvolvimento e a criação de soluções para problemas de engenharia, em um contexto de aprendizagem, experiências como o projeto BAJA oportunizam tanto uma aprendizagem significativa quanto criativa para o estudante,

indo além de uma aprendizagem ou treinamento reprodutor de saberes já estabelecidos (Beghetto, 2021). Ou seja, indo além das competências meramente técnicas, assim, acreditamos que experiências como o projeto BAJA potencialmente agregam uma capacidade de fomentar e integrar saberes ao futuro engenheiro e, em última instância, transformando o que seria uma formação tradicional em engenharia em uma formação integral.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology, a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston Inc., 1968. Cap. 2, p. 37-79.

BEGHETTO, R. A. Creative learning in education. In: KERN, M. L.; WEHMEYER, M. L. (ed.). **The palgrave handbook of positive education**. Palgrave Macmillan, Cham, 2021. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-64537-3_19#citeas. Acesso em: 10 jul. 2021.

BEKKER, D.; SMIT, M. Case integrated design skills & knowledge. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION, 21st, 2019, Glasgow. **Proceedings** [...] Glasgow/UK, 2019. Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/42235/CASE+INTEGRATED+DESIGN+SKILLS+%26+KNOWLEDGE>. Acesso em: 20 out. 2020.

BIANCO, M.F.; ZANDONADE, V. O trabalho abstrato e a noção de competências: discutindo essa inter-relação no contexto do trabalho industrial. **Revista O&S**, Salvador, v. 21, n. 70, p. 443-466, jul./set. 2014. Disponível em: www.revistaoes.ufba.br. Acesso em: 05 maio 16.

BOYATZIZ, R.E. Competencies in the 21st century. **Journal of Management Development**, v. 1.27, n. 1, 2008. Disponível em: <http://ebookbrowse.net/gdoc.php?id=544194186&url=69b47d3ce0bcd36916143b4aa90259b9>. Acesso em: 18 jan. 2016.

BRUNER, J.S. Culture, mind and education. In: BRUNER, J.S. (org.). **The culture of education**. Cambridge/Massachusetts/USA: Harvard University Press, 1996.

CASALE, A. **Aprendizagem Baseada em Problemas – desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia**. 2013. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da USP, São Carlos/SP.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução CNE/CES/02/2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 23 abr. 2019.

CROPLEY, D. H. *et al.* Creativity in the engineering domain. In: KAUFMAN, J.; GLAVEANU, V. P.; BAER, J. (ed.). **The Cambridge Handbook of Creativity Across Domains**. New York, NY: Cambridge University Press. Chapter 15, p. 261-275, 2017.

DELORS, J. (org.) *et al.* **Educação, um tesouro a descobrir, Relatório para UNESCO da Comissão Internacional sobre educação para o século XXI**. Brasília: Unesco, 2010.

DEWEY, J. **Como pensamos**: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição. 4. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

DREYFUS, H. L.; DREYFUS, S. E. **Expertise Intuitiva, para além do pensamento analítico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2012.

DUGUE, E. A lógica da competência: o retorno do passado. In: TOMASI, A. (org.) **Da qualificação à competência: pensando o século XXI**. Campinas: Papirus, 2004.

FERNANDEZ, C. O.; LOPES, R. D.; GRIMONI, J. A. B.; ZANCUL, E. S. Ensino de projeto do produto: análise de abordagem multidisciplinar com foco em criatividade para inovação em contextos reais. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 12, n. 1, p. 85-95.

FINLAY, J. P.; PAPWORTH, A. Embedding creativity in engineering degree programmes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION, 21st, 2019, Glasgow. **Proceedings** [...] Glasgow/UK, 2019.

Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/42235/CASE+INTEGRATED+DESIGN+SKILLS+%26+KNOWLEDGE>. Acesso em: 20 set. 2020.

FLEURY, M. T.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Rev. Adm. Contemp.**, Curitiba, v. 5, n. spe, 2001. Disponível em: http://www.sciello.php?script=sci_arttext&pid=S1415-5552001000500010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 jan. 2016.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. São Paulo: Ática, 1999.

GRIMONI, J. A. B. *et al.* Aprendizagem ativa na educação em engenharia. In: OLIVEIRA, V. F. *et al.* (org.). **Desafios da educação em engenharia**: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. Brasília/Blumenau: ABENGE/EdiFURB, 2012.

HOUDE, O. Aprendizagem. In: ZANTEN, A. V. (org.). **Dicionário de educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

KILPATRICK, W. H. **Educação para uma civilização em mudança**. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1952.

LE BOTERF. Avaliar a competência de um profissional, três dimensões a explorar. **Revista Pessoal**, p. 60-63, jun. 2006. Disponível em: <http://www.guyleboterf-conseil.com/Article%20evaluation%20version%20directe%20Pessoal.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

LODER, L. L. **Engenheiro em formação**: o sujeito da aprendizagem e a construção do conhecimento em engenharia elétrica. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação, 2009, Porto Alegre/RS.

NETO, O. M. *et al.* Fundamentos teóricos de estratégias de problem based learning e Project based learning nas experiências de educação em engenharia. In: OLIVEIRA, V. F.; TOZZI, M. J.; LODER, L. L. (org.). **Desafios da educação em Engenharia**: formação em engenharia, capacitação docente, experiências metodológicas e proposições. Brasília: Abenge, 2014. p. 9-88.

OLIVEIRA, V. F. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 2, p. 3-12, 2005.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERRENOUD, P. **Desenvolver competências ou ensinar saberes?** A escola que prepara para a vida. Porto Alegre: Penso, 2013.

PIAGET, J. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos Editora da Universidade de São Paulo, 1978.

REY, B. **As competências transversais em questão**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

SAE BRASIL. 2016. Disponível em: <http://www.saebrasil.org.br>. Acesso em: abr. 2016.

SANTOS, C. A. M. *et al.* Sócio-construtivismo e o uso de metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. In: OLIVEIRA, V. F.; TOZZI, M. J.; LODER, L. L. (org.). **Desafios da educação em Engenharia: formação em engenharia, capacitação docente, experiências metodológicas e proposições**. Brasília: Abenge, 2014. p. 89-152.

SANTOS, L. **Flexibilização curricular**. Fórum de coordenadores de cursos. 26/06/2003. Disponível em: <http://www.prograd.ufrn.br/conteudo/documentos/outrors/flexibilizacaocurricular.doc>. Acesso em: 02 jun. 2016.

SCHON, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SCHWARTZ, Y. Os ingredientes da competência: Um exercício necessário para uma questão insolúvel. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 19, n. 65, p. 101-140, dec. 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_

arttext&pid=S0101-73301998000400004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 01 jul. 2020.

SENNET, R. **O artífice**. Rio de Janeiro: Record, 2020.

SILVA, J. C. **O processo de aprendizagem, formação e desenvolvimento de saberes do engenheiro por meio do projeto do veículo CefastBAJA no CEFETMG**. Dissertação (Mestrado em Educação tecnológica) – Cefet-MG, Belo Horizonte, 2017.

SILVA, V. C.; SILVA, P. O. M.; SOUZA, S. P. As representações sociais sobre competência entre os administradores. In: EnANPAD, 37., 2013. **Anais [...]** Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GPR89. Acesso em: 04 nov. 2016.

SOUZA, S.O. **Blended online POPBL: uma abordagem blended learning para uma aprendizagem baseada em problemas e organizada em projetos**. 2015. Tese (Doutorado) – UNESP, Presidente Prudente, SP.

SOUZA, A. C. G.; PINTO, D. P.; PORTELA, J. C. S. Lei de diretrizes e bases da educação e diretrizes curriculares nacionais para a engenharia. In: PINTO, D. P.; NUNES, R. P.; OLIVEIRA, V. F. (org.). **Educação em engenharia, evolução, bases e formação**. Juiz de Fora: Fórum Mineiro de Engenharia de Produção - FMEPRO Editora, 2010, p. 35-53.

TONINI, A. M.; LIMA, M. L. R. Atividades Complementares: Uma Abordagem Pedagógica para Mudar o Ensino de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 28, p. 36-44, 2009.

ZARIFIAN, P. **Le travail et l'événement; essai sociologique sur le travail industriel à l'époque actuelle**. Paris: Éditions l'Harmattan, 1995.

ZARIFIAN, P. **Objetivo competência, por uma nova lógica**. 1. ed. 5. reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.



A APRENDIZAGEM ATIVA APLICADA NO CURRÍCULO POR COMPETÊNCIA NAS ENGENHARIAS

Edson Pedro Ferlin¹

Introdução

A aprendizagem ativa, aplicada no currículo por competência nas engenharias, é uma abordagem pedagógica que busca envolver os estudantes no processo de ensino e aprendizagem, estimulando sua participação ativa e o desenvolvimento de competências essenciais para sua formação profissional. Essa metodologia vai além da transmissão passiva de conhecimento, promovendo a construção do saber por meio da prática, da experimentação e do trabalho em equipe.

No contexto das engenharias, em que o conhecimento técnico e prático é fundamental, a aprendizagem ativa se mostra ainda mais relevante. Os futuros engenheiros precisam estar preparados para enfrentar desafios complexos e encontrar soluções inovadoras, e isso requer competências além do conhecimento teórico. É necessário desenvolver a capacidade de analisar problemas, aplicar conceitos em situações reais, tomar decisões embasadas e trabalhar em equipe.

Nessa perspectiva, ao aplicar a aprendizagem ativa no currículo por competência, as instituições de ensino (IES) proporcionam aos estudantes oportunidades de aprendizado autêntico, integrando teoria e prática de maneira significativa. Em vez de apenas absorver informações em sala de aula, os estudantes são instigados a participar ativamente de projetos, pesquisas e atividades práticas relacionadas à sua área de estudo.

Essas atividades podem incluir projetos, simulações, estudos de caso, estágios, visitas técnicas e atividades em laboratórios. Os estudantes são incentivados a resolver problemas reais, a buscar soluções criativas e a refletir sobre suas experiências.

¹ UniDomBosco - Abenge.

Dessa maneira, eles desenvolvem não somente conhecimento técnico, mas também competências como pensamento crítico, comunicação oral e escrita, trabalho em equipe, liderança e capacidade de adaptação.

De se notar que a aprendizagem ativa no currículo por competência também promove a multidisciplinaridade, pois os projetos e atividades geralmente envolvem a integração de conhecimentos de diferentes áreas da engenharia. Isso possibilita aos estudantes compreenderem a complexidade dos problemas e a importância da colaboração entre diferentes especialidades.

Além disso, a aprendizagem ativa estimula a autonomia e a responsabilidade dos estudantes em relação ao seu próprio aprendizado. Eles se tornam protagonistas do processo, aprendendo a definir objetivos, planejar suas atividades, buscar recursos e avaliar seus resultados. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de competências metacognitivas, ou seja, a capacidade de pensar sobre o próprio pensamento, o que é fundamental para a aprendizagem ao longo da vida.

Com o objetivo de promover um debate mais abrangente sobre esse assunto, neste capítulo são enfatizados alguns conceitos fundamentais que compõem a base dos currículos por competências. Ainda, são compartilhadas experiências práticas que utilizam a aprendizagem ativa, a fim de enriquecer a compreensão sobre o tema.

1. Pilares da educação

A educação é um processo fundamental na formação dos indivíduos e na construção de uma sociedade mais justa e próspera. A compreensão dos princípios que sustentam a educação é essencial para direcionar os esforços na busca por uma educação de qualidade. Nesse contexto, os Quatro Pilares da Educação, propostos pela Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI da Unesco (Delors *et al.*, 1998), surgem como uma referência fundamental, resumidos abaixo:

- **Aprender a conhecer:** O primeiro pilar é o aprendizado voltado para a aquisição de conhecimento. É preciso desenvolver competências que possibilitem aos indivíduos explorar o mundo à sua volta, compreender os fundamentos das diferentes áreas do conhecimento, desenvolver o pensamento crítico e a capacidade de pesquisa. Aprender a conhecer é um processo contínuo, que incentiva a curiosidade, o questionamento e a busca por respostas.

- **Aprender a fazer:** O segundo pilar destaca a importância de adquirir habilidades práticas e de desenvolver competências técnicas. A educação não deve se limitar apenas à teoria, mas também deve fornecer oportunidades para que os indi-

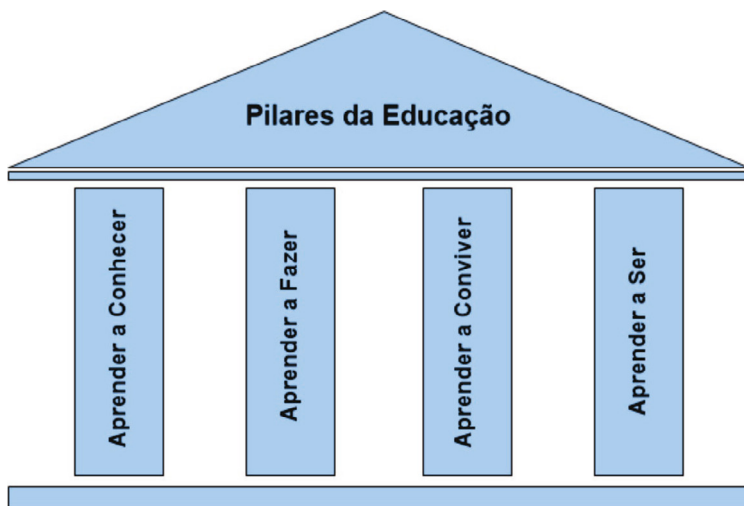
víduos apliquem o conhecimento adquirido na resolução de problemas e situações reais. Aprender a fazer envolve o desenvolvimento de habilidades práticas, empreendedorismo, pensamento criativo e a capacidade de trabalhar em equipe.

- **Aprender a conviver:** Este terceiro pilar ressalta a importância da formação de valores e atitudes que promovam a convivência harmoniosa e a solidariedade entre os indivíduos. Aprender a viver juntos implica o respeito mútuo, a compreensão das diferenças culturais, a valorização da diversidade e a construção de uma cultura de boa convivência. Essa dimensão da educação visa desenvolver cidadãos responsáveis, capazes de contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e harmônica.

- **Aprender a ser:** O último pilar enfatiza o desenvolvimento integral dos indivíduos, buscando promover a autoformação e a autorealização. Aprender a ser envolve o desenvolvimento da identidade pessoal, a consciência de si mesmo, a capacidade de tomar decisões e a autonomia. Além disso, busca-se cultivar competências emocionais e éticas, incentivando a reflexão sobre o propósito de vida e o sentido da existência.

Esses quatro pilares da educação, como ilustrado na Figura 1, não devem ser vistos de maneira isolada, mas como elementos interdependentes e complementares, porque constituem uma base sólida para uma educação de qualidade, capaz de formar indivíduos críticos, conscientes, criativos e comprometidos com o bem comum.

Figura 1 - Os quatro pilares da educação da Unesco



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os pilares da educação são construídos por meio do cultivo de competências ao longo da jornada educacional. É um processo contínuo que visa formar indivíduos capacitados, adaptáveis e comprometidos com o aprendizado ao longo da vida, preparados para enfrentar os desafios e contribuir de maneira significativa para a sociedade em que estão inseridos.

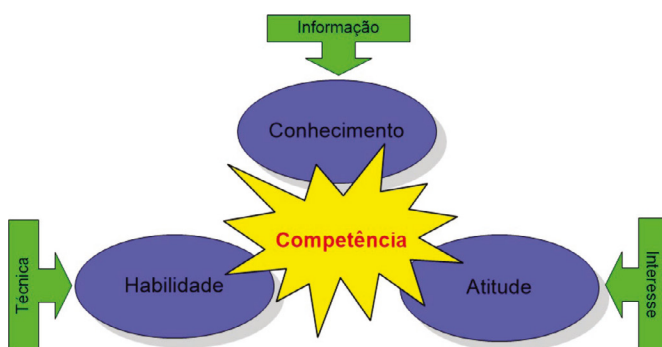
2. Competências

As competências que o indivíduo adquire ao longo de sua vida possibilita que ele atue de maneira eficaz e produtiva em diferentes áreas. Elas são essenciais para o desenvolvimento pessoal e profissional, capacitando-o a enfrentar os desafios do cotidiano.

Uma competência abrange três elementos essenciais, conforme ilustrado na Figura 2, que se combinam formando o acrônimo CHA (Conhecimento, Habilidade e Atitude):

- a) **Conhecimento**, derivado da informação adquirida sobre o que e por que fazer;
- b) **Habilidade**, resultante da técnica do saber fazer; e
- c) **Atitude**, refletindo o interesse e a disposição para agir.

Figura 2 - Acrônimo CHA (Conhecimento, Habilidade e Atitude)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O conhecimento, a habilidade e a atitude são elementos essenciais e interconectados no processo de aprendizagem e no desenvolvimento pessoal. Cada um desses aspectos desempenha um papel importante na formação de indivíduos completos e bem-sucedidos em diversas áreas da vida.

Assim, o conhecimento é a base fundamental para adquirir uma compreensão sólida de um assunto. É o acúmulo de informações, conceitos, teorias e princípios que são obtidos por meio do estudo, da experiência e da observação. O conhecimento fornece a base teórica e conceitual necessária para compreender um campo específico e é fundamental para a construção do pensamento crítico e da tomada de decisões informadas. Dessa maneira, pode-se entender como sendo a compreensão das técnicas necessárias para atingir um objetivo.

No entanto, o conhecimento por si só não é suficiente. As habilidades entram em cena quando se trata de aplicar o conhecimento de maneira prática. As habilidades são a capacidade de utilizar o conhecimento de maneira eficaz para realizar tarefas específicas. Elas envolvem a aplicação prática do conhecimento teórico em situações reais, utilizando técnicas, métodos e procedimentos adequados. Nesse sentido, é a qualidade da execução, quando se consegue alinhar as bases teóricas em uma solução aplicada ao dia a dia.

As habilidades podem ser técnicas, como a capacidade de manusear um instrumento, programar um computador ou realizar um experimento. Elas também podem ser habilidades cognitivas, como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a comunicação eficaz ou a capacidade de trabalhar em equipe. As habilidades são adquiridas e aprimoradas por meio da prática, do treinamento e da experiência.

Além do conhecimento e das habilidades, a atitude desempenha um papel fundamental no desenvolvimento pessoal e profissional. A atitude refere-se às disposições mentais, aos valores, às crenças e às emoções que influenciam o comportamento do indivíduo. Ela envolve a postura, a motivação e a mentalidade com as quais ele enfrenta os desafios e as oportunidades da vida.

Uma atitude positiva e proativa pode impulsionar o aprendizado, a superação de obstáculos e a busca contínua por melhorias. A atitude também está relacionada à ética, à responsabilidade, à perseverança e à capacidade de lidar com a adversidade. É a atitude que determina a disposição para enfrentar desafios, aprender com os erros, buscar soluções inovadoras e adaptar-se às mudanças. Logo, é o querer fazer, resultado de uma decisão consciente de colocar em ação os conhecimentos utilizando habilidades em um objetivo comum.

Existem diversas categorias de competências, que abrangem desde técnicas específicas até socioemocionais mais amplas. Destacam-se algumas:

- **Competências técnicas:** São as relacionadas a uma área de conhecimento ou profissão. Podem incluir conhecimentos técnicos, habilidades práticas e domínio de ferramentas e tecnologias. Exemplos incluem competências em programação, design gráfico, engenharia, contabilidade, entre outras.

- **Competências cognitivas:** São as mentais, que envolvem o pensamento crítico, a resolução de problemas, a criatividade, a tomada de decisões e a capacidade de aprender e se adaptar. Essas competências são fundamentais para lidar com a complexidade e a incerteza do mundo atual.
- **Competências socioemocionais:** São as relacionadas ao bem-estar emocional, às relações interpessoais, à comunicação eficaz e à colaboração. Isso inclui empatia, inteligência emocional, liderança, trabalho em equipe e resolução de conflitos. Essas competências são importantes para o desenvolvimento de relacionamentos saudáveis e para o sucesso na vida pessoal e profissional.
- **Competências digitais:** Com o avanço da tecnologia, as competências digitais são cada vez mais relevantes. Elas envolvem a capacidade de utilizar efetivamente as ferramentas e recursos digitais, bem como compreender os princípios da cultura digital, a segurança cibernética e a ética na internet.
- **Competências linguísticas:** A habilidade de se comunicar efetivamente em diferentes idiomas é cada vez mais valorizada no mundo globalizado. Além disso, competências linguísticas envolvem a capacidade de ler, escrever e interpretar informações de maneira clara e precisa.

É importante destacar que as competências não são estáticas, mas podem ser desenvolvidas e aprimoradas ao longo do tempo. A educação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de competências, fornecendo oportunidades de aprendizado e práticas que promovem o desenvolvimento integral dos indivíduos.

Além disso, as competências não se limitam ao ambiente educacional, pois elas são aplicáveis em diversos contextos, incluindo o ambiente de trabalho, o engajamento social e a vida pessoal. Ter competências relevantes e atualizadas é essencial para se adaptar às demandas em constante mudança da sociedade e para buscar o sucesso e a realização pessoal.

3. *Hard e soft skills*

Nesse contexto, é comum serem utilizados dois termos em inglês para se referir às competências (*skills*): as *hard skills* e as *soft skills*. As *hard skills* e *soft skills* são duas categorias de competências que desempenham papéis complementares no desenvolvimento pessoal e profissional do indivíduo, ilustrado na Figura 3. Embora sejam distintas, ambas são essenciais para o sucesso em diferentes áreas da vida.

Figura 3 - *Soft Skills versus Hard Skills*



Fonte: golin.com.br.

As *hard skills*, também conhecidas como competências técnicas, referem-se a competências específicas e mensuráveis, adquiridas por meio de treinamento, educação formal ou prática direta em um campo específico. Elas são geralmente tangíveis e podem ser facilmente definidas e avaliadas. Exemplos de *hard skills* incluem conhecimentos em programação de computadores, fluência em um idioma estrangeiro, habilidades em matemática, aptidões em design gráfico, conhecimentos em contabilidade, entre outras. Essas competências são adquiridas por meio de cursos, certificações ou experiências de trabalho específicas.

Por outro lado, as *soft skills* são características não técnicas relacionadas às interações sociais, comportamentos e traços de personalidade. Elas são mais difíceis de quantificar e medir, pois são competências subjetivas que envolvem inteligência emocional, comunicação eficaz, liderança, trabalho em equipe, resolução de conflitos, empatia e pensamento crítico. As *soft skills* são transferíveis entre diferentes áreas e contextos, desempenhando um papel fundamental nas relações interpessoais, na colaboração e na capacidade de adaptar-se a diferentes situações.

As *soft skills* podem ser categorizadas em:

- **Cognitivas:** aquelas que estão relacionadas basicamente com o aprendizado.

- **Interpessoais:** referem-se à capacidade de interagir e se relacionar com outros indivíduos.
- **Intrapessoais:** estão relacionadas com a capacidade de lidar com emoções e adaptar os comportamentos em função do contexto.

A Figura 4 apresenta algumas *soft skills*, classificando-as em Cognitivas, Interpessoais e Intrapessoais.

Figura 4 - Exemplos de *Soft Skills*

Cognitivas	Interpessoais	Intrapessoais
• Leitura • Escrita • Aprendizado • Memorização • Estudo • Oratória • Comunicação • Criatividade • Pensamento crítico • Raciocínio lógico • Argumentação	• Relações interpessoais • Liderança • Trabalho em equipe • Negociação • Mediação • Autoapresentação • Confiança • Resolução de conflitos • Responsabilidade • Empatia • Cooperação • Adaptação	• Organização • Autodisciplina • Produtividade • Foco • Inteligência emocional • Mentalidade de crescimento • Curiosidade • Autodidatismo • Resiliência • Saúde e bem-estar • Interesse Intelectual

Fonte: <http://apetrecho.digital>.

Em linhas gerais, tanto as *bard skills* quanto as *soft skills* são importantes e complementares para a formação do profissional cidadão. Enquanto as *bard skills* fornecem a base técnica necessária para realizar tarefas específicas, as *soft skills* influenciam a maneira como os indivíduos aplicam e utilizam suas habilidades técnicas. Por exemplo, um programador habilidoso (*bard skill*) pode ser ainda mais eficaz se possuir habilidades de comunicação e colaboração (*soft skills*) para trabalhar em equipe e entender as necessidades dos clientes.

No ambiente profissional, muitas vezes, as *bard skills* são os requisitos mínimos para determinadas funções, enquanto as *soft skills* podem ser os diferenciadores que levam ao sucesso e ao avanço na carreira. O mundo de trabalho valoriza profissionais que possuem uma combinação equilibrada de ambas as habilidades,

reconhecendo que as *soft skills* são fundamentais para a produtividade, a eficácia e a liderança efetiva.

É importante destacar que tanto as *hard skills* quanto as *soft skills* podem ser desenvolvidas e aprimoradas. Por meio de treinamento, experiências práticas, *feedback* e autorreflexão, é possível melhorar e fortalecer essas competências, tornando-se um profissional mais completo e preparado para os desafios do mundo atual.

As competências são desenvolvidas ao longo da formação educacional por meio do processo de ensino e aprendizagem, possibilitando a estruturação das ações visando ao atendimento dos objetivos educacionais.

4. Processo de ensino e aprendizagem

O processo de ensino e aprendizagem é um dos elementos fundamentais da educação. É por meio dele que ocorre a transmissão de conhecimentos, habilidades e valores, proporcionando o desenvolvimento intelectual, emocional e social dos indivíduos. É uma jornada contínua de descoberta e crescimento, tanto para os estudantes quanto para os professores.

O professor exerce um papel fundamental na criação de um ambiente propício à aprendizagem, pois atua como um facilitador, um mentor que estimula a curiosidade, o pensamento crítico e a reflexão. Ele deve conhecer as necessidades e os interesses dos estudantes, adaptando as estratégias de ensino para garantir que todos tenham a oportunidade de aprender e se desenvolver plenamente.

A aprendizagem é um processo ativo e interativo, no qual os estudantes são agentes ativos na construção do conhecimento, pois não são meros receptores passivos de informações, mas participantes ativos no processo. Ao se envolverem em atividades práticas, colaborativas e reflexivas, eles têm a oportunidade de aplicar o que aprenderam, desenvolver habilidades e expandir sua compreensão.

O processo de ensino e aprendizagem não se limita a um único formato, pois pode ocorrer por meio de aulas expositivas e dialogadas, discussões em grupo, projetos práticos, atividades experimentais e diversas outras abordagens pedagógicas. Cada método tem seu papel e é importante que o professor utilize uma variedade de estratégias para atender às necessidades e estilos de aprendizagem dos estudantes.

O processo de ensino e aprendizagem também está estreitamente ligado ao desenvolvimento de competências socioemocionais. Além do conhecimento acadêmico, é essencial cultivar competências como comunicação, colaboração, pensamento

crítico, resolução de problemas e empatia. Essas competências são fundamentais para a vida pessoal, profissional e cidadã dos estudantes.

Nesse contexto destaca-se que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante no processo de ensino e aprendizagem. Ela pode ampliar o acesso ao conhecimento, promover a interação e colaboração, e proporcionar experiências de aprendizagem envolventes e personalizadas. No entanto, é fundamental que a sua utilização seja intencional e bem planejada, com foco no aprimoramento do processo educacional.

Ainda, deve-se ter em mente os aspectos relacionados à multidisciplinariedade, visando à criação de um ambiente propício à integração dos saberes e conhecimentos aplicados em problemas e situações reais.

5. Multidisciplinariedade

A multidisciplinariedade propicia o aumento da motivação por parte dos estudantes, pois eles passam a entender as relações entre as disciplinas e conteúdos, nas aulas teóricas e, principalmente, nas aulas práticas. Isso deve ocorrer com o desenvolvimento dos trabalhos e atividades extraclasse, em virtude de a solução para os problemas propostos passar pelo envolvimento dos estudantes com conceitos de outras disciplinas.

Nesse sentido, uma maneira para se conseguir isso é com a realização de atividades multidisciplinares, que devem ser elaboradas com o intuito de abranger ao máximo os conhecimentos das disciplinas envolvidas. Com isso, tem-se uma redução na quantidade de atividades, porque cada disciplina deixa de ter a sua isolada para ter uma única atividade multidisciplinar. Uma consequência disso é que se elaboram atividades mais completas, possibilitando uma visão mais geral para os estudantes, reduzindo a segmentação natural que ocorre com as disciplinas.

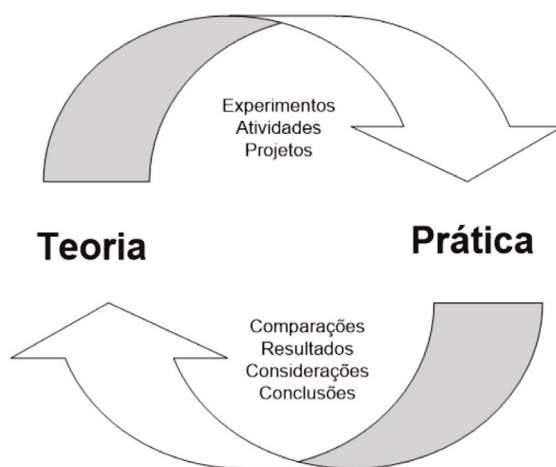
Outro ponto a ser destacado é que a multidisciplinariedade faz com que haja uma coesão maior entre o corpo docente, pois os professores têm que conhecer o conteúdo abordado nas disciplinas para juntos definirem as atividades e competências que os estudantes desenvolverão nesse trabalho multidisciplinar.

A multidisciplinariedade está fundada em um saber-fazer, em que se pressupõe uma abordagem prática consolidada por uma forte conceituação teórica, que é um dos quatro pilares da educação. A teoria é a base para a prática, e esta, por sua vez, desenvolve, justifica e experimenta novos conceitos que se tornam novas teorias ou formulações proporcionando uma nova prática, e assim sucessivamente (Ferlin *et al.*, 2005).

Dessa maneira, o binômio teoria-prática deve produzir uma espiral ascendente, representando o conhecimento que está sendo agregado pelo estudante. Isso deve acontecer ao longo do processo educacional, de modo que seja sólido e consistente para a formação profissional no decorrer do desenvolvimento do saber técnico-científico do estudante (Ferlin *et al.*, 2009).

Ao analisar a ilustração da Figura 5, verifica-se que a Teoria, por meio de experimentos e projetos, gera a Prática, que solidifica e fortalece os conhecimentos. Por outro lado, a Prática, a partir de comparações, discussões, resultados, considerações e conclusões, contribui com novos elementos para a Teoria, proporcionando abordagens de ensino inovadoras, inclusive com a criação de novas ferramentas durante esse processo.

Figura 5 - Relação Teoria-Prática no Processo de Ensino e Aprendizagem



Fonte: Ferlin *et al.*, 2009.

A multidisciplinariedade favorece o desenvolvimento das competências ao longo do processo de ensino e aprendizagem, que deve estar fundado nos objetivos educacionais, fomentando a capacidade cognitiva do estudante.

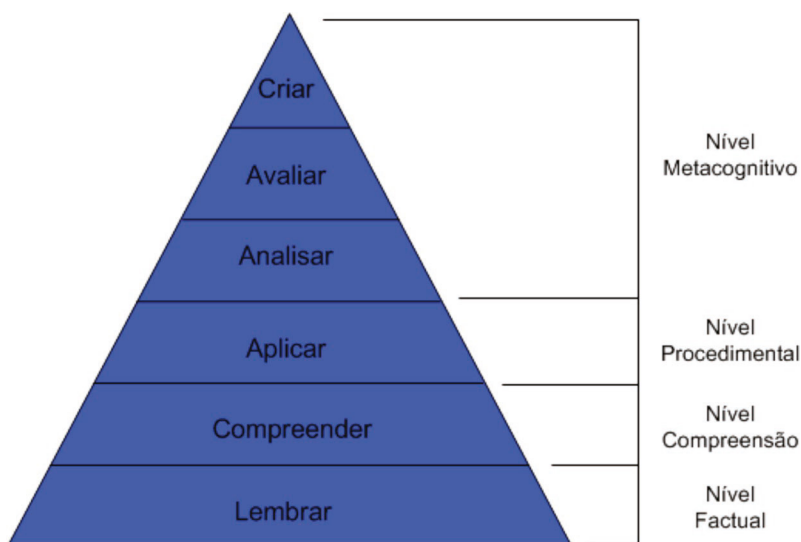
6. Objetivos educacionais

A Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom (Bloom, 1956), revisada por Anderson e Krathwohl (2001), define uma hierarquia de seis níveis para o

processo cognitivo, mostrado na ilustração da Figura 6. A classificação, partindo-se do nível mais baixo para o mais elevado de processo cognitivo, segundo Forehand (2010) são seis categorias, descritas abaixo:

- **Lembrar:** este nível é definido pela capacidade de recuperar, reconhecer, recordar conhecimentos relevantes por meio da memória de longo prazo.
- **Compreender:** trata-se da construção do significado por meio da expressão oral, escrita ou gráfica pela interpretação, exemplificação, classificação, sumarização, inferência, comparação e explicação.
- **Aplicar:** é a capacidade de realizar ou utilizar um procedimento executando-o ou implementando-o.
- **Analisar:** separar um conteúdo em suas partes constituintes, determinando como as partes relacionam-se entre si e com a estrutura como um todo ou sua finalidade por meio da diferenciação, organização e atribuição.
- **Avaliar:** realizar julgamentos baseados em critérios e padrões por meio da verificação e da crítica.
- **Criar:** juntar elementos para formar um todo coerente ou funcional; reorganizar elementos em um novo padrão ou estrutura por meio da geração, produção ou planejamento.

Figura 6 - Taxonomia de Bloom versão revisada



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa estrutura cada nível representa uma capacidade cognitiva e são organizadas em ordem crescente de complexidade. Nesse modelo têm-se as capacidades: lembrar (nível factual), compreender (ser capaz de lidar com conceitos), aplicar (nível procedimental), analisar, avaliar e criar, em que as três últimas pertencem ao nível mais alto da classificação, o nível metacognitivo.

Conforme destacado por Portilho (2009, p. 105): “Uma das metas do processo de aprendizagem e ensino é estimular o aprendiz a ser autônomo, isto é, sujeito do seu próprio aprender”.

O nível do aprendizado no ensino superior deve alcançar os patamares mais elevados nessa classificação, assumindo-se que um nível mais alto de aprendizado poderá significar uma maior probabilidade, pelo menos sob o ponto de vista técnico, de que o graduando possa assumir seu adequado papel em meio a uma sociedade que demanda sua participação. E para atingir esses níveis a avaliação deve ser coerente e exigente.

Em razão disso, espera-se que os estudantes de cursos de graduação, em nosso caso particular, de um curso de engenharia, alcancem o nível metacognitivo durante o processo de ensino e aprendizagem, como abordado em Pilla e Ferlin (2010).

Nesse contexto, os objetivos educacionais ou objetivos de aprendizagem são metas claras e específicas estabelecidas para orientar o processo educacional. Eles descrevem o que os estudantes devem ser capazes de fazer, conhecer ou compreender ao final de um período de ensino ou uma determinada atividade de aprendizagem. Os objetivos de aprendizagem são fundamentais para direcionar o planejamento, a execução e a avaliação do processo educativo.

Existem diferentes tipos de objetivos de aprendizagem, cada um enfatizando diferentes aspectos do desenvolvimento dos estudantes. Alguns exemplos incluem:

- **Objetivos de conhecimento:** Focam na aquisição de informações e fatos específicos sobre um determinado tema. Podem envolver o aprendizado de conceitos, teorias, terminologias e princípios fundamentais em uma área de estudo.
- **Objetivos de habilidades:** Concentram-se no desenvolvimento de habilidades práticas e aplicáveis. Envolvem a capacidade de realizar tarefas específicas, como escrever um ensaio, resolver problemas matemáticos, fazer uma apresentação oral ou desenvolver um software.
- **Objetivos de compreensão:** Focam na capacidade dos estudantes de compreender conceitos e relacionar informações de maneira significativa. Envolvem a in-

interpretação, a análise e a síntese de ideias, possibilitando que os estudantes entendam os relacionamentos entre diferentes conceitos e suas aplicações.

- **Objetivos de pensamento crítico:** Visam desenvolver a habilidade dos estudantes de avaliar informações de maneira crítica, identificar preconceitos, reconhecer argumentos válidos e tomar decisões fundamentadas. Incentivam o raciocínio lógico, a análise reflexiva e a resolução de problemas complexos.

- **Objetivos de habilidades socioemocionais:** Concentram-se no desenvolvimento das habilidades socioemocionais dos estudantes, como empatia, colaboração, comunicação efetiva e trabalho em equipe. Eles buscam promover o crescimento pessoal e o relacionamento saudável com os outros.

Ao se definirem os objetivos de aprendizagem, é importante que sejam específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e com prazo determinado. Isso garante que sejam claros, tangíveis e realistas, facilitando a avaliação e o acompanhamento do progresso dos estudantes.

Os objetivos de aprendizagem fornecem uma estrutura clara e direcionam o processo educacional. Orientam os professores na seleção de conteúdos, na escolha de estratégias de ensino e na elaboração de avaliações. Além disso, possibilitam que os estudantes tenham uma compreensão clara do que é esperado deles e motivam o engajamento ativo no processo de aprendizagem.

Por isso, os objetivos de aprendizagem são descrições concisas, claramente articuladas do que os estudantes devem saber e compreender, e do que sejam capazes de fazer. Podem, ainda, dar apoio a práticas de avaliação diagnóstica, formativa e somativa e coerência às avaliações externas, como o Enade.

A Tabela 1 apresenta uma lista de verbos a serem utilizados para se escrever os objetivos de aprendizagem dependendo do nível no processo cognitivo (Guia de Referência, 2017).

Os objetivos educacionais, que são os responsáveis por desenvolver e capacitar para as competências necessárias, devem ser detalhadamente descritos no currículo do curso. Essas competências são cuidadosamente elaboradas e aplicadas por meio de diversos elementos que compõem o currículo.

Tabela 1 - Verbos para escrever os objetivos de aprendizagem

Lembrar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
•Reconhecer •Identificar •Localizar •Encontrar •Escolher •Nomear •Rotular •Soletrar •Listar •Evocar •Relatar •Descrver •Dizer •Reproduzir •Recuperar	•Corresponder •Definir •Demonstrar •Mostrar •Imaginar •Predizer •Elucidar •Explicar •Delinear •Parafrasear •Compilar •Traduzir •Exemplificar •Ilustrar	•Calcular •Usar •Utilizar •Executar •Provar •Planejar •Medir •Organizar •Simplificar •Resumir •Estruturar •Experimentar •Praticar •Solucionar •Entrevistar	•Categorizar •Classificar •Sequenciar •Ranquiar •Comparar •Contrastar •Conferir •Verificar •Atribuir •Detectar •Selecionar •Examinar •Testar •Monitorar •Descobrir •Deduzir •Inferir •Supor •Assumir •Diferenciar •Discriminar •Distinguir •Dissecar •Generalizar •Dividir •Integrar •Relatar	•Apreciar •Julgar •Detectar •Interpretar •Decidir •Concluir •Debater •Discutir •Defender •Recomendar •Apoiar •Críticar •Refutar •Conceder •Priorizar •Determinar •Influenciar •Justificar	•Construir •Reconstruir •Desconstruir •Desenvolver •Elaborar •Inventar •Originar •Produzir •Propor •Mudar •Modificar •Moldar •Combinar •Compor •Formular •Reformular •Projetar •Adaptar •Melhorar •Maximizar •Minimizar •Cancelar

Fonte: Guia de Referência (2017).

7. Currículo por competência

O currículo de curso de graduação expressa o perfil de formação, as competências, estrutura curricular, componentes curriculares, e deve estar em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), no caso dos cursos de bacharelado e licenciatura, ou o Catálogo Nacional dos Cursos Superiores de Tecnologia, no caso dos cursos tecnológicos. O currículo do curso deve integrar o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), expresso por meio da estrutura curricular, ementas e bibliografias.

A estrutura curricular do curso de graduação é composta pelas diversas Unidades Curriculares, como disciplinas (Obrigatórias, Optativas e Eletivas), Projetos Integradores ou de Extensão, Atividades Complementares, Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Estágio Curricular e outras.

O currículo por competência é uma abordagem inovadora que visa desenvolver as habilidades e conhecimentos essenciais dos estudantes. Em contraste com os

currículos tradicionais, que se concentram principalmente na transmissão de conteúdos, coloca a ênfase no desenvolvimento de competências relevantes para a vida e o trabalho.

Nesse modelo de currículo, as competências são definidas como um conjunto integrado de conhecimentos, habilidades, atitudes e também valores que os estudantes devem adquirir ao longo de sua trajetória educacional. As competências são amplas e abrangem áreas diversas descritas anteriormente.

Uma das principais características do currículo por competência é a sua abordagem orientada para o estudante. Nesse sentido, os estudantes são incentivados a assumir um papel ativo em seu próprio aprendizado, sendo desafiados a explorar questões complexas, investigar problemas do mundo real e buscar soluções inovadoras. O currículo por competência promove a autonomia, a responsabilidade e a autoconfiança dos estudantes, preparando-os para se tornarem aprendizes ao longo da vida.

Outro aspecto fundamental do currículo por competência é a integração entre as diferentes disciplinas e áreas do conhecimento. Em vez de compartimentalizar o aprendizado em disciplinas isoladas, esse modelo enfatiza a multidisciplinaridade, conectando conceitos e ideias de diversas áreas para promover uma compreensão mais profunda e contextualizada do mundo. Os projetos e desafios propostos aos estudantes envolvem a aplicação de conhecimentos de diferentes disciplinas, possibilitando que eles percebam as conexões entre os conteúdos e desenvolvam uma visão holística do saber.

Além disso, o currículo por competência valoriza a avaliação formativa e autêntica. Em vez de se concentrar apenas em provas e testes padronizados, a avaliação por competência considera múltiplas evidências de aprendizado, como projetos, apresentações, portfólios e atividades práticas. Dessa maneira, os estudantes são avaliados com base em seu desempenho real e na aplicação de suas competências em situações reais, proporcionando uma visão mais abrangente e significativa do progresso educacional.

O Quadro 1 ilustra um exemplo de currículo por competência aplicado a uma disciplina, em que se relacionam os elementos de competência e os resultados de aprendizagem com os temas de estudo da disciplina.

Dentro desse cenário, é fundamental promover nos estudantes um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, utilizando-se para isso as técnicas de aprendizagem ativa que têm o potencial de fortalecer as competências.

Quadro 1 - Exemplo de um quadro-resumo de uma disciplina

Quadro-resumo - Resultados de aprendizagem e temas de estudo desta disciplina e sua relação com o desenvolvimento de competências e elementos de competência do egresso. Competência		Projetar, Implementar e Analisar soluções computacionais sustentáveis envolvendo hardware, software e processos, com o emprego de técnicas e ferramentas apropriadas, considerando preceitos éticos, sociais e legais, com rigor científico problemas, utilizando microprocessadores ou microcontroladores e demais dispositivos eletrônicos periféricos		
Elementos de Competência		EC1. Elaborar projetos microprocessados	EC2. Implementar sistemas microprocessados	EC3. Analisar Sistemas microprocessados
Resultados de Aprendizagem (colorir a célula em amarelo para internalização e, em laranja, para mobilização)		RA1. Projetar sistemas microprocessados para a solução de problemas estruturados	RA2. Implementar sistemas microprocessados previamente projetados	RA3. Analisar sistemas microprocessados
Temas de Estudo	Introdução aos sistemas microprocessados	X		
	Microprocessadores e Microcontroladores	X		
	Sistemas Operacionais Embarcados	X		
	Linguagem de Programação Assembly	X	X	
	Interfaceamento de E/S	X	X	X

Fonte: Elaborado pelo autor.

8. Aprendizagem ativa

O termo “aprendizagem ativa” começou a ser utilizado pelo professor inglês Reginald “Reg” William Revans na década de 1940 (Revans, 2011). Nesse sentido, em um breve apanhado das definições sobre o termo, pode-se definir a aprendizagem ativa como todo tipo de atividade que vai além do mero “escutar”, isto é, ler, escrever, discutir ou trabalhar na resolução de problemas. Ativa porque a audição, principalmente quando considerada a tradicional transmissão do conhecimento por meio de aulas somente expositivas, é uma atividade que “pouco” exige mentalmente dos estudantes. Além disso, é difícil saber se a atenção do “aprendiz” estaria voltada ou não para aquilo que está sendo ouvido.

Conforme Bloom (1956), a aprendizagem ativa deve engajar os estudantes em atividades reflexivas de ordem superior do modelo cognitivo. As atividades reflexivas

estão no nível metacognitivo, e são aquelas que exigem a elaboração do pensamento: análise, avaliação e criação. Elas correspondem a uma constante reflexão sobre a prática, sobre a adequação à realidade do que estiver sendo aprendido.

A aprendizagem ativa e seus diversos métodos são uma mistura de práticas novas e antigas, como os descritos em Elmor *et al.* (2019) e Yee (2010).

Contudo, ainda que os professores não utilizassem abertamente esse termo ou nem mesmo tivessem consciência de que estavam aplicando a aprendizagem ativa, se for efetuado um retrospecto sobre as atividades educativas realizadas durante o processo de formação, formal ou não, constata-se que, em diversos momentos, muitas atividades se enquadram em algum dos exemplos citados na literatura, como trabalhos em grupo, trabalhos de pesquisa, seminários, estudo de caso, etc.

Segundo Pinto *et al.* (2012, p. 78), há necessidade de “envolver o estudante enquanto protagonista de sua aprendizagem, desenvolvendo ainda o senso crítico diante do que é aprendido, bem como competências para relacionar esses conhecimentos ao mundo real”.

Assim, aprendizagem ativa ocorre quando o estudante interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de maneira passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento (Barbosa e Moura, 2013, p. 55).

Abaixo são descritos alguns exemplos de atividades que utilizam a aprendizagem ativa e promovem a metacognição, explorando a multidisciplinaridade, nos quais o estudante desempenha um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem.

8.1 Aprendizagem Baseada em Problemas

O *Problem-Based Learning* (PBL), ou aprendizagem baseada em problemas, é uma técnica de ensino e aprendizagem que foi implantada primeiramente na faculdade de Medicina da Universidade canadense McMaster, na década de 1960. Uma característica marcante de processos que envolvem PBL é que neles os estudantes se tornam responsáveis por definir os objetivos educacionais, os meios que vão utilizar, o que vão aprender e com o que vão trabalhar (Barret, 2004).

Os conceitos fundamentais para PBL, difundidos pelo *Center for Teaching and Learning* da Stanford University (Stanford, 2001), são os seguintes: a) apresentação inicial de problemas do tipo “precariamente estruturados” ao invés de totalmente pré-especificados; b) ensino centrado no estudante ao invés de centrado no professor; c) trabalhos em grupos ao invés de individualizados; d) professores como facilitadores ao invés de disseminadores de conhecimentos.

Alguns fundamentos práticos do PBL, destacados em Melo (2013) podem ser descritos como sendo: a) os problemas expostos aos estudantes devem ser, de preferência, “pouco estruturados” (*ill-structured problems*), que são os que possibilitam que se desenvolvam diversas soluções potenciais, autênticos, ou seja, devem ser os problemas enfrentados no âmbito profissional; b) os estudantes devem ser envolvidos em práticas e problemas reais, sendo obrigados a desenvolverem ações concretas para solucioná-los; c) os estudantes devem trabalhar em pequenos grupos (em torno de cinco membros; nunca além de oito); d) os grupos devem ser liderados/orientados por um tutor/facilitador dos trabalhos, que deve fornecer ao grupo estratégias de aprendizagem e nunca ser um fornecedor de soluções prontas; e) os grupos devem ser multidisciplinares, contando, se possível, com colaboradores de outras áreas de conhecimentos inter-relacionadas.

Ainda, em Ribeiro (2008) são apresentados em detalhes os quatro modelos de PBL em função dos contextos de ensino e aprendizagem, que estão sintetizados abaixo:

- a) **McMaster original**: em que uma sequência de problemas estabelece a espinha dorsal do currículo e os conhecimentos necessários;
- b) **Híbrido**: no qual o currículo tem um componente curricular central;
- c) **Parcial**: em que está integrado em um componente (ou mais) dentro de um currículo convencional;
- d) **Post-holing**: no qual os problemas são utilizados dentro de um componente curricular trabalhado convencionalmente.

Na sequência apresentam-se dois exemplos de aplicação do conceito de PBL, a primeira aplicada à disciplina “Projeto Integrador” como um projeto multidisciplinar, e a segunda, como uma situação-problema na disciplina “PBL”.

Aplicação na disciplina “Projeto Integrador”

A disciplina “Projeto Integrador” é uma unidade curricular integradora, desenvolvida ao longo do semestre, congregando as disciplinas do período, com o objeti-

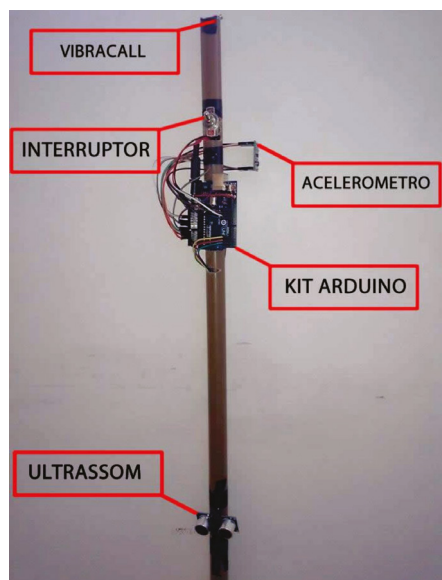
vo de proporcionar ao estudante a construção de conhecimento sobre determinada área, por meio do planejamento, organização e execução de proposta acerca de uma situação-problema previamente formulada/escolhida no contexto profissional. Um detalhamento da aplicação dessa técnica está descrito em Ferlin e Oliani (2014 e 2015).

De modo geral, essa disciplina tem por objetivo acompanhar e orientar os estudantes no desenvolvimento de um projeto ao longo do semestre letivo. Uma das características fundamentais desse projeto é ter um caráter multidisciplinar, envolvendo as disciplinas que compõem o período, em que o estudante deve passar por diversas etapas do desenvolvimento e o projeto deve incorporar as teorias e conceitos abordados nas disciplinas do período.

Essa atividade foi realizada ao longo do semestre e desenvolvida na disciplina “Projeto Integrador”, no curso de Engenharia da Computação da Faculdade Bagozzi.

Um exemplo de projeto desenvolvido na disciplina “Projeto Integrador I” (1º Período) foi o “Bengala eletrônica para cegos” (Silva *et al.*, 2014), que é um dispositivo eletrônico/computacional desenvolvido para auxiliar a locomoção de pessoas com deficiência visual, utilizando sensores ultrassônicos, acelerômetros, e com resposta vibrotátil, mostrado na foto da Figura 7.

Figura 7 - Foto do projeto bengala eletrônica para cegos



Fonte: Silva *et al.* (2014).

Aplicação na disciplina “PBL”

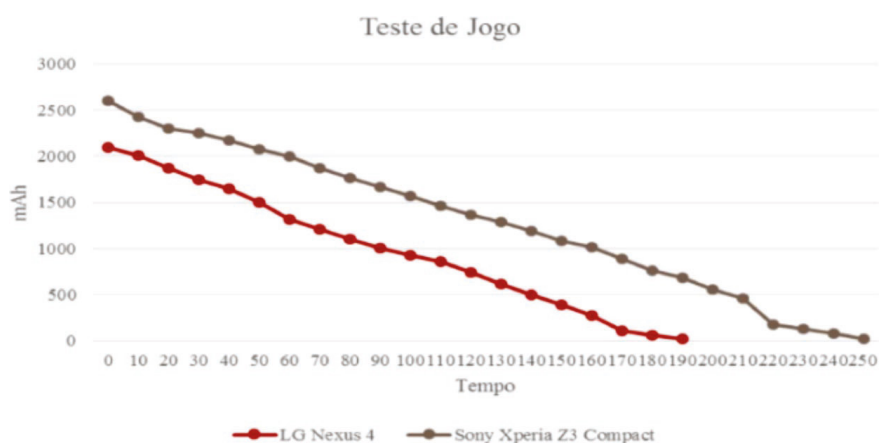
A disciplina “PBL” consiste em uma unidade curricular do processo de ensino e aprendizagem centrado no estudante como sujeito da aprendizagem e apoiado no professor como facilitador e mediador nesse processo. Trabalhando com um problema real, o estudante é guiado a desenvolver a resolução do problema por meio de informações, conceitos e competências apreendidas.

Entre suas vantagens, destacam-se a aplicação do método científico, aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades essenciais na resolução de problemas diversos voltados para o mundo de trabalho ou com cunho social. Um detalhamento da aplicação dessa técnica está descrito em Ferlin (2016).

Essa atividade foi realizada ao longo do semestre e desenvolvida nas disciplinas “PBL” do curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário Uninter.

Um exemplo de problema estudado na disciplina “PBL I” (1º Período) foi o “Consumo de Bateria de Smartphones em Jogos e Redes Sociais” (Fabri *et al.*, 2017), que consiste em testes de consumo de bateria de smartphones nas condições de uso em jogos e de acesso às redes sociais, apresentado no gráfico da Figura 8.

Figura 8 - Gráfico do Teste de descarga de bateria com o jogo SimCity (capacidade mAh x tempo em minutos)



Fonte: Fabri *et al.* (2017).

8.2 Estudo de caso

O estudo de caso envolve a abordagem de conteúdo por intermédio do estudo de situações de contexto real, as quais são denominadas “casos”. Esse modelo pressupõe a participação ativa dos estudantes na resolução de questões relativas ao caso, normalmente em um ambiente colaborativo com seus pares.

Apesar de poder ser resolvido individualmente, uma das maiores riquezas dessa abordagem de ensino é a interação, que promove mudanças significativas na sala de aula com o trabalho em equipe. Trata-se de uma abordagem ativa e colaborativa, que propicia o desenvolvimento da autonomia e da metacognição (Portilho, 2009), quando conduzido de maneira apropriada.

Segundo Yin (2015), a utilização do estudo de caso é adequada quando se pretende investigar o como e o porquê de um conjunto de eventos. O autor também ressalta que o estudo de caso é uma investigação empírica que possibilita o estudo de um fenômeno dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Os casos são construídos em torno de objetivos de aprendizagem (competências) que se pretendem desenvolver, e são seguidos de questões que devem ser respondidas pelos estudantes no decorrer do desenvolvimento. A presença dessas questões torna o estudo de caso uma abordagem de ensino guiada com foco nos estudantes.

Alguns propósitos dos estudos de caso são apontados por Gil (2007), e descritos da seguinte maneira: 1) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; 2) preservar o caráter unitário do objeto estudado; 3) descrever a situação do contexto em que está sendo feita uma determinada investigação; 4) formular hipóteses ou desenvolver teorias e 5) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas que não possibilitem a utilização de levantamentos e experimentos.

A seguir apresenta-se a aplicação do Estudo de Caso em duas disciplinas de um curso de engenharia.

Aplicação na disciplina “Probabilidade e Estatística”

Na disciplina “Probabilidade e Estatística”, a atividade consiste em propor para os estudantes a elaboração do Estudo de Caso na aplicação dos conceitos de Estatística a um problema real, ao longo do semestre letivo. Um detalhamento da aplicação dessa técnica está descrito em Ferlin (2020).

O objetivo da atividade é propiciar que os estudantes apliquem os conteúdos da estatística em problemas reais, motivando-os à disciplina e colocando-os no centro do processo de ensino e aprendizagem, por meio de uma técnica da aprendizagem ativa.

Essa atividade foi realizada ao longo do semestre e desenvolvida na disciplina “Probabilidade e Estatística”, 2º período, do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário UniDomBosco. Ocorreu na segunda metade da disciplina, basicamente no 2º bimestre, após a apresentação dos conceitos iniciais do conteúdo de estatística, pois o objetivo é aplicar os conteúdos a problemas reais, escolhidos pelos estudantes, e despertar o interesse pela disciplina.

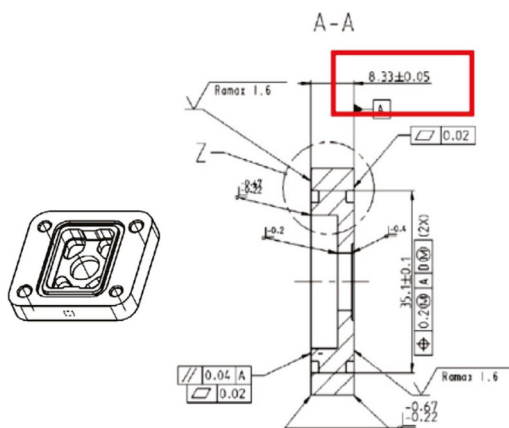
Os estudos de caso foram realizados em diversos segmentos, como farmacêutico, comércio, automobilístico, indústria, telecomunicação e outros.

Abaixo, exibe-se um exemplo de Estudo de Caso realizado na disciplina “Probabilidade e Estatística”:

Estudo de Caso baseado na capacidade da peça *Stator Spacer*

O *Stator Spacer* é parte do conjunto da bomba injetora de um motor a diesel. O estudo foi baseado na mensuração do diâmetro da peça, que possui como medida nominal $\varnothing 8,33$ e com tolerância de $\pm 0,05$ ($\varnothing 8,280$ a $\varnothing 8,380$). A amostra referiu-se a uma encomenda de teste realizada pela empresa fornecedora da peça. Na Figura 9 são apresentadas as imagens da peça e dimensões.

Figura 9 - Imagens da peça, com destaque em vermelho para a dimensão utilizada no estudo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aplicação na disciplina “Estatística Aplicada à Produção”

Essa atividade consiste em propor para os estudantes a elaboração do Estudo de Caso na aplicação dos conceitos abordados na Disciplina “Estatística Aplicada à Produção”, como o Controle Estatístico do Processo (CEP), a um problema real do setor produtivo.

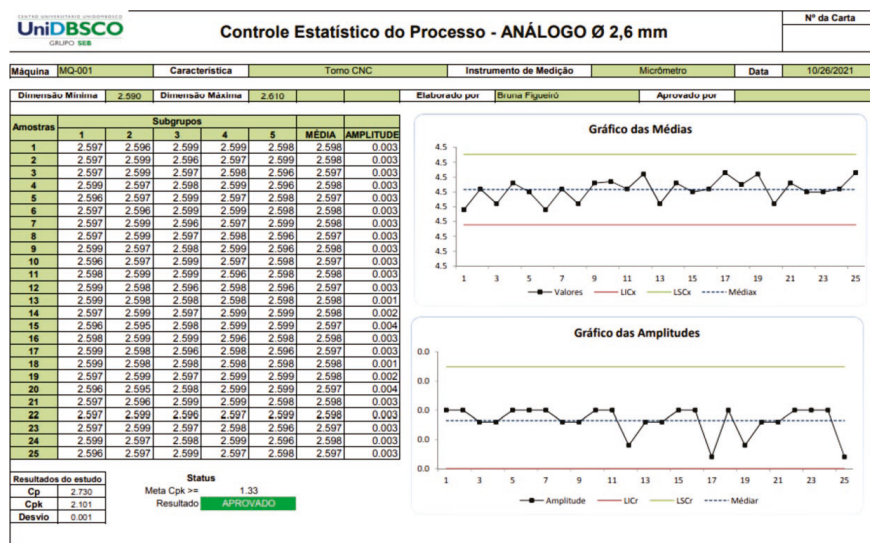
O objetivo da atividade é possibilitar aos estudantes que apliquem os conteúdos da disciplina que trabalha os tópicos referentes à estatística aplicada em problemas reais.

Essa atividade foi realizada ao longo do semestre e desenvolvida na disciplina “Estatística Aplicada à Produção”, 5º período, do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário UniDomBosco.

Os estudos de caso foram realizados em diversos segmentos fabris envolvendo processos de fabricação de peças e objetos. Como exemplo, tem-se o estudo em que os dados são decorrentes de uma pesquisa realizada por uma indústria que fabrica implantes dentários.

Na Figura 10 é exibida uma imagem de uma Carta CEP, que é um dos resultados apresentados no estudo de caso do exemplo citado.

Figura 10 - Carta de Controle Estatístico do Processo (CEP)



Fonte: Elaborado pelo autor.

8.3 Mapa Mental

Os Mapas Mentais são modelos para se registrar e estruturar as informações de maneira gráfica. Segundo Buzan (1996), criador dessa técnica conhecida como *Mind Maps* (em inglês), são ferramentas de pensamento que possibilitam refletir externamente o que se passa na mente. É uma maneira de organizar os pensamentos e utilizar ao máximo as capacidades mentais. Ao analisar um mapa mental, é possível verificar diversas ideias a respeito de um tema central, as quais se entrelaçam e compõem o assunto.

A técnica de construção de mapas mentais foi desenvolvida pelo inglês Tony Buzan, na década de 1970, logo após constatar que os estudantes que utilizavam como estratégia de trabalho anotações diferenciadas, com cores, desenhos, símbolos e ilustrações conseguiam melhores resultados de aprendizagem que os que não utilizam tais métodos. Ou seja, a exploração dos hemisférios direito e esquerdo do cérebro no processo de aprendizagem proporcionava melhor absorção do conhecimento passado pelo professor (Bovo; Hermann, 2005).

Em linhas gerais, o Mapa Mental, ou memograma, é uma ferramenta pedagógica de organização de ideias por meio de palavras-chave, cores e imagens em uma estrutura que se irradia a partir de um centro. Os desenhos de mapas mentais beneficiam o aprendizado e, conseqüentemente, aprimoram a produtividade pessoal. Trata-se de um instrumento de ensino e aprendizagem poderoso e que sobressai no ensino (Buzan; Buzan, 2009).

Na sequência, são apresentados exemplos de aplicação do conceito de Mapas Mentais em algumas disciplinas de um curso de engenharia.

Aplicação como atividade didática nas disciplinas

Essa atividade consiste em propor para os estudantes a elaboração do Mapa Mental sobre um tema proposto na disciplina, logo no seu começo. Um detalhamento da aplicação dessa técnica está descrito em Ferlin e Shmeil (2020).

O objetivo da atividade é propiciar que os estudantes tenham um entendimento geral sobre a temática apresentada com base em suas próprias experiências colocando-os no centro do processo de ensino e aprendizagem.

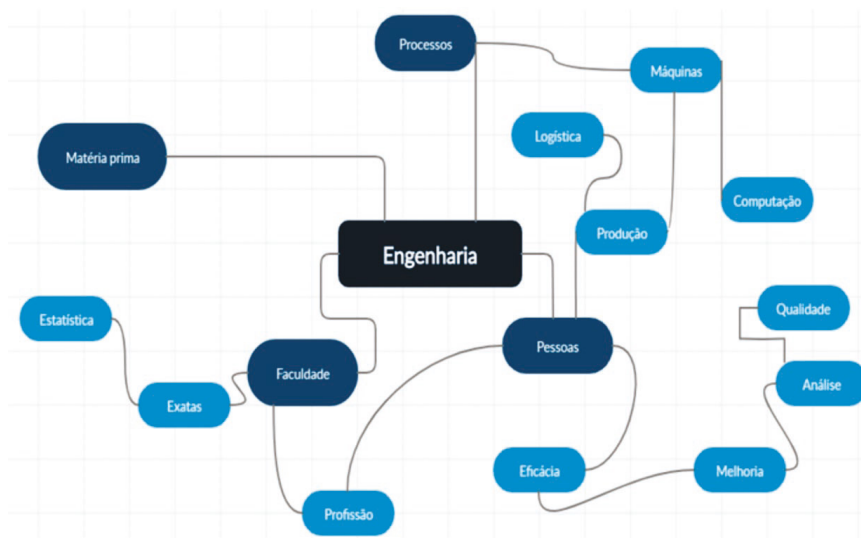
Essa atividade foi aplicada nas disciplinas “Fundamentos de Engenharia”, 1º período, e “Probabilidade e Estatística”, 2º período, do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário UniDomBosco.

A atividade foi realizada nas primeiras aulas das disciplinas, logo após as apresentações iniciais, pois o objetivo era despertar o entendimento geral sobre a temá-

tica “Engenharia”, no caso da disciplina “Fundamentos de Engenharia”, e a temática “Probabilidade”, na disciplina “Probabilidade e Estatística”.

Na Figura 11 é mostrado um diagrama exemplificando o Mapa Mental desenvolvido na disciplina “Fundamentos de Engenharia” (1º Período) do curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário UniDomBosco, com base no tema “Engenharia”.

Figura 11 - Exemplo de Mapa Mental



Fonte: Ferlin; Shmeil (2020).

Contudo, é preciso que se possa acompanhar a evolução do aprendizado, e nesse sentido a avaliação das atividades acadêmicas desempenha um papel crucial na mensuração do alcance dos objetivos educacionais estabelecidos inicialmente. Portanto, a avaliação é essencial para fornecer informações relevantes que embasem a tomada de decisão em todo o processo.

9. Avaliação no processo de ensino e aprendizagem

A avaliação no processo de ensino e aprendizagem desempenha um papel essencial na educação, pois oferece *insights* valiosos sobre o progresso dos estudantes

e a eficácia das práticas pedagógicas. É um processo contínuo e abrangente que envolve a coleta e análise de dados para determinar em que medida os objetivos educacionais estão sendo alcançados e identificar áreas de melhoria.

Nesse sentido, a avaliação pode ocorrer em diferentes níveis e momentos dentro do processo educacional. No nível individual, os professores utilizam diversas estratégias para avaliar o desempenho dos estudantes, como testes, provas, trabalhos em grupo, projetos, apresentações e observações em sala de aula. Essas avaliações fornecem uma visão detalhada do conhecimento e das habilidades de cada estudante, possibilitando que o professor identifique suas necessidades específicas e adapte o ensino. Segundo Scallon (2015), a noção de desempenho está no coração da metodologia de avaliação.

Além disso, a avaliação formativa possui um papel crucial no processo de ensino e aprendizagem. Por meio de *feedback* contínuo, os professores fornecem orientação aos estudantes, destacam seus pontos fortes e apontam áreas que precisam ser aprimoradas. Isso possibilita que eles compreendam seu progresso, corrijam erros e se envolvam ativamente no próprio processo de aprendizagem.

No âmbito institucional, as IES e os sistemas educacionais realizam avaliações para monitorar a qualidade e a eficácia do ensino, que podem incluir exames padronizados, pesquisas de satisfação dos estudantes, avaliações de desempenho dos professores e análise de dados estatísticos. Essas informações são utilizadas para identificar áreas de sucesso e identificar desafios, possibilitando a implementação de melhorias curriculares.

Nesse cenário, a avaliação do processo de ensino e aprendizagem também envolve uma reflexão sobre as práticas pedagógicas adotadas. Os professores avaliam sua própria abordagem, analisando se os métodos de ensino estão sendo eficazes, se estão atendendo às necessidades dos estudantes e promovendo uma aprendizagem significativa. Essa autorreflexão contínua possibilita que os professores aprimorem suas habilidades e desenvolvam estratégias mais eficazes.

Destaca-se também que a avaliação não deve ser considerada apenas como uma medida de sucesso ou fracasso, mas como uma ferramenta para melhorar a prática educativa. A avaliação formativa, especialmente, enfatiza o processo de aprendizagem e o desenvolvimento contínuo dos estudantes, focando em seu crescimento individual em vez de compará-los uns com os outros.

Nessa perspectiva, conta-se que um dos estágios do processo de ensino e aprendizagem é a avaliação das atividades e, também, do processo como um todo, de modo a quantificar e qualificar os resultados de aprendizagem.

O resultado de aprendizagem é um indicador poderoso do progresso e desenvolvimento do indivíduo. Isso está relacionado ao conhecimento adquirido, competências desenvolvidas e mudanças comportamentais que ocorrem como resultado de um processo educacional. É uma medida tangível do que alguém é capaz de fazer ou compreender após ter passado por um período de aprendizagem estruturada.

Os resultados de aprendizagem podem variar dependendo do contexto e dos objetivos específicos do programa educacional. Em um ambiente acadêmico, por exemplo, eles podem ser demonstrados por meio de exames, provas e projetos que testam o conhecimento e a compreensão dos estudantes sobre um determinado assunto. Os estudantes podem ser avaliados com base em suas capacidades de aplicar conceitos, analisar informações, resolver problemas e comunicar suas ideias de maneira clara e coerente.

Além do conhecimento teórico, os resultados de aprendizagem também podem englobar competências práticas e socioemocionais. Por exemplo, um programa de treinamento profissional pode se concentrar no desenvolvimento de competências técnicas específicas, como operar uma máquina complexa ou utilizar um software especializado. Os resultados de aprendizagem nesse caso seriam evidenciados pela capacidade do estudante de executar essas tarefas de maneira eficiente e precisa.

Da mesma maneira, a educação também pode ter como objetivo o desenvolvimento de competências socioemocionais, como liderança, empatia, resolução de conflitos e trabalho em equipe. Nesses casos, os resultados de aprendizagem seriam demonstrados por meio de comportamentos observáveis, como a capacidade de colaborar efetivamente com os outros, gerenciar conflitos de maneira construtiva ou tomar decisões éticas em situações desafiadoras.

É importante ressaltar que os resultados de aprendizagem não devem ser vistos apenas como um fim, mas como um meio para o crescimento e o desenvolvimento contínuo. A aprendizagem é um processo ao longo da vida, e os resultados alcançados em um determinado momento podem servir como base para novas oportunidades de aprendizagem e crescimento pessoal. Os resultados de aprendizagem também podem influenciar a autoconfiança e a motivação do indivíduo, ajudando-o a definir metas e a buscar novos desafios.

Na prática o resultado de aprendizagem é composto por indicadores de desempenho que são definidos de modo a se verificar o atendimento aos requisitos estipulados para determinada atividade.

O desempenho pode ser medido por meio das três formas de avaliação: diagnóstica, formativa e somativa. Essas avaliações podem ser compostas por diferen-

tes instrumentos de avaliação, dependendo do contexto ou situação que se deseje avaliar.

O Quadro 2 apresenta um exemplo de um quadro de alinhamento construtivo de uma disciplina, em que se visualizam os resultados de aprendizagem, os indicadores de desempenho, e os encaminhamentos avaliativos e metodológicos.

Quadro 2 - Exemplo de um quadro de alinhamento construtivo

Quadro de alinhamento construtivo			
Resultado de Aprendizagem	Indicadores de Desempenho	Encaminhamentos avaliativos	Encaminhamentos metodológicos
RA1. Projetar sistemas microprocessados para a solução de problemas estruturados	ID1.1. Interpreta adequadamente os requisitos do problema proposto	<u>Avaliações diagnósticas:</u> • Expectativas sobre a disciplina. • Quais as aplicações dos sistemas microprocessadores? <u>Avaliação formativa:</u>	PjBL Comunicação online síncrona realizada com <i>Blackboard Collaborate Ultra</i>
	ID1.2. Identifica quais periféricos são mais adequados para a solução do problema		
RA2. Implementar sistemas microprocessados previamente projetados	ID2.1. Monta adequadamente os circuitos eletrônicos microprocessados ID2.2. Elabora o programa corretamente para o microcontrolador nas linguagens de programação Assembly e C	• Resolução de Exercícios propostos <u>Avaliações somativas:</u> • Estudo de Caso (10%) • Prova (10%) • PjBL – Sistema básico (Teclas, Leds) com programação Assembly (10%) • PjBL – Sistema de Comunicação (Serial/USB) com programação C (10%) • PjBL – Sistema de Aquisição Sinais (Temperatura, LCD) com programação C/Assembly (20%)	
RA3. Analisar sistemas microprocessados	ID3.1. Realiza simulações de funcionalidade e desempenho de circuitos eletrônicos microprocessados ID3.2. Testa funcionalidade e desempenho de circuitos eletrônicos microprocessados		

Fonte: Elaborado pelo autor.

A metodologia de avaliação possui características, descritas em Scallon (2015), que devem ser consideradas na escolha da estratégia de avaliação.

A avaliação do processo de ensino e aprendizagem ocorre em função da estratégia de avaliação estabelecida, e deve considerar a situação proposta para aquela ta-

refa e as competências esperadas. Nesse sentido, a estratégia pode ser composta por uma técnica ou mesmo um conjunto de técnicas, como:

- Projeto/Protótipo
- Apresentação oral
- Documentação (relatórios, artigos, monografias, etc.)
- Autoavaliação dos estudantes
- Avaliação pelos estudantes
- Acompanhamento
- Provas (bimestrais, semestrais, etc.)
- Testes
- Questionários
- Simulados
- Outros

Por isso, os resultados de aprendizagem são indicadores mensuráveis e observáveis do conhecimento, habilidades e atitudes adquiridos por meio de um processo educacional. Eles desempenham um papel fundamental na avaliação do progresso individual e no fornecimento de *feedback* para a melhoria contínua. Além disso, os resultados de aprendizagem podem capacitar os estudantes a enfrentarem novos desafios, a buscarem o autodesenvolvimento e a contribuir de maneira significativa para suas comunidades e sociedade em geral.

Considerações finais

A abordagem baseada em competências, utilizando a aprendizagem ativa, contribui significativamente para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os estudantes desempenham um papel ativo em todas as etapas das atividades.

O desenvolvimento do saber-fazer requer uma abordagem que vai além da multidisciplinaridade, buscando integrar teoria e prática, que são os fundamentos essenciais da educação. Essa combinação entre teoria e prática cria um ciclo ascendente, refletindo o conhecimento adquirido pelo estudante ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

É importante ressaltar o engajamento e a motivação dos estudantes no desenvolvimento de atividades multidisciplinares, pois isso oferece uma oportunidade única para aplicar os conceitos e teorias aprendidos nas disciplinas em atividades práticas e de cunho real da prática profissional.

Por fim, as atividades apresentadas têm o objetivo de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, aplicando o conceito de aprendizagem ativa. Nesse sentido, os estudantes são protagonistas ativos, desde a pesquisa de situações reais a serem analisadas até a elaboração em equipe dos estudos, culminando na apresentação em sala de aula, bem como na elaboração de documentos como artigos, relatórios ou monografias.

Referências

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing**. New York: Longman, 2001.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago. 2013.

BARRET, T. Understanding Problem - based Learning. In: **Handbook of enquiry & problem based learning**. Disponível em: <http://www.nuigalway.ie>. 2004. Acesso em: 21 abr. 2021.

BLOOM, B. S. (ed.). **Taxonomy of Educational Objectives: The classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain**. New York: Longman, 1956.

BOVO, V.; HERMANN, W. **Mapas mentais – enriquecendo inteligências**. Edição dos autores, 2005.

BUZAN, T. **Saber pensar**. Lisboa: Editorial Presença, 1996.

BUZAN, T.; BUZAN, B. **The mind map book: unlock your creativity, boost your memory, change your life the mind map book**. Londres: BBC Active, 2009.

DELORS, J., *et al.* **Education, a Treasure to Discover**. Report to UNESCO of the International Commission on Education for the XXI Century. Unesco, Ministério da Educação. Brasília: Editora Cortez, 1998.

ELMOR FILHO, G.; *et al.* **Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia**. Rio de Janeiro-RJ: LTC, 2019.

FABRI, C. P.; GONÇALVES, H. R. K.; MACEDO, G.; DE PAULO, L. G.; CICHACZEWSKI, E. Metodologia PBL na Introdução à Engenharia da Computação: Consumo de Bateria de Smartphones em Jogos e Redes Sociais. In: CONTECC 2017. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. **Anais [...]**. Belém-PA, 2017.

FERLIN, E. P. A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL - *Problem Based Learning*) Aplicada na Educação em Engenharia: um estudo de caso no Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2016. XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais [...]**. Natal - RN, 2016.

FERLIN, E. P. Aprendizagem ativa nas disciplinas de formação básica de um curso de engenharia: aplicação do estudo de caso na disciplina de probabilidade e estatística. In: COBENGE 2020. XLVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da Abenge. **Anais [...]**. Online, 2020.

FERLIN, E. P.; OLIANI, D. A Disciplina de Projeto Integrador como Elemento Norteador do Processo Ensino-Aprendizagem: a Experiência do Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2014. XLII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. **Anais [...]**. Juiz de Fora-MG, 2014.

FERLIN, E. P.; OLIANI, D. Análise da Implantação do Projeto Integrador no Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2015. XLIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. **Anais [...]**. São Bernardo do Campo - SP, 2015.

FERLIN, E. P.; PILLA JR, V.; SAAVEDRA, N. The Theory-Practice Partnership. In: ITHET 2005 – 6th IEEE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE. **Anais [...]**. Juan Dolio, Dominican Republic, 2005.

FERLIN, E. P.; SAAVEDRA, N.; PILLA JR, V., Improving Teaching and Learning Process through Computational Resources, chapter 8. In: **Engineering Education: perspective an, issues and concerns**. New Delhi, India: Shipra Publications, 2009.

FERLIN, E. P.; SHMEIL, M. A. H. Utilização das técnicas de aprendizagem ativa na educação em engenharia: estudo de caso dos mapas mentais. In: COBENGE 2020. XLVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da Abenge. **Anais [...]**. Online, 2020.

FOREHAND, M. **Bloom's Taxonomy - Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology**. The University of Georgia, June 2010.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo - SP: Atlas, 2007.

Guia de referência para o planejamento e redação de objetivos de aprendizagem. Disponível em: movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2017/03/Guia-de-Referência-para-redação-de-objetivos-de-aprendizagem.pdf. Acesso em: 14 abr. 2023.

MELO, R. C de. Estratégias de ensino e aprendizagem baseadas em problemas (PBL) no ensino tecnológico. VIII Workshop de Pós-graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza. **Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade**. ISSN: 2175-1897. 2013.

PILLA JR, V.; FERLIN, E. P. Os níveis de aprendizagem da taxonomia de Bloom aplicados em uma disciplina de um Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2010. XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais [...]**. Fortaleza - CE, 2010.

PINTO, A. S. S. *et al.* Inovação didática – projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “peer instruction”. **Janus**, Lorena, ano 6, n. 15, p. 75-87, jan./jul. 2012.

PORTILHO, E. **Como se aprende?** estratégias, estilos e metacognição. Curitiba - PR: Wak Editora, 2009.

REVANS, R. **ABC of action learning**. Farnham: Gower, 2011.

RIBEIRO, L. R. C. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) Na Educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008. ISSN 0101-5001.

SCALLON, G. **Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências**. Curitiba-PR: PUCPRress, 2015.

SILVA, E.; VITALINO, L.; ZANARDI, M. O.; FERLIN, E. P.; CICHACZEWSKI, E. Bengala para Detecção de Obstruções ao Caminhar para uma PCD Visual. In: CRICTE 2014. XXVI Congresso Regional de Iniciação Científica & Tecnológica em Engenharia. **Anais [...]**. Alegrete - RS, 2014.

STANFORD UNIVERSITY. Speaking of teaching. **Stanford University Newsletter on Teaching**, v. 11, n. 1, 2001.

YEE, K. **Interactive techniques**. Disponível em: <http://https://www.usf.edu/atle/documents/handout-interactive-techniques.pdf>. Acesso em: abr. 2019, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2015.



MAKERSPACES ACADÊMICO: UM INSTRUMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM ENGENHARIA

Andréa Cristina dos Santos¹

Jéssica Mendes Jorge²

Rafael Ernesto Kieckbusch³

1. Introdução

O ensino de engenharia está passando por uma transformação significativa, migrando de um foco estritamente técnico para uma abordagem mais holística que envolve a resolução de problemas complexos do mundo real. Essa mudança é impulsionada pela transdisciplinaridade e pela integração de áreas como finanças, marketing e gestão, proporcionando aos alunos uma mentalidade empreendedora (García-Rodríguez *et al.*, 2016; Grecu; Denes, 2017).

Nesse cenário em constante mudança, caracterizado por termos como VUCA (*Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity*) e mais recentemente BANI (*Brittle, Anxious, Non-linear, Incomprehensible*) (Cascio, 2020), os futuros engenheiros enfrentarão desafios inéditos. As organizações estão em um estado de fluxo, impulsionadas por avanços tecnológicos como big data, computação em nuvem e inteligência artificial. Isso exige um perfil de engenheiro com competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais.

Portanto, a formação em engenharia deve ir além da simples aquisição de conhecimento técnico. Deve também capacitar os alunos a mobilizarem esse conhecimento em cenários complexos (OECD, 2018). É nesse contexto que os *makerspaces*

¹ Dr. Eng. Universidade de Brasília - UnB.

² Me. Eng. Universidade de Brasília - UnB.

³ Dr. Eng. Universidade de Brasília - UnB.

acadêmicos emergem como uma ferramenta valiosa para a formação em engenharia, oferecendo espaços que fomentam a criatividade e a inovação (Hilton *et al.*, 2018; Nadelson *et al.*, 2020).

O objetivo deste capítulo é explorar as características fundamentais para o planejamento, implementação e manutenção de um *makerspace* acadêmico. Embora não seja uma análise exaustiva do movimento maker em ambientes acadêmicos, este trabalho busca fornecer orientações práticas considerando as especificidades de cada instituição de ensino.

1.1 *Makerspace*

A evolução das tecnologias de fabricação e a diminuição dos custos associados tornaram equipamentos, antes sofisticados, acessíveis ao público em geral. Esse cenário propiciou o surgimento do Movimento Maker, descrito por Anderson (2012) como a “nova revolução industrial”. Esse movimento se destaca pelo uso de ferramentas digitais e pela adoção de normas e padrões que incentivam a colaboração e a rápida troca de ideias, frequentemente organizadas pela própria comunidade.

No contexto do Movimento Maker, os “makers” são pessoas que projetam, constroem e compartilham dispositivos inovadores. Um *makerspace* é um ambiente físico dedicado a essa comunidade, fornecendo os recursos necessários para o desenvolvimento e fabricação de projetos. Esses espaços são comumente auto-organizados, com a comunidade definindo sua estrutura, objetivos, agenda e financiamento. Além disso, *makerspaces* frequentemente oferecem programas de treinamento e certificação para aprimorar habilidades (Wilczynski, 2015).

De se notar que, embora a ideia de reunir pessoas de diversas áreas para fomentar a criatividade não seja nova, o que distingue os *makerspaces* modernos é o papel proeminente dos indivíduos, em contraste com organizações, na catalisação da inovação (Wilczynski, 2015).

O termo “*makerspace*” ganhou ampla adoção e é comumente usado para descrever qualquer ambiente que estimule a participação ativa, o compartilhamento de conhecimento e a colaboração através do uso criativo de ferramentas e tecnologias.

1.2 *Makerspaces* em museus e bibliotecas

Nos ambientes de museus e bibliotecas, o conceito de *makerspace* transcende a existência de um espaço físico dedicado. As atividades criativas podem ser realizadas em locais tão diversos quanto salas de conferências ou áreas comuns de bibliotecas.

Nesses contextos, o termo “criação” é flexível e pode abranger programas que preferem o rótulo de ‘experimentação’ ao de ‘criação’. O objetivo principal é fornecer um ambiente público para estimular a criatividade, incentivando tanto a mentalidade inovadora quanto as práticas experimentais (Rosa *et al.*, 2018).

1.3 FabLAB

FabLabs, sigla para Laboratórios de Fabricação, são espaços colaborativos destinados ao projeto (*design*) e à fabricação digital de objetos personalizados. Iniciados por Neil Gershenfeld no Centro para Bits e Átomos (CBA) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), esses laboratórios foram originalmente concebidos para fomentar o empreendedorismo local, mas também têm sido incorporados em ambientes educacionais como plataformas para aprendizado baseado em projetos (Troxler, 2014).

Um elemento que distingue os FabLabs é a adesão ao Fab Charter, um conjunto de diretrizes que padroniza as capacidades de hardware e software em todos os FabLabs (FabLab, 2023). Isso facilita a colaboração e a troca de projetos entre diferentes laboratórios. Geralmente, os FabLabs são estabelecidos dentro de instituições como universidades, empresas ou fundações e são apoiados por uma associação global responsável pela promoção e disseminação do conceito. Informações atualizadas sobre a rede de FabLabs podem ser encontradas no site oficial (FabLab, 2023).

1.4 Hackerspaces

Hackerspaces são ambientes comunitários, geralmente financiados e administrados pelos próprios membros. Originalmente concebidos como locais onde entusiastas de programação e tecnologia poderiam se reunir em um ambiente livre de restrições, esses espaços evoluíram para incluir atividades como prototipagem física e eletrônica. Além de fornecer um ambiente de aprendizado, os *hackerspaces* oferecem o suporte necessário para que os indivíduos desenvolvam projetos alinhados aos seus interesses pessoais. Há um esforço consciente para dissociar esses espaços das conotações negativas frequentemente associadas ao termo ‘hacking’ na mídia tradicional (Rosa *et al.*, 2018).

1.5 Laboratórios Abertos

O conceito de Laboratório Aberto é frequentemente associado à inovação aberta, definida como um “processo de inovação distribuída que envolve o fluxo inten-

cional de conhecimento através de fronteiras organizacionais, utilizando mecanismos financeiros e não financeiros alinhados ao modelo de negócios da organização” (Chesbrough; Bogers, 2014, p. 17). Segundo Schimdt e Brinks (2017), esses laboratórios permitem que as organizações se conectem com comunidades externas para acessar uma variedade de recursos de conhecimento, representando uma evolução das comunidades de prática tradicionais.

A ideia de espaços abertos para inovação não é nova. Um exemplo histórico é o laboratório de Thomas Edison no século XIX, projetado para tornar visíveis e acessíveis os artefatos de pesquisa de diferentes projetos, facilitando a identificação de conexões entre inovações distintas (Israel, 1998, p. 119).

Nesse cenário, a aprendizagem baseada em problemas nas universidades ganha relevância, especialmente em relação aos *makerspaces* acadêmicos, pois ambos são impulsionados pela interação com empresas e pelo foco em resolver problemas práticos.

2. Os *makerspaces* acadêmicos

Segundo Wilczynski e Wilen (2016), universidades sempre ofereceram componentes típicos de *makerspaces*, como oficinas, laboratórios de CAD (*Computer Aided Design*) e salas de aula. No entanto, esses elementos raramente estavam reunidos em um espaço único e acessível a uma comunidade acadêmica diversa. A crescente ênfase no design (projeto de produto) dentro do currículo de engenharia incentivou os educadores a expandirem além da teoria, incorporando mais atividades práticas como projetos e testes. Isso, por sua vez, impulsionou a adoção de abordagens pedagógicas baseadas em problemas, tornando o ensino mais aplicado e orientado para desafios do mundo real.

Essa mudança resultou em maior engajamento dos alunos e conscientização dos professores sobre a importância da aprendizagem ativa. Nos Estados Unidos, iniciativas como o projeto *Learning Factory* receberam financiamento governamental para desenvolver currículos práticos e infraestrutura de suporte. Esses avanços democratizaram o desenvolvimento de produtos e fortaleceram o Movimento *Maker* no ambiente acadêmico (Wilczynski; Wilen, 2016).

No Brasil, o programa Ciência sem Fronteiras (2011-2016) ofereceu oportunidades de intercâmbio internacional para estudantes de engenharia, muitos dos quais foram expostos a essas novas abordagens pedagógicas em universidades dos EUA e Alemanha. O programa foi uma parceria entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ministério da Educação (MEC), com a Capes e o CNPq, na

qual foram disponibilizadas cerca de 100 mil bolsas para estudantes de graduação e pós-graduação (CNPq, 2022). No entanto, pesquisas sobre o impacto dessas experiências ainda são escassas.

Em geral, os *makerspaces* acadêmicos são mais prevalentes em instituições que oferecem cursos em design, tecnologia e engenharia. Esses espaços se alinham bem com métodos de ensino baseados em problemas ou projetos (PBL) e são fundamentais para o processo de desenvolvimento de novos produtos, abrangendo etapas como ideação, concepção, projeto detalhado e prototipagem (Saorín *et al.*, 2017).

2.1 Fatores para implementação de makerspace acadêmico

Embora a criação de um *makerspace* frequentemente comece com foco no espaço físico e na infraestrutura de equipamentos, a implementação em um contexto acadêmico requer uma análise mais criteriosa. O objetivo primordial é fornecer uma formação abrangente e eficaz para futuros profissionais de engenharia.

Dessa forma, foi desenvolvida uma lista de fatores críticos para orientar a implementação de *makerspaces* acadêmicos, conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 - Fatores a serem considerados na implementação de um *makerspace* acadêmico

Fatores	Descrição
Ambiente	A maturidade organizacional referente à abordagem de metodologias ativas de ensino, e o estímulo aos estudantes referente ao empreendedorismo.
Localização	Distância percorrida no campus para ter acesso ao <i>makerspace</i> acadêmico.
Stakeholders	Stakeholders, ou “grupos de interesse”, são grupos de pessoas que se interessam pelo processo ou resultado de um determinado projeto. É muito provável que os diversos stakeholders tenham visões variadas a respeito dos propósitos do <i>makerspace</i> , e se não bem gerenciada, essa discrepância de expectativas pode gerar conflitos. Assim, torna-se importante identificar as partes interessadas e entender como elas se posicionam, de maneira a prevenir objeções e problemas em estágios mais avançados da implementação do <i>makerspace</i> .
Clientes	Perfis atendidos no espaço: discentes (graduação, pós-graduação), pesquisadores, professores (projetos de pesquisa e extensão), <i>startups</i> , empresas (inovação aberta), comunidade local, hobistas, entre outros.

Fatores	Descrição
Habilidade e Competências	Definição das habilidades e competências para o aprendizado para a indústria do futuro (Indústria 4.0, por exemplo).
Vínculos com a Indústria	A indústria pode se beneficiar das instalações de prototipagem fornecidas, pode apresentar casos reais em que professores e alunos podem ajudar a resolver problemas reais.
Investimentos	Os investimentos em máquinas, equipamentos e materiais necessários podem ser elevados. Equipamentos de alta tecnologia, como impressoras 3D, cortadoras a laser, fresadoras/tornos, etc. Isso dependerá do tamanho, qualidade da peça acabada, marca, material dedicado, suporte e manutenção, aquisição de tecnologia nacional ou importada.
Acesso	O acesso pode ser um problema, já que a instalação está principalmente disponível para uso dos docentes, estudantes e empresas. O horário de funcionamento geralmente é limitado. O nível de acesso a máquinas e equipamentos também necessita ser definido.
Monitoramento do uso dos equipamentos	Monitorar o uso de equipamentos, ferramentas e materiais pode ser um desafio, dada a natureza diversificada dos equipamentos e materiais encontrados no espaço de criação.
Operação	Gerenciar a operação diária pode ser um desafio, pois é necessária uma equipe em tempo integral para gerenciar adequadamente todas as atividades no espaço do <i>makerspace</i> . Por exemplo, gestão da manutenção, gestão de estoques, gestão de materiais, disponibilidade de máquina, segurança da informação e segurança ocupacional.
Custos de operação	Além dos investimentos, são necessários recursos para pagamento da equipe de operação, manutenção e custos para aquisição de materiais. As melhores práticas de gestão de operação podem significar sobrevivência financeira do espaço.

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Macaraeg *et al.* (2021).

Dentre os fatores enumerados, as habilidades e competências apresentadas no Quadro 2 são particularmente notáveis.

Hecklau *et al.* (2016) categorizam habilidades e competências em quatro dimensões: técnicas, metodológicas, sociais e pessoais. As técnicas abrangem o conhecimento e habilidades necessários para tarefas específicas, enquanto as metodológicas envolvem a aplicação prática desse conhecimento para tomar decisões e resolver problemas. As sociais incluem a capacidade de colaboração e comunicação, e as pessoais referem-se a atitudes, motivação e valores.

Quadro 2 - Competências e habilidades do profissional do futuro

Classe	N	Habilidades e competências	Descrição das habilidades e competências
METODOLÓGICA	1	Resolução de problemas	Os profissionais devem ser capazes de identificar erros e melhorar processos.
	2	Pensamento empreendedor	Cada profissional com responsabilidades e cargos mais estratégicos deve agir como empreendedor. Pensamento empreendedor é movido pelo modo de pensar (sempre identificando oportunidades, calculando riscos) e modo de agir (elaborando soluções e montando um negócio).
	3	Eficiência na resolução de problemas	Problemas complexos precisam ser resolvidos de forma eficiente (por exemplo, utilizando análise de dados).
	4	Tomada de decisão	Uma vez que os profissionais terão maior responsabilidade nos processos, devem ser capazes de tomar decisões.
	5	Criatividade	A criatividade é necessária para a criação de produtos, serviços e processos inovadores.
	6	Habilidades analíticas	Estruturar e analisar grandes quantidades de dados e processos complexos.
	7	Habilidades de pesquisa	Ser capaz de usar fontes confiáveis para aprendizado contínuo em ambientes de mudança.
TÉCNICA	8	Estado da arte do conhecimento	O aumento da responsabilidade no ambiente de trabalho faz do conhecimento um fator cada vez mais importante.
	9	Habilidades técnicas	Habilidades técnicas mais abrangentes são necessárias para mudar de atividades operacionais para atividades mais técnicas.
	10	Compreender novos processos	Processos de alta complexidade demandam um entendimento mais amplo e profundo do processo.
	11	Habilidades de mídia	O aumento de tarefas e trabalhos virtuais demanda a habilidade de usar dispositivos inteligentes.
	12	Habilidades de programação	O aumento de processos digitalizados cria uma demanda por profissionais com habilidades de programação.
	13	Compreender sobre segurança da informação	Trabalhos virtuais em servidores ou plataformas obrigam os profissionais a conhecerem sobre segurança cibernética.

Classe	N	Habilidades e competências	Descrição das habilidades e competências
PESSOAL	14	Flexibilidade	O aumento do trabalho virtual faz com que os funcionários se tornem independentes do tempo e do local; a rotação de tarefas exige ainda que os funcionários sejam flexíveis com suas responsabilidades profissionais.
	15	Complacência	Regras mais estritas para segurança de TI, trabalho com máquina ou horário de trabalho.
	16	Tolerância	Aceitar mudanças devido à rotação ou reorientação de tarefas de trabalho.
	17	Motivação em aprender	Mudanças mais frequentes relacionadas ao trabalho tornam obrigatório que os funcionários estejam dispostos a aprender.
	18	Mindset sustentável	Os profissionais devem apoiar iniciativas de sustentabilidade.
	19	Capacidade de trabalhar sob pressão	Os profissionais envolvidos em processos de desenvolvimento de produtos e inovação precisam lidar com o aumento da pressão, devido a ciclos de vida mais curtos do produto e menor tempo de colocação no mercado.
SOCIAL	20	Capacidade de liderança	Tarefas com mais responsabilidade e ambientes de trabalho com menos hierarquias demandam que cada profissional seja um líder.
	21	Habilidades de se comprometer e cooperar	Os atores de uma cadeia de valor desenvolvem-se para igualar parceiros, dessa forma, todo projeto precisa criar situações em que todos saem ganhando.
	22	Dominar mais de um idioma	Ser capaz de compreender e se comunicar com parceiros e clientes globais.
	23	Habilidade de trabalhar em equipe	O crescente trabalho em equipe e o trabalho compartilhado em plataformas virtuais demandam a capacidade de seguir as regras de trabalho em equipe.
	24	Habilidade de comunicação	A orientação ao serviço tem como demanda boas habilidades de escuta e apresentação, enquanto o aumento do trabalho virtual requer habilidades de comunicação virtual.
	25	Habilidade de <i>networking</i>	O trabalho em uma cadeia de valor altamente globalizada requer a habilidade de formar redes de conhecimento.
	26	Habilidades interculturais	Compreender diferentes culturas, especialmente diferentes hábitos de trabalho.
	27	Habilidade de transferir conhecimento	As empresas precisam reter o conhecimento com a própria empresa, dessa forma, é necessário trocar e registrar conhecimentos explícitos e tácitos.

Fonte: Adaptado de Hecklau *et al.* (2016), p. 4.

Jorge (2020), baseando-se em Hecklau *et al.* (2016), correlaciona essas competências com metodologias ativas de ensino, conforme ilustrado no Quadro 3. A autora destaca que diferentes metodologias, como a sala de aula invertida (FC - *Flipped Classroom*) e a aprendizagem baseada em problemas (PBL - *Problem Based Learning*) têm potenciais distintos para desenvolver essas quatro dimensões de competências. Por exemplo, a FC foca no desenvolvimento da autodisciplina e motivação para aprender, relacionando-se mais com a dimensão pessoal. Já o PBL é eficaz no desenvolvimento de competências em todas as dimensões, incluindo habilidades de pensamento crítico e sistêmico.

O Quadro 3, elaborado por Jorge (2020), sintetiza as habilidades e competências necessárias para futuros engenheiros e sua relação com metodologias ativas. Nota-se que o PBL é particularmente abrangente em termos de desenvolvimento de habilidades e competências, justificando sua frequente associação com *makerspaces* acadêmicos. No entanto, a pesquisa sobre a interação entre diferentes metodologias de ensino e *makerspaces* acadêmicos ainda é limitada.

3. O Laboratório Aberto de Brasília

A implementação dos Laboratórios Abertos no Brasil surgiu de uma parceria do MCTI envolvendo o Senai e o Sebrae, por meio do Projeto Sibratecshop, em 2015, com intuito de apoiar a sobrevivência das empresas nascentes, bem como promover o desenvolvimento da indústria e a geração de empregos no País. Foram implementados 13 Laboratórios Abertos, sendo somente dois em Universidades Públicas (um na UFRGS e outro no ITA) e o restante nas Unidades do Senai distribuídas no País.

No final de 2016, a Universidade de Brasília (UnB), em parceria com a Finatec e o Senai, em conjunto com o MCTI, iniciou a implementação do Laboratório Aberto de Brasília (LAB), ressaltando a importância de incluir a UnB no mapa de estímulo ao empreendedorismo no país por meio dos laboratórios abertos.

Implementado durante o ano de 2017, e tendo sua operação iniciada em 2018, com apoio da Finatec, o Laboratório Aberto de Brasília (LAB) foi institucionalizado como um programa de extensão da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, caracterizado por um ambiente colaborativo de aprendizagem ativa e multidisciplinar para o desenvolvimento e prototipação de produtos.

Quadro 3 - Panorama geral das habilidades e competências para o engenheiro do futuro

Classe	Descrição da classe	ID	Habilidades e competências	Metodologias ativas							
				FC	PBL	COOL	COLL	PLTL	GBL	IBL	BC
Metodológica	Relaciona as habilidades e competências para a resolução de problemas e tomada de decisão.	M1	Resolução de problemas		X	X		X	X	X	
		M2	Pensamento empreendedor		X				X	X	
		M3	Eficiência na resolução de problemas		X	X		X	X	X	
		M4	Tomada de decisão		X	X	X	X	X	X	
		M5	Criatividade		X	X		X	X	X	
		M6	Habilidades analíticas		X			X		X	
		M7	Habilidades de pesquisa		X	X	X	X		X	
		M8	Pensamento crítico		X	X	X	X	X	X	
		M9	Pensamento sistêmico		X					X	
Técnica	Abrange as habilidades e conhecimentos relacionados ao trabalho.	T10	Estado da arte do conhecimento		X	X	X	X	X	X	
		T11	Habilidades técnicas		X	X		X	X	X	
		T12	Compreender novos processos		X	X			X	X	
		T13	Habilidades de mídia		X	X	X		X	X	
		T14	Habilidades de programação		X	X				X	
		T15	Compreender sobre segurança da informação		X	X				X	

Classe	Descrição da classe	ID	Habilidades e competências	Metodologias ativas							
				FC	PBL	COOL	COLL	PLTL	GBL	IBL	BC
Pessoal	Contempla os valores sociais, motivações e atitudes individuais.	P16	Flexibilidade	X	X	X			X	X	X
		P17	Complacência	X	X	X			X	X	
		P18	Tolerância	X	X	X			X	X	
		P19	Motivação em aprender	X	X	X	X	X	X	X	
		P20	Mindset sustentável		X	X					
		P21	Capacidade de trabalhar sobre pressão		X	X			X		
Social	Abrange todas as habilidades, competências e atitudes para cooperar e comunicar com outros.	S22	Capacidade de liderança		X	X					
		S23	Habilidades de se comprometer e cooperar	X	X	X		X	X	X	
		S24	Dominar mais de um idioma				X		X		
		S25	Habilidade de trabalhar em equipe		X	X		X	X	X	
		S26	Habilidade de comunicação		X	X	X	X	X	X	
		S27	Habilidade de networking		X	X		X	X	X	
		S28	Habilidades interculturais		X	X		X	X	X	
		S29	Habilidade de transferir conhecimento		X	X	X	X		X	

Fonte: Jorge (2020).

O LAB foi instituído com os seguintes objetivos:

- i) Ser um agente de promoção das metodologias ativas no ensino, incentivando uma integração entre a teoria e a prática em disciplinas da engenharia e projetos de disciplinas de alunos da universidade.
 - ii) Ser um formador de profissionais com habilidades em fabricação digital.
 - iii) Prestador de serviços para a comunidade para o desenvolvimento de protótipos utilizando as tecnologias de fabricação digital.
- (Zimmermann, 2018).

Entre os fatores apresentados no Quadro 1, cinco aspectos foram considerados particularmente relevantes com base na experiência adquirida durante a implementação do Laboratório Aberto de Brasília da UnB. Esses fatores serão detalhadamente discutidos nos tópicos subsequentes.

3.1 Ambiente de Implementação do LAB

A primeira análise para a implementação do LAB focou no ecossistema empreendedor da UnB e na utilização de metodologias ativas de aprendizado, com ênfase na abordagem PBL (*Project/Problem Based Learning*). A UnB promove o empreendedorismo principalmente por meio do Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (CDT), que inclui a incubação de startups e a escola de empreendedorismo Empreend, voltada para universitários e empreendedores (Moreira *et al.*, 2011).

A Faculdade de Tecnologia da UnB oferece oito cursos de graduação em Engenharia, incluindo Engenharia de Produção, que adota a metodologia PBL desde sua criação em 2009 (Balthazar; Silva, 2010). Esse curso conta com a colaboração de empresas que apresentam problemas reais para solução pelos alunos, embora a distância geográfica do Distrito Federal possa ser um obstáculo para a participação desses agentes externos.

Os outros cursos de engenharia também incorporam metodologias ativas, seja através de disciplinas que aplicam o PBL (Viana *et al.*, 2009), equipes de competição ou empresas juniores. Essas iniciativas buscam atender à demanda dos alunos por aprendizado prático em contextos reais. Adicionalmente, atividades de extensão são componentes obrigatórios nos currículos de engenharia da UnB.

3.2 Localização do LAB

A localização do LAB foi estrategicamente escolhida para estar dentro da Faculdade de Tecnologia da UnB, baseada em critérios como:

- i) Acesso facilitado para estudantes, incentivando uso frequente;
 - ii) Minimização do tempo de deslocamento para alunos e professores;
 - iii) Conveniência para alunos dependentes de transporte público;
 - iv) Alinhamento com disciplinas que utilizam metodologias ativas;
- Fomento à colaboração, facilitando a interação entre estudantes e docentes (Zimmermann, 2018).

Localizada no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, que tem uma extensão de 3.950.579,07 m², a Faculdade de Tecnologia se encontra na região norte do campus, enquanto o CDT está posicionado mais ao sul. A distância entre os dois pontos é de aproximadamente 2,1 km, o que representa um desafio para as visitas frequentes dos estudantes.

É importante notar que decisões sobre localização são complexas e têm implicações de longo prazo, dada a alocação de recursos envolvida. Essas decisões passam por um processo de análise estratégica da administração universitária.

3.3 Stakeholders e clientes do LAB

Um mapa de stakeholders foi desenvolvido para o Laboratório Aberto de Brasília (LAB) com o objetivo de identificar os atores e entidades envolvidos em sua criação, implementação e manutenção, bem como seus papéis específicos. O processo de mapeamento seguiu as etapas:

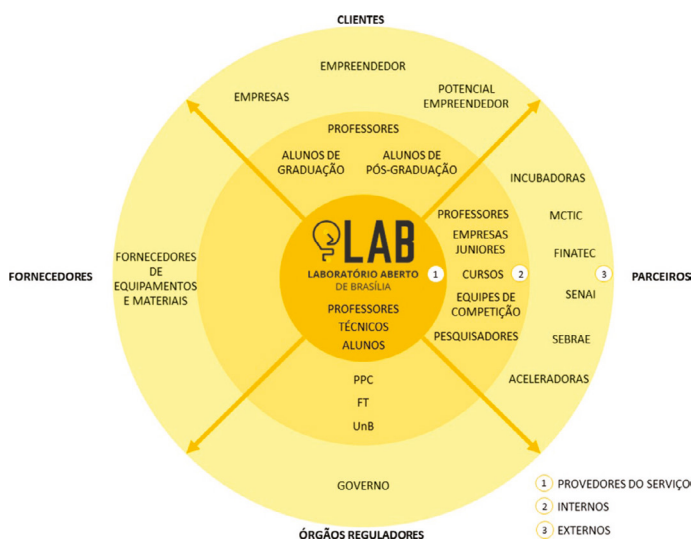
- i) Identificação dos atores ligados ao LAB;
 - ii) Classificação dos atores por papéis;
 - iii) Criação do mapa de stakeholders;
 - iv) Coleta de feedback para refinamento;
- Revisão final do mapa.
(Zimmermann, 2018).

A Figura 1 exibe o mapa, organizando os stakeholders em quatro categorias: clientes, parceiros, órgãos reguladores e fornecedores. O mapa também distingue agentes internos e externos. Seguem um descritivo e os respectivos papéis:

- i) **Provedores de Serviço:** Incluem coordenadores, técnicos e alunos envolvidos na operação e administração do LAB.
 - ii) **Clientes Externos:** Abrangem usuários fora da UnB, como empreendedores, startups e empresas em busca de inovação.
 - iii) **Clientes Internos:** Compreendem docentes, pesquisadores e estudantes da UnB.
 - iv) **Parceiros Externos:** Fornecedores de recursos, como o MCTI e possíveis patrocinadores.
 - v) **Parceiros Internos:** Apoiam na execução de projetos e podem surgir de diferentes setores dentro da UnB.
 - vi) **Órgãos Reguladores Externos:** Incluem entidades governamentais que estabelecem marcos regulatórios e incentivos.
 - vii) **Órgãos Reguladores Internos:** Relacionam-se com a governança interna da UnB.
 - viii) **Fornecedores Externos:** Suprem o LAB com equipamentos e materiais.
- Zimmermann, 2018)

A gestão de recursos é feita pela Finatec, e o Sebrae-DF, por exemplo, atua como intermediário entre empresas e o LAB. O financiamento inicial foi provido pelo MCTI, e outras fontes estão sendo exploradas. O LAB também se beneficia de organizações especializadas em inovação, como incubadoras e aceleradoras.

Figura 1 - *Stakeholders* e Clientes do LAB



Fonte: Zimmermann (2018)

3.4 Investimentos em máquinas e equipamentos

As diretrizes para investimentos em máquinas e equipamentos são as seguintes:

- a) Assegurar segurança aos usuários, minimizando riscos de acidentes;
 - b) Realizar análises “fazer ou comprar” para aquisição ou desenvolvimento de equipamentos, incentivando a participação de alunos e docentes;
 - c) Avaliar a viabilidade técnica e econômica dos equipamentos em uso; Definir níveis de acesso aos equipamentos, divididos em: Acesso Livre, Acesso Monitorado e Acesso Restrito.
- (Zimmermann, 2018)

Conforme o site oficial do FabLab (2023), há uma lista de equipamentos potencialmente integráveis em espaços *makers*.

Exatamente, a decisão de adquirir máquinas e equipamentos para um *makerspace* acadêmico deve ser precedida por uma análise criteriosa que abrange o domínio técnico da tecnologia em questão. É essencial compreender não apenas as especificações operacionais dos equipamentos, mas também os custos associados à sua manutenção e ao fornecimento de materiais consumíveis.

A aquisição bem planejada evita o investimento em tecnologias que requerem materiais especializados e dedicados, os quais podem ser onerosos ou dificultar a operacionalização do espaço devido à sua falta de versatilidade.

Assim, uma análise de custo-benefício abrangente deve ser realizada, contemplando não apenas o custo inicial de aquisição, mas também os custos operacionais, de manutenção e de material, alinhados com as competências técnicas disponíveis para operar os equipamentos de forma eficiente. Isso assegura que o *makerspace* possa atingir seus objetivos pedagógicos e profissionais de maneira sustentável.

Logo, a decisão de aquisição de máquinas e equipamentos deve antes de tudo abranger o domínio técnico da tecnologia envolvida, para operação e uma análise de custos: manutenção e de materiais. Deve-se evitar o uso de materiais dedicados à tecnologia.

O LAB foi inaugurado em 2017 com recursos limitados, inicialmente contando com três impressoras 3D FDM e ferramentas básicas de marcenaria. A Figura 2 ilustra as instalações iniciais.

Figura 2 - Instalações do LAB em 2017



Fonte: Arquivo do Laboratório Aberto de Brasília (2017).

Em 2019, a inauguração do novo edifício da Faculdade de Tecnologia da UnB permitiu a expansão do LAB. Além disso, a obtenção de recursos via projetos de pesquisa em 2020 possibilitou investimentos significativos em espaço e equipamentos. A Figura 3 mostra as instalações atualizadas.

Figura 3 - Instalações do LAB em 2023



Fonte: Arquivos do Laboratório Aberto de Brasília (2023).

Atualmente, o LAB está expandindo sua capacidade para a produção de placas de circuito impresso. Essa expansão alinha-se com o objetivo estratégico de reduzir a dependência tecnológica em relação à China.

3.5 Habilidades, competências e tecnologias

Uma tecnologia-chave no LAB é a Manufatura Aditiva, particularmente Impressoras 3D com tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeling*), utilizando materiais poliméricos.

O custo acessível de aquisição e manutenção dessas impressoras expande sua aplicação além da mera prototipagem rápida (Gonzales, 2016). Ford e Minshall (2018) destacam que a tecnologia de Impressoras 3D tem potencial para inovar práticas pedagógicas, integrando resolução de problemas práticos ao conteúdo teórico.

Com base no estudo de Simpson *et al.* (2017), são identificadas habilidades e competências associadas à tecnologia de manufatura aditiva, apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Conhecimentos e habilidades relacionados à manufatura aditiva

Tópicos	Demandas	Assuntos relacionados
Manufatura Aditiva	Os estudantes terem uma visão de todos os processos de MA e materiais relacionados, capacidade de selecionar o processo de MA pela variedade de aplicações.	Termos, processos e tecnologias. Considerar o modelo de negócio: cadeia de suprimentos, economia, análise do ciclo de vida e sustentabilidade. Projeto para manufatura aditiva. Tipos de materiais e processos de fabricação. Conhecimento sobre aplicações, sucesso e carreiras na área.
Fundamentos de Engenharia	Análises dos fundamentos da engenharia com ênfase na ciência e seleção de materiais (ser capaz de melhor compreensão de interações entre processo e material) nas tecnologias de manufatura (capaz de selecionar entre o processo de fabricação tradicional e a manufatura aditiva).	Ciências materiais, mecanismo computacional, metalurgia, seleção material, polímero, química. Tecnologias de manufatura: visão dos processos tradicionais (máquinas). Metrologia, controle de qualidade, testes e inspeção, verificação e validação. Modelagem de engenharia, análise e estatística. Pensamento sistêmico, mecatrônica, engenharia econômica, programação, biomédica e segurança.

Tópicos	Demandas	Assuntos relacionados
Habilidades profissionais	A necessidade de preparar os estudantes para resolver problemas e habilidades de pensamento crítico para melhor retirarem as vantagens da tecnologia de manufatura aditiva. Os participantes sugeriram incluir no currículo empreendedorismo e a transferência tecnológica.	Resolução de problemas e pensamento crítico. Formação de equipes e colaboração; Consciência cultural; Empreendedorismo, transferência de tecnologia; Atendimento ao cliente e marketing; Aprender a “falhar e seguir em frente”; Alcançar amplitude e profundidade; Engenheiro ou um inventor; Tomada de decisão; Habilidades de ensino; Comunicação; Adaptabilidade.
Projeto (Design)	Reconhecendo que a manufatura aditiva reduz as restrições de projeto que são tipicamente impostas pela manufatura convencional, vários participantes sugeriram a integração do projeto no currículo. Sugerindo a introdução de softwares de CAD, FEA, Organização topológica e o processo de projeto.	Software de CAX; Processo de projeto; Otimização topológica; Análise de elementos finitos; Desdobramento da Função Qualidade; Tolerância e dimensionamento geométrico; Engenharia reversa.
Habilidades criativas	Relacionado à formação em projeto/design, os participantes sugerem a oportunidade para incluir no currículo técnicas de criatividade e de design industrial.	Artes, Design Industrial, Ideação, Técnicas de Criatividade, <i>Design Thinking</i> .

Fonte: Adaptado de Simpson *et al.* (2017).

Com base nos dados coletados, estruturou-se uma pirâmide de atuação do LAB em quatro estratos distintos, levando em conta o grau de profundidade do conteúdo sobre Impressoras 3D (I3D), a metodologia de ensino empregada e o perfil do cliente. Essa estrutura é ilustrada na Figura 4.

Figura 4 - Conhecimentos e habilidades em impressão 3D no LAB



Fonte: Jorge *et al.* (2019).

No patamar inicial da pirâmide situam-se estudantes e docentes do ensino básico, bem como profissionais do mercado. Para esse grupo, a abordagem pedagógica consiste em oficinas sobre I3D, visando familiarizá-los com a tecnologia.

No segundo nível, encontram-se os alunos dos cursos de engenharia da Universidade de Brasília (UnB). A metodologia de ensino adotada é o PBL (*Problem-Based Learning*). A I3D serve como ferramenta para aplicar o conhecimento teórico em desafios práticos, permitindo aos alunos materializarem suas soluções. O Quadro 5 resume as atividades relacionadas à I3D nesse estrato.

No terceiro estrato (Figura 4), estão incluídos as equipes de competição, empresas juniores, projetos de iniciação científica/tecnológica e trabalhos de conclusão de curso. Nesse segmento, a cultura *maker* é a característica predominante. Os participantes necessitam de conhecimento em impressão 3D, processos de manufatura e design para manufatura aditiva (DfAM - *Design for Additive Manufacturing*).

É notável a forte interação entre esse nível e o quarto estrato, o que confere uma natureza mais multidisciplinar até mesmo aos projetos de iniciação científica. O Quadro 6 resume as atividades relacionadas à I3D neste patamar.

Quadro 5 - Atividades de I3D aplicadas nos cursos de engenharia

Conteúdo técnico ministrado	Conhecimento e habilidades desenvolvidas	Interno UnB
Processo de Manufatura Aditiva - I3D Projeto para Manufatura Aditiva (tipos de materiais e processos de fabricação) Resolução de problemas	Conhecimento sobre as aplicações da I3D Conhecimento sobre os processos da I3D Resolução de problemas Pensamento crítico Formação de equipes e colaboração	Disciplina de vibrações (Eng. Mecânica)
		Disciplina de engenharia de produto (Eng. Produção)
		Disciplina optativa tecnologias assistivas (Optativa)
		Disciplina de projeto integrador (Optativa)
		Disciplina de desenho mecânico assistido por computador (Engenharias)
		Disciplina de desenho industrial assistido por computador (Engenharias)

Fonte: Jorge *et al.* (2019).

Quadro 6 - Atividades de I3D desenvolvidas com as equipes de competição, empresas juniores, iniciação científica e projetos de final de curso

Conteúdo técnico ministrado	Habilidades desenvolvidas	Interno UnB
Processo de Manufatura Aditiva - I3D Projeto para Manufatura Aditiva (tipos de materiais e processos de fabricação)	Conhecimento sobre as aplicações da I3D Conhecimento sobre os processos da I3D Resolução de problemas	Empresas Juniores com protótipos na área de engenharia mecânica
		Equipes de competição nas áreas de automotiva, aeroespacial e robótica.
		Protótipos na área da saúde
		Protótipos na área de energia
		Protótipos na área de tecnologias assistivas

Fonte: Jorge *et al.* (2019).

No ápice da pirâmide (Figura 4), encontra-se a equipe do LAB, de natureza multidisciplinar e composta por alunos de diversos cursos de engenharia (mecânica, produção, mecatrônica, elétrica, automotiva, eletrônica) e design. O método de aprendizagem é uma fusão de metodologias ativas de ensino e PBL.

As demandas, oriundas tanto de projetos internos da UnB (pesquisa, trabalhos de conclusão, equipes de competição, entre outros) quanto externos (outras universidades, empresas, startups), exigem a participação de pelo menos dois alunos de cursos distintos.

Todas as solicitações são categorizadas como serviços do LAB e se dividem em três tipos:

- Projeto: a equipe do LAB elabora uma solução para um desafio real apresentado pelo cliente.
 - Modelagem: a equipe cria um modelo 3D para uma solução existente, podendo também realizar análise técnica da peça e fornecer o arquivo com ajustes e otimizações.
 - Impressão 3D: a equipe executa a impressão do modelo 3D fornecido pelo cliente, que pode ser tanto um protótipo quanto um produto final.
- (Zimmermann, 2018).

Além desses serviços, a equipe interna é responsável pela montagem e manutenção das impressoras 3D, bem como pela organização e execução de workshops e oficinas. O Quadro 7 resume as atividades relacionadas à I3D nesse nível.

Quadro 7 - Atividades de I3D desenvolvidas pela Equipe do LAB

Conteúdo étnico	Habilidades desenvolvidas	Interno UnB	Externo
Processo de Manufatura Aditiva - I3D	Resolução de problemas	Suporte às disciplinas para prototipagem em I3D	Serviços de prototipagem em I3D para terceiros
Aplicações I3D	Pensamento crítico		
Projeto para Manufatura Aditiva	Pensamento criativo	Workshops de I3D	Projetos, modelagem e I3D
(tipos de materiais e processos de fabricação)	Formação de equipes multidisciplinares	Oficinas de I3D	Workshops de I3D
Modelagem em softwares CAD e outros	Colaboração	Montagem de impressora 3D	Montagem de impressora 3D
Técnicas de criatividade	Responsabilidade	Manutenção de das impressoras 3D	Oficinas I3D
Manutenção de I3D	Pro-atividade	Realização de desafios de prototipagem	
	Curiosidade		
	Cumprimento dos procedimentos operacionais		
	Regras de convívio espaço compartilhado		
	Regras de segurança		
	Flexibilidade - atividades rotativas		

Fonte: Jorge *et al.* (2019).

Ademais, foi estabelecido um programa interno de mentoria visando orientar os estudantes em práticas e comportamentos apropriados. A equipe de mentores é diversificada, incluindo professores, profissionais do mercado e alunos de pós-graduação.

A Figura 5 ilustra a trajetória típica dos membros da equipe do Laboratório Aberto de Brasília. Em geral, a permanência de um integrante no laboratório é de cerca de dois anos, com a maioria dos alunos ingressando no penúltimo ano de graduação.

Figura 5 - Trajetória típica de um integrante do LAB



Fonte: Arquivo do Laboratório Aberto de Brasília (2023).

Os treinamentos internos abordam tópicos como: i) introdução ao LAB; ii) atendimento e apresentação do LAB ao cliente; iii) segurança e conduta no ambiente de trabalho; iv) processos de trabalho internos; v) modelagem 3D; vi) impressão 3D; vii) fundamentos de eletrônica; viii) manutenção de equipamentos; ix) scanner 3D; e x) modelagem e corte a laser.

No desenvolvimento de projetos, a abordagem é colaborativa. Um aluno é designado como líder, responsável não apenas pelo desenvolvimento do projeto, mas também pela alocação de tarefas aos membros da equipe e cumprimento de prazos. A complexidade do projeto influencia a escolha da liderança e da composição da equipe. Os alunos são incentivados a compartilhar experiências e buscar orientação de professores e profissionais do setor.

O LAB também adota o conceito de “gerações”. Semestralmente, uma nova seleção é realizada para integrar estudantes à equipe. Embora a preferência seja por alunos no penúltimo ano de graduação, estudantes a partir do quinto semestre com desempenho acima da média também são elegíveis. Nesses casos, atuam como voluntários com carga horária reduzida.

O termo “gerações” refere-se aos grupos de estudantes que ingressam no LAB em diferentes semestres. Esse modelo facilita a integração de novos membros, a transferência de conhecimento e a continuidade de projetos.

Considerações finais

O objetivo deste capítulo é explorar as características fundamentais para o planejamento, implementação e manutenção de um *makerspace* acadêmico. Embora não seja uma análise exaustiva do movimento maker em ambientes acadêmicos, este trabalho buscou fornecer orientações práticas que deverão considerar as especificidades de cada instituição de ensino.

O conceito de *makerspace* acadêmico se apresenta como um ambiente interdisciplinar que fomenta a troca de conhecimento e habilidades entre os participantes. Trata-se de um espaço projetado para encorajar a colaboração, inovação e prototipagem, fornecendo recursos como ferramentas de fabricação digital, materiais e orientação especializada.

Essa configuração incentiva um processo natural de aprendizagem social, no qual o conhecimento é construído coletivamente. Em particular, para alunos de graduação em campos da engenharia, um *makerspace* pode servir como um laboratório prático em que teorias de sistemas complexos, tecnologia e inovação podem ser aplicadas e testadas em um ambiente controlado.

O engajamento em um *makerspace* tem um impacto positivo na formação de futuros profissionais, especialmente aqueles destinados a atuar em setores que exigem muita inovação e resolução de problemas complexos.

Em suma, um *makerspace* acadêmico oferece uma estrutura propícia para aprendizagem colaborativa e inovação, constituindo-se como um recurso valioso para o desenvolvimento profissional e acadêmico.

No entanto, a implementação vai além da simples aquisição de máquinas, equipamentos e espaço físico. Outros fatores críticos a se considerar incluem: ambiente organizacional, localização, *stakeholders*, perfil de clientes, habilidades e competências necessárias, relações com a indústria, investimentos previstos, condições de

acesso, monitoramento de equipamentos, gerenciamento operacional e custos associados à operação.

Por fim, torna-se essencial mapear habilidades e competências nas esferas técnica, metodológica, social e pessoal. Isso visa oferecer aos discentes as oportunidades de desenvolvimento gradual e alinhado às demandas profissionais. A manufatura aditiva serve como um exemplo que potencializa o aprendizado nessas quatro dimensões. Contudo, é fundamental sublinhar a importância de um sistema de mentoria para direcionar o desenvolvimento dos alunos.

Referências

ANDERSON, Chris. **Makers: The new industrial revolution**. New York: Crown, 2012.

BALTHAZAR, José Carlos; SILVA, João Mello. **Aprendizagem Baseada em Projeto no Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília**. In: SECOND IBERO-AMERICAN SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION (PAEE'2010): CREATING MEANINGFUL LEARNING ENVIRONMENTS, 2010. Barcelona - Espanha.

CASCIO, Jamais. **Facing the age of chaos**. Medium, 29 abr. 2020. Disponível em: <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CHESBROUGH, Henry; BOGERS, Marcel. **Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation** (April 15, 2014). Henry Chesbrough, Wim Vanhaverbeke, and Joel West, eds. *New Frontiers in Open Innovation*. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming (p. 3-28). Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2427233>. Acesso em: 8 out. 2022.

CNPq. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/ciencia-sem-fronteiras/apresentacao-1>. Acesso em: 10 mar. 2023.

FABLABS. Disponível em: <https://www.fablabs.io/>. Acesso em: 5 jul. 2023.

FORD, Simon; MINISHALL, Tim. Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. **Additive Manufacturing**, v. 19 n. 1, p. 131-150, 2019.

HECKLAU, Fabian *et al.* Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.

HILTON, Ethan C. *et al.* **University makerspaces: more than just toys**. 2018. In: Proceedings of the ASME 2018 IDETC/CIE, Quebec City, QC, Canada, 26-29 August 2018. Disponível em: <https://asmedigitalcollection.asme.org/IDETC-CIE/proceedings-abstract/IDETC-CIE2018/51784/276013>. Acesso em: 5 jul. 2023.

ISRAEL, Paul. **Edison: a life of invention**. John Wiley, 1998.

JORGE, J. M.; FIRMINO, A. T.; SANTOS, A. C. Análise da Impressão 3D no Ensino de Engenharia: Um Estudo de Caso no Laboratório Aberto de Brasília, p. 946-956. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INOVAÇÃO E GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 12. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2019.

JORGE, Jéssica Mendes. **Planejamento sistemático de disciplinas com o uso de aprendizagem ativa para formação do engenheiro empreendedor**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Mecatrônicos, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

MACARAEG, Emmanuel Calvento *et al.* Establishment of an academic *makerspace* at the Bataan Peninsula Academic *Makerspace* at the Bataan Peninsula State University: Prospects and Challenges. **Advance Sustainable Design, Engineering and Technology (ASSET)**, v. 3, n. 2, october 2021.

MOREIRA, B. C. *et al.* Desenvolvimento Humano Empreendedor através da Educação Corporativa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 39., 3 a 6 outubro, 2011, Blumenau, SC, Brazil. **Proceedings COBENGE**. Blumenau, SC, Brazil, 2011.

NADELSON, Louis *et al.* Student perceptions of learning in *makerspaces* embedded in their undergraduate engineering preparation programs. In: ASEE VIRTUAL ANNUAL CONFERENCE, VIRTUAL CONFERENCE, 21-24 june 2020; p. 30699. 2020. **Proceedings [...]**. Disponível em: <https://peer.asee.org/student-perceptions-of-and-learning-in-maker-spaces-embedded-in-their-undergraduate-engineering-preparation-programs.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2023.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). **The future of education and skills**: Education 2030. Paris: OECD, 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/2030-project/>. Acesso em: 5 jul. 2023.

ROSA, Paulo Valente de Jesus; PEREIRA, Angela Martilho Guimaraes; FERRETI, Frederico. **Futures of Work**: Perspectives from the Maker Movement (Text No. JRC Technical Report). Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-89734-4, DOI: 10.2760/96812. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC110999>. Acesso em: 5 mar. 2023.

SAORÍN, José Luis *et al.* *Makerspace* teaching-learning environment to enhance creative competence in engineering students. **Thinking Skills and Creativity**, v. 33, p. 188-198, 2017.

SCHMIDT, Suntje; BRINKS, Verena. Open creative labs: Spatial settings at the intersection of communities and organizations. **Creativity and Innovation Management**, v. 26, n. 3, p. 291-299, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/caim.12220>. Acesso em: 5 mar. 2023.

SIMPSON, Timothy W.; WILLIAMS, Christopher. B.; HRIPKO, Michael. Preparing industry for additive manufacturing and its applications: summary & recommendations from a National Science Foundation workshop. **Additive Manufacture**, v. 13, p. 166-178, 2017.

TROXLER, Peter. Fab labs forked: a grassroots insurgency inside the next industrial revolution. **Journal of Peer Production**, Issue 5, p. 1-3, 2014.

VIANA, Dianne Magalhães *et al.* The project-based learning as tool for development of soft skills in engineering curricula. In: International Congress of Mechanical Engineering, 20., november 15-20, 2009, Gramado, RS, Brasil. **Proceedings of COBEM 2009**. Gramado, RS, Brasil.

WILCZYNSKI, Vicent; ZINTER III, Joseph; WILEN, Larry. **Teaching engineering design an academic makerspace**: Blending theory and practice to solve client-based problems. 2016. In: Proceedings of the.

WILCZYNSKI, Vincent. **Academic maker spaces and engineering design**. In: 2015 ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, p. 26-138. 2015.

ZIMMERMANN, A. C. **Proposição de ambiente de aprendizagem ativa**: Laboratório Aberto de Brasília. 2018. 155 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

USO DA TAXONOMIA DE BLOOM NO PROJETO DE UM CURRÍCULO BASEADO EM COMPETÊNCIAS

Ana Paula Siqueira Silva de Almeida¹

Danilo Henrique Spadoti²

Egon Luiz Müller Júnior³

Giscard Francimeire Cintra Veloso⁴

Rodrigo Maximiano Antunes de Almeida⁵

Introdução

Uma das atividades mais críticas, seja na construção de um currículo ou no planejamento de uma disciplina, é a definição de quais competências devem ser atendidas e em que ordem de prioridade. Essa definição continua impactando diretamente também no dia a dia do docente, balizando o que será ensinado em sala de aula e como avaliar se o aluno conseguiu atingir os objetivos. Assim, o professor deve fazer uma reflexão acerca do que se deseja ensinar, dentro do que é pedido para o nível do aluno, de acordo com as regras vigentes de educação, colocando objetivos de aprendizagem e, a partir disso, enumerando as formas de avaliação dessa aprendizagem (Paraná, 2014).

Nesse contexto, a Taxonomia Revisada de Bloom se apresenta como uma ótima ferramenta para auxiliar os docentes nesse processo, sendo aplicável desde o planejamento de uma aula (Almeida, 2022) até o desenvolvimento de todo o currículo de uma graduação (Unifei, 2023). Este último, será o tópico abordado neste capítulo.

¹ E-mail: apssalmeida@unifei.edu.br IES: IESTI - Unifei.

² E-mail: spadoti@unifei.edu.br IES: IESTI - Unifei.

³ E-mail: egon@unifei.edu.br IES: IESTI - Unifei.

⁴ E-mail: gveloso@unifei.edu.br IES: IESTI - Unifei.

⁵ E-mail: rodrigomax@unifei.edu.br IES: IESTI - Unifei.

1. Competências e objetivos educacionais

Um objetivo educacional pode ser definido como: “uma formulação explícita sobre as maneiras pelas quais se espera que os alunos sejam transformados durante o processo educativo” (Bloom, 1956, p. 26). Ralph Tyler descreve no livro *Princípios Básicos de Currículo e Ensino* sobre a importância dos objetivos educacionais, pois eles “tornam-se os critérios pelos quais são selecionados materiais, se esboça o conteúdo, se desenvolvem procedimentos de ensino e se preparam testes e exames” (Tyler, 1975, p. 3).

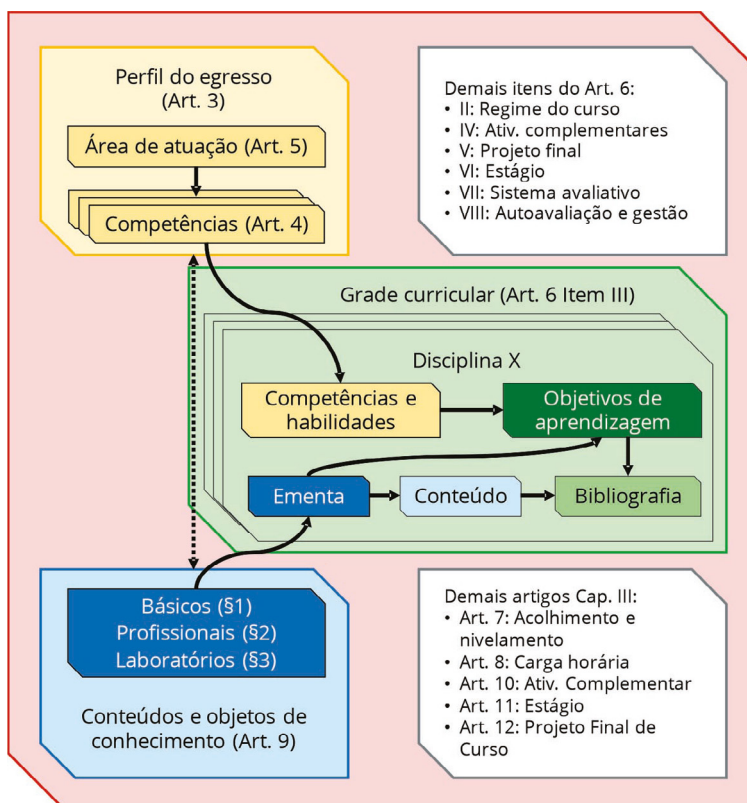
No Brasil, por exemplo, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) define as competências e habilidades para cada etapa da formação do aluno (Brasil, 2022).

No contexto das engenharias, em 2019, as Diretrizes Curriculares Nacionais - DCNs (Brasil, 2019), que regem essas graduações, foram modificadas visando à mudança de um paradigma de currículo baseado em conteúdo para um currículo baseado em competências. A Figura 1 apresenta de modo esquemático a organização dessa nova DCN.

Entretanto, tanto na BNCC quanto nas DCNs da Engenharia, as competências são definidas de modo abrangente, visando direcionar o processo de ensino, mas dando liberdade para um planejamento mais específico. Na maioria das vezes as competências são apresentadas para serem implementadas ao longo de todo o curso, não apenas em uma disciplina ou um único ano.

Por exemplo, a terceira habilidade da competência de língua portuguesa do 3º ao 5º ano na BNCC versa que o aluno deve: “(EF35LP03) Identificar a ideia central do texto, demonstrando compreensão global”. Não se espera que o aluno tenha pleno domínio do processo de inferência de um texto já no terceiro ano, mas que essa competência seja construída ao longo desses três anos. Essa flexibilidade permite que a escola decida como se organizar para acompanhar o desenvolvimento do aluno levando em conta as peculiaridades próprias de onde a escola está inserida.

Figura 1 - Análise da organização de um curso de graduação de engenharia segundo um modelo de competências, de acordo com os capítulos II e III das Diretrizes Curriculares Nacionais



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nas DCNs, por exemplo, são listadas oito competências gerais que “o curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação”. São elas:

1. Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto.
2. Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação.
3. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.
4. Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia.
5. Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica.

6. Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares.
7. Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão.
8. Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.

Do mesmo modo, as DCNs não definem em qual intensidade essas competências devem ser implementadas no currículo, apenas que elas são obrigatórias para qualquer área da engenharia.

Com relação às competências específicas, as DCNs deixam a cargo da instituição a sua definição “de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso”.

Nesse contexto, a Taxonomia Revisada de Bloom é uma ferramenta que pode auxiliar na organização, apresentação e comparação das diversas competências, ajudando dentro do processo de definição do currículo e das disciplinas.

2. A Taxonomia de Bloom

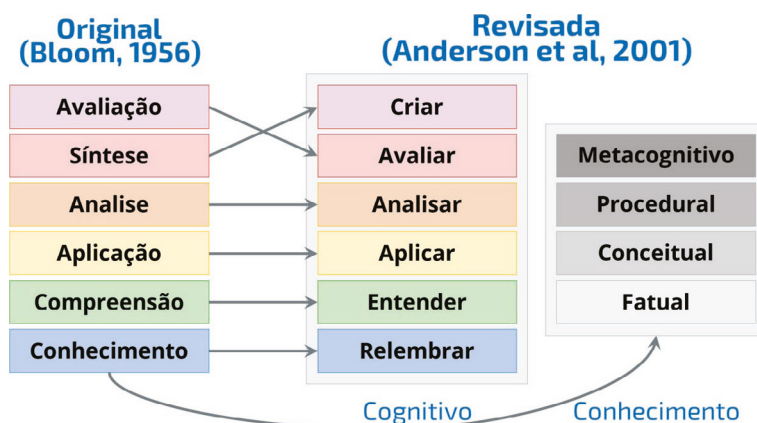
A taxonomia é apresentada formalmente por Benjamim Bloom em 1956 no livro *Taxonomy of educational objectives*. Nele, é citada a ideia de um sistema de classificação que nasceu em 1948 numa reunião informal de um grupo de avaliadores de faculdades americanas. O principal motivador foi a criação de uma estrutura que facilitasse a comunicação entre os avaliadores, a troca de materiais de avaliação e o estímulo à pesquisa sobre a relação da avaliação e do ensino (Bloom, 1956).

Para conseguir atingir esses requisitos, o grupo decidiu formatar essa estrutura como uma taxonomia, que permitisse a classificação de objetivos educacionais. Essa taxonomia foi concebida inicialmente para abranger as três principais áreas do desenvolvimento humano: cognitivo, afetivo e psicomotor (Bloom, 1956). No entanto, no seu primeiro livro ele se concentra apenas no cognitivo.

A primeira taxonomia surgiu então como uma classificação em seis níveis. No entanto, apresenta alguns problemas, quando analisada sob o ponto de vista formal da criação de uma taxonomia. O maior problema levantado está na falta de uma estrutura racional na definição das classes, principalmente por misturar dois conceitos diferentes (Morshead, 1965). Das seis categorias, cinco representam atividades (compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação), enquanto uma foca em conteúdos (conhecimento). Outra questão é uma discussão sobre a validade da hierarquia (Paul 1993), ou até mesmo se existe realmente a divisão entre as classes (Fadul, 2009).

Tendo em vista essas questões, alguns membros que participaram da definição original em conjunto com Benjamin Bloom resolveram revisitar o tema e apresentar uma revisão. Isso foi feito em 2001 e publicado como *A Taxonomia Revisada de Bloom* (Anderson *et al.*, 2001). A solução proposta foi separar a dimensão das atividades com a questão dos conteúdos. Na dimensão de conteúdos, todas as classificações se tornaram verbos e a antiga classificação de conhecimento passou a ter uma dimensão específica para si. Essas mudanças estão resumidas na Figura 2.

Figura 2 - Evolução da taxonomia de Bloom



Fonte: Elaborado pelos autores.

A taxonomia apresenta certa hierarquização dos conceitos, na qual as habilidades de menor exigência cognitiva são base para os níveis mais avançados, formando uma estrutura cumulativa (Krathwohl, 2002).

Trata-se de uma metodologia para especificar os resultados de aprendizagem esperados dos estudantes de acordo com os níveis de complexidade e de abstração estabelecidos. Devidamente aplicada, a Taxonomia Revisada de Bloom orienta o detalhamento das competências e habilidades esperadas dos estudantes, ou seja, em que profundidade se espera que elas devam ser aprendidas, auxiliando na escolha dos objetivos educacionais.

A primeira dimensão definida pela taxonomia é a questão cognitiva, ou seja, quais atividades esperamos desenvolver. A Tabela 1 apresenta essa classificação com as descrições adaptadas de Anderson *et al.* (2001).

Como se pode observar na Tabela 1, há uma hierarquia em termos de complexidade. Essa abordagem auxilia o professor a entender em qual nível uma determinada atividade se encontrará. Quando o professor pede para que o aluno explique um determinado assunto que ele acabou de contar, ele está requisitando atividades de nível “relembrar” e “entender”, em que o aluno deve recordar dos fatos e apresentá-los.

Tabela 1 - A dimensão de processos cognitivos

1 Relembrar	2 Entender	3 Aplicar	4 Analisar	5 Avaliar	6 Criar
------------------------------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------------

Fonte: Iowa, s.d.

Já o conteúdo em si, ou seja, o “o quê”, foi deslocado para uma segunda classificação. Essa classificação, apresentada na Tabela 2, mostra quais seriam as possíveis profundidades para cada tipo de conhecimento requisitado pelo professor.

Tabela 2 - A dimensão de conhecimento

A. Fatual	B. Conceitual	C. Procedural	D. Metacognitivo
----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

Fonte: Iowa, s.d.

Por fim, a estrutura da Taxonomia Revisada de Bloom pode ser representada numa tabela de duas dimensões chamada comumente de Tabela de Taxonomia, apresentada aqui na Tabela 3. As linhas e colunas estabelecem categorias cuidadosamente delineadas para classificar em um *continuum* o conteúdo (conhecimento) e o processo cognitivo relacionado ao objetivo educacional. As células da tabela correspondem à intersecção das dimensões de conhecimento e processo cognitivo, ou seja, qualquer objetivo educacional deve ser enunciado de forma que contemple o conhecimento a ser adquirido pelo estudante, bem como o que se espera que ele seja capaz de fazer (processo cognitivo) com esse conhecimento.

Uma primeira questão que deve ser levantada é sobre a validade da separação das atividades e competências nas diferentes classes da taxonomia. Vários autores

criticam essa possibilidade de segmentar o processo cognitivo do ser humano em categorias. Um dos principais argumentos é que o processo mental envolve, de certo modo, várias atividades simultaneamente. Portanto, todas as atividades estariam correlacionadas em um sistema de comportamento complexo (Pessoa, 2021).

Por outro lado, mesmo que a classificação seja imprecisa, pode-se modelar adequadamente uma série de processos (Krathwohl, 2002). Seria como argumentar que as leis de Newton estão erradas, pois não consideram o impacto da teoria da relatividade nem a variação no espaço tempo. Mesmo sendo verdadeira essa afirmação, os resultados do modelo proposto por Newton continuam úteis quando usados em situações em que as velocidades são baixas (quando comparadas com a velocidade da luz).

Essa introdução é importante para que se esteja ciente de que a proposta de classificação, como qualquer outra proposta que venha a ser criada, possui falhas inerentes, pois é impossível separar em classes algo que seja contínuo e interligado tão intrinsecamente. No entanto, para os objetivos de: 1) organizar as atividades de modo abrangente; 2) comunicar de modo simples os objetivos de uma determinada atividade; ou até mesmo 3) auxiliar no desenvolvimento de atividades para avaliação, uma classificação comum é extremamente importante (Krathwohl, 2002)

Tabela 3 - Tabela com as junções dos níveis da taxonomia revisada de Bloom

		Dimensão do conhecimento			
		A) <i>Fatual</i>	B) <i>Conceitual</i>	C) <i>Procedural</i>	D) <i>Metacognitivo</i>
Dimensão do processo cognitivo	1) Relembrar	Relembrar + <i>Fatual</i>	Relembrar + <i>Conceitual</i>	Relembrar + <i>Procedural</i>	Relembrar + <i>Metacognitivo</i>
	2) Entender	Entender + <i>Fatual</i>	Entender + <i>Conceitual</i>	Entender + <i>Procedural</i>	Entender + <i>Metacognitivo</i>
	3) Aplicar	Aplicar + <i>Fatual</i>	Aplicar + <i>Conceitual</i>	Aplicar + <i>Procedural</i>	Aplicar + <i>Metacognitivo</i>
	4) Analisar	Analisar + <i>Fatual</i>	Analisar + <i>Conceitual</i>	Analisar + <i>Procedural</i>	Analisar + <i>Metacognitivo</i>
	5) Avaliar	Avaliar + <i>Fatual</i>	Avaliar + <i>Conceitual</i>	Avaliar + <i>Procedural</i>	Avaliar + <i>Metacognitivo</i>
	6) Criar	Criar + <i>Fatual</i>	Criar + <i>Conceitual</i>	Criar + <i>Procedural</i>	Criar + <i>Metacognitivo</i>

Fonte: Iowa, s.d.

2.1 Objetivo de aprendizagem

A proposta de classificação dos objetivos educacionais parte do entendimento do que seria um objetivo de aprendizagem. Em geral, indicamos uma competência por meio de uma frase composta de um sujeito, um verbo e um predicado. O sujeito é em geral o aluno; o verbo é um indicativo daquilo que se espera que ela faça, e o objeto é o conhecimento que queremos que ele venha a ter. Retomando o exemplo da BNCC:

(EF35LP03) Identificar a ideia central do texto, demonstrando compreensão global (Brasil, 2022).

O sujeito, “**o aluno**”, está implícito no texto. O verbo é “**identificar**”, e o objeto “**a ideia central do texto**”. Conseguimos perceber que esperamos do sujeito (aluno) uma atividade cognitiva (identificar) sobre um determinado objeto (ideia central do texto).

É possível que, após atingir o nível especificado nesse objetivo, o aluno prossiga em seu processo de aprendizado de duas maneiras distintas: 1) realizando atividades cada vez mais complexas, mas mantendo o mesmo objeto (**avaliar a ideia central do texto, julgar a ideia central do texto, etc.**); ou 2) realizando a mesma atividade, mas agora com objetos cada vez mais complexos (**identificar as ideias centrais de cada parágrafo, identificar a relação entre as diferentes ideias, etc.**).

Podemos então constatar que os objetivos naturalmente se dividem nesses dois grupos: as atividades e os objetos. Na taxonomia eles são definidos por duas dimensões: a cognitiva (atividade) e a do conhecimento (objeto).

2.2 A dimensão Cognitiva

A primeira dimensão definida pela taxonomia é a questão cognitiva, ou seja, quais atividades esperamos desenvolver. A Tabela 4 apresenta essa classificação com as descrições adaptadas de Anderson *et al.* (2001).

Cada um dos seis níveis é identificado por sua atividade cognitiva (verbo) mais característica: Lembrar, Entender, Aplicar, Analisar, Avaliar e Criar. Dentro de cada um dos níveis são elencados mais verbos, que servem tanto para auxiliar a explicação do que se espera de um aluno naquele nível quanto para permitir uma melhor descrição do objetivo.

Tabela 4 - A dimensão de processos cognitivos

Processos cognitivos mais simples → Processos cognitivos mais complexos					
1 Relembra	2 Entender	3 Aplicar	4 Analisar	5 Avaliar	6 Criar
1.1 Reconhecer (identificar); 1.2 Recordar (recuperar).	2.1 Interpretar (esclarecer, parafrasear, representar, traduzir); 2.2 Exemplificar (ilustrar, instanciar); 2.3 Classificar (categorizar, subordinar); 2.4 Resumir (abstrair, generalizar); 2.5 Inferir (concluir, extrapolar, interpolar, prever); 2.6 Comparar (contrastar, mapear, corresponder); 2.7 Explicar (construir modelos).	3.1 Executar (cumprir); 3.2 Implementar (usar).	4.1 Diferenciar (discriminar, distinguir, focalizar, selecionar); 4.2 Organizar (encontrar coerência, integrar, delinear, analisar, estruturar); 4.3 Atribuir (desconstruir).	5.1 Verificar (coordenar, detectar, monitorar, testar); 5.2 Criticar (julgar).	6.1 Gerar (criar hipóteses); 6.2 Planejar (projetar); 6.3 Produzir (construir).

Fonte: Anderson *et al.*, 2001.

Por exemplo, na primeira classificação (**1 - Relembrar**), temos dois subníveis: Reconhecer e Recordar. Essas duas atividades apresentam níveis similares de atividade cognitiva, mas a primeira preconiza a habilidade de, observando algo, perceber o que é aquilo. Já a segunda visa, mesmo na ausência de qualquer informação, trazer novamente à mente um determinado conteúdo.

A segunda classificação é a que mais tem subitens. Isso é de certo modo proposital, pois a atividade (**2 - Entender**) pode ter significados bastante abrangentes ou até mesmo diferentes dependendo das áreas do conhecimento em que se está analisando.

A terceira classificação (**3 - Aplicar**) é onde o aluno começa a fazer algo com aquilo que ele memorizou e entendeu.

Apesar de aparentemente iguais, a quarta e quinta classificações possuem uma distinção muito importante: a quinta requer que, além da análise de cada um dos itens que compõem o objeto de estudo, o aluno também consiga emitir um julgamento de valor. Para isso ele precisa não somente analisar o que está estudando (**4 - Analisar**), mas também comparar aquilo com outros padrões e exemplos que ele conhece e, através dessa comparação, consiga ponderar sobre o valor do que ele está vendo (**5 - Avaliar**).

Por fim, na sexta camada (**6 - Criar**), espera-se que o aluno consiga desenvolver algo novo. Lembrando que é necessário que ele crie algo novo para ele, não novo em sentido geral. O aluno que, pela primeira vez, entende que a mistura de duas cores gera uma terceira e então planeja misturar duas novas tintas para obter um novo tom para seu desenho, está exercitando uma atividade cognitiva de criação. Deve-se estar atento à intenção da atividade. Outro aluno poderá fazer a mesma mistura, mas com o objetivo de experimentar e ver o que acontece. Não haveria aí um ato deliberado e planejado para uma finalidade específica.

Na Tabela 5 são apresentadas as seis categorias com as suas subcategorias e todos os sinônimos (verbos alternativos) que podem ser compreendidos dentro de cada contexto. Também são apresentados uma definição e exemplos para cada item.

Tabela 5 - Processos Cognitivos

Atividade cognitiva (sinônimos)	Definições e Exemplos
1 Lembrar	Recuperar conhecimento relevante da memória de longo prazo
1.1 Reconhecer (identificar);	Localizar conhecimento na memória de longo prazo que é consistente com o material apresentado (ex: Reconhecer as datas de eventos importantes na história do Brasil)
1.2 Recordar (recuperar).	Recuperar conhecimento relevante da memória de longo prazo (ex: Lembre-se das datas de eventos importantes na história do Brasil)
2 Entender	Construir significado de mensagens instrucionais, incluindo comunicações oral, escrita e gráfica
2.1 Interpretar (esclarecer, parafrasear, representar, traduzir);	Mudança de uma forma de representação (ex: numérica) para outro (ex: verbal) (ex: Parafrasear discursos e documentos importantes)
2.2 Exemplificar (ilustrar, instanciar);	Encontrar um exemplo específico ou ilustração de um conceito ou princípio (ex: Dar exemplos de vários estilos de pintura artística)
2.3 Classificar (categorizar, subordinar);	Determinar que algo pertence a uma categoria (ex: Classificar casos observados ou descritos de transtornos mentais)
2.4 Resumir (abstrair, generalizar);	Abstrair um tema geral ou pontos principais (ex: Escreva um breve resumo do evento retratado em um vídeo)
2.5 Inferir (concluir, extrapolar, interpolar, prever);	Tirar uma conclusão lógica das informações apresentadas (ex: Ao aprender uma língua estrangeira, inferir princípios gramaticais a partir de exemplos)
2.6 Comparar (contrastar, mapear, corresponder);	Detectar correspondências entre duas ideias, objetos ou outras coisas (ex: comparar eventos históricos com eventos contemporâneos situações)
2.7 Explicar (construir modelos).	Construir um modelo de causa e efeito de um sistema (ex: explicar as causas de eventos importantes do século XVIII na França)
3 Aplicar	Executar ou usar um procedimento em uma determinada situação
3.1 Executar (cumprir);	Aplicar um procedimento a uma tarefa familiar (ex: dividir um número inteiro por outro número inteiro, ambos com vários dígitos)
3.2 Implementar (usar).	Aplicar um procedimento a uma tarefa desconhecida (ex: usar a Segunda Lei de Newton em situações em que é apropriado)

Atividade cognitiva (sinônimos)	Definições e Exemplos
4 Analisar	Dividir o material em suas partes constituintes e determinar como as partes se relacionam entre si e como se relacionam à uma estrutura geral
4.1 Diferenciar (discriminar, distinguir, focalizar, selecionar);	Distinguir partes relevantes de irrelevantes ou partes importantes de sem importância do material apresentado (ex: Distinguir entre números relevantes e irrelevantes em um problema de matemática escrito em texto)
4.2 Organizar (encontrar coerência, integrar, delinear, analisar, estruturar);	Determinar como os elementos se encaixam ou funcionam dentro de uma estrutura (ex: Organizar fatos históricos citados num texto entre importantes e não importantes para um determinado evento descrito)
4.3 Atribuir (desconstruir).	Determine um ponto de vista, viés, valores ou intenção subjacente ao material apresentado (ex: Determine o ponto de visão do autor do texto em termos de sua perspectiva histórica)
5 Avaliar	Fazer julgamentos com base em critérios e padrões
5.1 Verificar (coordenar, detectar, monitorar, testar);	Detectar inconsistências ou falácias dentro de um processo ou produto; determinar se um processo ou produto tem consistência interna; detectar a eficácia de um procedimento à medida que está sendo implementado (ex: Determinar se as conclusões de um cientista decorrem de dados observados)
5.2 Criticar (julgar).	Detectar inconsistências entre um produto e critérios externos, determinando se um produto tem consistência externa; detectar a adequação de um procedimento para um determinado problema (ex: Julgar qual dos dois métodos é a melhor maneira de resolver um determinado problema)
6 Criar	Juntar elementos para formar um todo coerente ou funcional; reorganizar elementos em um novo padrão ou estrutura
6.1 Gerar (criar hipóteses);	Apresentar hipóteses alternativas com base em critérios (ex: Gerar hipóteses para explicar um fenômeno observado)
6.2 Planejar (projetar);	Conceber um procedimento para realizar alguma tarefa (ex: Planejar um trabalho de pesquisa sobre um determinado tópico histórico)
6.3 Produzir (construir).	Inventar um produto (ex: Construir casas com um determinado propósito)

Fonte: Anderson *et al.*, 2001.

2.3 A dimensão do Conhecimento

A segunda parte do objetivo é a definição do sobre “o quê” o aluno irá executar com aquela atividade. Essa classificação é apresentada na Tabela 6 com quatro níveis.

Tabela 6 - A dimensão de conhecimento

Conhecimento concreto → Conhecimento abstrato			
A. Fatural	B. Conceitual	C. Procedural	D. Metacognitivo
A.A Conhecimento de terminologia; A.B Conhecimento de detalhes e elementos específicos.	B.A Conhecimento de classificações e categorias; B.B Conhecimento de princípios e generalizações; B.C Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.	C.A Conhecimento de habilidades e algoritmos específicos de cada assunto; C.B Conhecimento de técnicas e métodos específicos; C.C Conhecimento de critérios para determinar quando usar procedimentos apropriados.	D.A Conhecimento estratégico; D.B Conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluindo conhecimento contextual e condicional apropriado; D.C Autoconhecimento.

Fonte: Anderson *et al.*, 2001.

O primeiro nível (**A - Fatural**) é o mais básico e envolve o conhecimento de informações em geral. É quando se opera com fatos estabelecidos, por exemplo: 1) os nomes das cores; 2) as classes gramaticais; 3) a representação matemática das quantidades. É o tipo de conhecimento que o aluno tem que adquirir antes que possamos explicar as relações ou regras das coisas.

Essas relações ou regras são enquadradas no segundo nível (**B - Conceitual**). Podemos, então: 1) de posse do nome das cores, explicar o que são cores secundárias e qual a regra de criação delas; 2) conhecendo as classes gramaticais, apresentar quais palavras podem ser utilizadas em quais situações ou como alguns tipos de palavra (adjetivos) podem modificar o sentido de outras (substantivos); 3) de posse do conceito de números, desenvolver o conceito de adição e subtração como operações matemáticas, não somente como movimentação de elementos (colocar/remover).

No terceiro nível (**C - Procedural**), entramos nas especificidades daquilo que foi apresentado no segundo nível. Utilizando os mesmos exemplos, nesse nível veremos que 1) além de saber o que é e como são obtidas as cores, o aluno aprenda que existem diferentes tipos de tintas e diferentes modos de misturá-las para obter o mesmo resultado; 2) que, além dos adjetivos, podemos utilizar orações subordinadas adjetivas com o mesmo objetivo; 3) existem diferentes métodos de se resolver uma equação, alguns mais úteis em determinadas situações. No terceiro nível, então, espera-se que o aluno comece a conhecer os detalhes do conteúdo, suas vantagens em situações específicas e problemas inerentes daquele objeto.

Por fim, o quarto nível (**4 - Metacognitivo**) muda um pouco a lógica utilizada até esse momento. Em vez de aprofundar mais nas especificidades do conteúdo, espera-se que o aluno consiga refletir sobre o que ele sabe e passe a ter uma noção explícita do que ele conhece, como ele conhece e até mesmo por que ele conhece um determinado assunto. É o nível de conhecimento que se espera para que o aluno consiga fazer uma correta autoavaliação. É o tipo de conhecimento que nós mesmos usamos quando pensamos no aluno e tentamos analisar que ferramenta/método/atividade se encaixa melhor, considerando as suas habilidades atuais. É por isso que os autores incluíram o termo meta como prefixo: é um pensar sobre como se pensa, é o conhecimento que se tem sobre o próprio conhecimento.

A Tabela 7 apresenta os tipos e subtipos de conhecimento com a descrição e exemplos de cada um deles.

Tabela 7 - As classificações do conhecimento

Principais tipos e subtipos	Descrição/Exemplos
A. Fatural	Os elementos básicos que os alunos devem conhecer para se familiarizar com uma disciplina ou resolver problemas dela
A.A Conhecimento de terminologia;	Vocabulário técnico; símbolos musicais
A.B Conhecimento de detalhes e elementos específicos.	Principais recursos naturais; fontes confiáveis de informação
B. Conceitual	As inter-relações entre os elementos básicos dentro de uma estrutura que lhes permite funcionar em conjunto
B.A Conhecimento de classificações e categorias;	Períodos de tempo geológicos; formas de propriedade empresarial

B.B Conhecimento de princípios e generalizações;	Teorema de Pitágoras; lei da oferta e da procura
B.C Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.	Teoria da evolução; estrutura do Congresso Nacional
C. Procedural	Como fazer algo, métodos de investigação e critérios para usar habilidades, algoritmos e técnicas
C.A Conhecimento de habilidades e algoritmos específicos de cada assunto;	Habilidades usadas na pintura com aquarelas; algoritmos de divisão de números inteiros
C.B Conhecimento de técnicas e métodos específicos;	Técnicas de entrevista; método científico
C.C Conhecimento de critérios para determinar quando usar procedimentos apropriados.	Critérios usados para determinar quando aplicar um procedimento envolvendo a segunda lei de Newton; critérios usados para julgar a viabilidade de usar um determinado método para estimar o custo do negócio
D. Metacognitivo	Conhecimento de cognição em geral; bem como consciência e conhecimento da própria cognição
D.A Conhecimento estratégico;	Conhecimento do uso de um esboço como meio de capturar a estrutura de um capítulo de um livro; conhecimento do uso de heurísticas
D.B Conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluindo conhecimento contextual e condicional apropriado;	Conhecimento dos tipos de testes que determinados professores administram; conhecimento das demandas cognitivas de diferentes tarefas
D.C Autoconhecimento.	Conhecimento de que você, pessoalmente, tem dificuldade em avaliar textos, enquanto você tem, pessoalmente, facilidade de escrever textos; consciência do próprio nível de conhecimento

Fonte: Anderson *et al.*, 2001

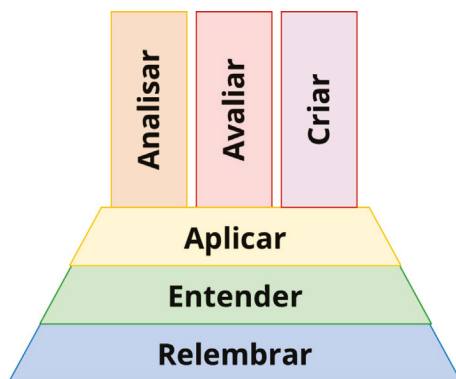
Ainda sobre a organização da taxonomia revisada de Bloom segundo seus autores:

A taxonomia revisada é hierárquica no sentido de que se presume que as seis principais categorias da dimensão do processo cognitivo estão ordenadas em termos crescentes de complexidade. (...) Pesquisas posteriores apresentaram evidência para uma hierarquia cumulativa apenas para as três categorias intermediárias [da taxonomia original]: Compreensão, Aplicação e Análise, mas não para as últimas duas. (...) Esta evidência suporta a ordem hierárquica para, pelo menos, as três atividades menos complexas (Anderson *et al.*, 2001).

Conforme a apresentação dos próprios autores, apenas as três primeiras classificações (Relembrar, Entender e Aplicar) atendem ao requisito de serem cumulativamente hierárquicas. Desse modo, para que o aluno possa entender, ele deve ser primeiro capaz de lembrar dos conceitos e conteúdos. Para poder fazer algo (aplicar), ele tem que ser capaz de entender o que aquela atividade preconiza.

Por outro lado, as últimas três (Analisar, Avaliar e Criar), apesar de serem cognitivamente superiores, não possuem um caráter hierárquico. É possível trabalhar com qualquer uma delas a partir do momento que o aluno já passou pelas três primeiras. Uma visualização gráfica dessa abordagem está na Figura 3.

Figura 3 - Hierarquia dos processos cognitivos

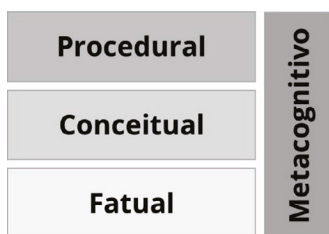


Fonte: Elaborado pelos autores.

Na dimensão cognitiva também não podemos tomar o processo como inteiramente sequencial. Na verdade, o conhecimento metacognitivo permeia todos os modos de conhecimento, os demais podem ser apresentados de modo hierárquico. Não é possível conhecer as especificidades de um determinado procedimento (C. Procedural) sem conhecer os modelos que compõem o método (B. Conceitual), que por sua vez demandam o conhecimento dos fatos e terminologias da área (A. Factual). Essa linha de pensamento está na Figura 4.

Mesmo com essas ressalvas, em geral, podemos entender as classificações como hierárquicas, principalmente nas atividades iniciais. Essa hierarquia simplifica o processo de organização e segmentação dos objetivos de aprendizagem, quando formos planejar as atividades.

Figura 4 - Hierarquia da dimensão dos conhecimentos



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.4 A tabela da taxonomia revisada

Os dois domínios podem ser organizados em dois eixos numa tabela, de forma que cada célula (o encontro de uma linha e uma coluna) nos permite formular as competências de modo mais organizado.

Resgatando o exemplo da BNCC:

(EF35LP03) Identificar a ideia central do texto, demonstrando compreensão global (Brasil, 2022).

Depreende-se da análise dessa competência: a oração principal (e consequentemente o objetivo principal desse item) é “**Identificar a ideia central do texto**”. Analisando o verbo identificar: na tabela de cognição ele é uma competência de primeiro nível (1.1 Reconhecer [identificar]).

Quanto ao objeto “**a ideia central do texto**”, podemos classificá-la como nível **B** - Conceitual, cuja descrição na Tabela 4 é dada por “As inter-relações entre os elementos básicos dentro de uma estrutura que lhes permite funcionar em conjunto”.

Desse modo, podemos definir a competência EF35LP03 como sendo de nível **1B**. No entanto, essa definição, para algumas competências, pode não ser tão simples de ser especificada, podendo duas pessoas terem interpretações distintas. Essa aparente subjetividade está atrelada a dois fatores principais: 1) à não linearidade na hierarquia da taxonomia; e 2) às diferenças semânticas dos termos.

Para reduzir esse problema, uma boa abordagem é entender o verbo com seu significado mais simples. Caso queiramos ser mais específicos, podemos fazer uso de complementos no texto da competência.

Retomando a questão hierárquica, devemos perceber que, quando se define uma atividade de nível mais alto, subentende-se que as competências de nível mais baixo já foram aprendidas ou serão apresentadas em conjunto. Por exemplo, a EF02MA09 da BNCC:

(EF02MA09) Construir sequências de números naturais em ordem crescente ou decrescente a partir de um número qualquer, utilizando uma regularidade estabelecida (Brasil, 2022, p. 283).

Nela, pede-se que o aluno execute atividades do nível **6 - Criar** com um nível de conhecimento apenas de **A - Fatos** (números naturais). Essa atividade, no entanto, exige que ele tenha as competências anteriores como “Reconhecer um número natural” (**1 - Lembrar**), “Entender os conceitos de crescente e adição” (**2 - Entender**) e “Aplicar os conceitos de número, crescente e adição na construção de uma sequência” (**3 - Aplicar**). Se houver qualquer falha na formação do aluno nessas competências iniciais, ele terá muita dificuldade em operar nas camadas mais altas.

Podemos, por fim, colocar as competências na tabela, conseguindo visualizar melhor a demanda que estamos colocando nos objetivos de aprendizado. A Tabela 8 apresenta um exemplo para cada possibilidade da tabela da taxonomia revisada de Bloom. Ela nos permite visualizar como seriam exemplos de competências para cada um dos itens.

É interessante notar que a dificuldade/complexidade de uma determinada atividade pode aumentar tanto na dimensão do conhecimento quanto na dimensão da cognição. Existem atividades muito complexas, que são realizadas utilizando apenas fatos (**5A Cheque por consistência entre várias fontes**) ou atividades simples que exigem um alto nível de conhecimento (**1D Identifique estratégias para reter informações**). Em ambos os casos, um problema na execução por parte do aluno pode ser resultado de um desenvolvimento inadequado das atividades cognitivas ou dos conhecimentos anteriores.

3. Um PPC baseado em competências

Em geral, as competências que se deseja que o aluno atinja ao fim de um determinado curso ou disciplina podem ser escritas em formato de um objetivo de aprendizagem. Segundo Silva (2016, p.14):

Os objetivos de aprendizagem são declarações claras e válidas do que os professores pretendem que os seus alunos aprendam e sejam capazes de fazer no final de uma sequência de aprendizagem. Têm claramente a função de orientação do ensino, da aprendizagem e da avaliação.

Em outras palavras, os objetivos de aprendizagem são o guia que auxilia no direcionamento de todos os esforços a serem empregados nas atividades de ensino e aprendizagem.

Tabela 8 - Exemplos de objetivos de aprendizagem em cada nível da taxonomia

		Dimensão do conhecimento			
		A) Factual	B) Conceitual	C) Procedural	D) Metacognitivo
Dimensão cognitiva	6) Criar	Gere uma lista das atividades diárias	Monte uma equipe de especialistas	Projete um fluxo de trabalho eficiente	Crie um portfólio de aprendizado
	5) Avaliar	Cheque por consistência entre várias fontes	Determine a relevância dos resultados	Julgue a eficiência das técnicas de amostragem	Refleta sobre o progresso de alguém
	4) Analisar	Selecione a lista mais completa de atividades	Diferencie alta e baixa cultura	Integre a conformidade com os regulamentos	Desconstrua os vieses de alguém
	3) Aplicar	Responda às perguntas frequentes	Preste conselhos aos iniciantes	Realize testes de pH de amostras de água	Use técnicas que correspondam aos seus pontos fortes
	2) Entender	Resuma os recursos de um novo produto	Classifique os adesivos por toxicidade	Esclareça as instruções de montagem	Preveja a resposta de alguém ao choque cultural
	1) Relembrar	Liste cores primárias e secundárias	Reconheça sintomas de exaustão	Lembre-se de como realizar uma ressuscitação cardiopulmonar	Identifique estratégias para reter informações

Fonte: Iowa (2015).

Dada sua importância, o próximo passo é investigar sobre como defini-los. Tyler (1975) apresenta uma linha de raciocínio interessante sobre essa questão:

Esses objetivos educacionais tornam-se os critérios pelos quais são selecionados materiais, se esboça o conteúdo, se desenvolvem procedimentos de ensino e se preparam testes e exames. Todos os aspectos do programa educacional são, em realidade, meios de realizar objetivos educacionais básicos. Por isso, a fim de se estudar a maneira sistemática e inteligente de um programa educacional, **devemos começar por determinar exatamente quais são os objetivos educacionais** colimados.

Mas como se determinam esses objetivos? Uma vez que eles não são metas conscientemente buscadas, isto é, finalidades desejadas pelo *staff* da escola, não se tratará simplesmente de questões de preferência pessoal de indivíduos ou grupos? Haverá lugar para um ataque sistemático ao problema 'que objetivos buscar'?

É inegável que, em última análise, **os objetivos são uma questão de escolha** e, em consequência, devem ser considerados como juízos de valor das **pessoas responsáveis pela escola**. Uma filosofia global da educação é necessária para orientar-nos na formação desses juízos (Tyler, 1975, p. 3-4, grifos nossos).

Como podemos constatar, a discussão nesse ponto é bastante ampla e deve ser desenvolvida no âmbito da escola, considerando as questões pertinentes ao contexto local. É por esse motivo que as DCNs se limitam a trazer apenas as oito competências gerais, deixando a cargo das instituições as competências específicas. Cabe ao núcleo docente estruturante (NDE) essa discussão, que pode ser feita em cinco passos: 1) definição do perfil do egresso; 2) elencar competências demandadas para um determinado curso; 3) subdividir as competências em habilidades; 4) delinear os conteúdos necessários e estruturar o projeto pedagógico do curso (PPC). A taxonomia revisada de Bloom é utilizada a partir da terceira etapa, em que ajuda a reduzir a subjetividade inerente ao processo.

O resultado de cada etapa é usado como entrada da próxima etapa. É importante frisar que esse não é um processo estritamente linear, em vários momentos é possível, ou até mesmo necessário, retornar alguns passos e adequar as considerações feitas anteriormente.

Nos tópicos a seguir são apresentadas as etapas com alguns exemplos de como conduzir esse processo.

É importante frisar que em todas as deliberações deve-se considerar o tempo de resposta de mudanças na grade. Em geral, as alterações inseridas só geram impacto em cinco anos, sendo necessário levar sempre em conta essa questão temporal.

3.1 Definição do perfil do egresso

O primeiro passo na formulação do PPC é a definição do perfil do egresso. A princípio as próprias DCNs apresentam três perfis gerais em seu artigo 5º, que chama de área de atuação: o primeiro, mais voltado para a área de desenvolvimento, o segundo, para gestão e um terceiro, mais acadêmico. Fica a cargo da instituição a definição de um ou mais perfis. Sugere-se que, caso seja adotado mais de um perfil, que se defina uma prioridade entre eles para facilitar as discussões posteriores.

3.2 Definição das competências

Para melhor especificar o perfil do egresso desejado, foram estabelecidas as competências que se espera que o discente desenvolva durante sua graduação. Elas se diferenciam das habilidades em seu escopo e abrangência. A competência, no contexto deste capítulo, é formada por um conjunto de habilidades. Pode-se entender uma competência técnica como uma grande área de formação ou uma posição de trabalho, a qual o egresso poderá assumir. As DCNs já apresentam as oito gerais, sete das quais são mais comportamentais e uma apenas com um foco mais técnico. Conforme já mencionado, fica a cargo da instituição definir as competências específicas.

Nessa etapa é indicado realizar pesquisa com egressos, representantes de empresas, professores e pesquisadores para entender as demandas, necessidades e rumos da tecnologia, de modo a conseguir estipular as competências específicas.

Como exemplo, no curso de Engenharia Eletrônica da Universidade Federal de Itajubá, os autores definiram quatro competências técnicas, além das oito já exigidas pelas DCNs: desenvolvimento de hardware, programação de dispositivos, instrumentação e conectividade.

3.3 Definição das habilidades

Cada uma das competências técnicas foi subdividida em habilidades. Essa divisão segue aproximadamente as áreas de conhecimento de cada competência. É importante que a divisão seja realizada considerando, primeiramente, o perfil do egresso e, em seguida, as áreas de conhecimento dos profissionais da instituição.

Cada habilidade contribui de modo particular e com diferente intensidade para a formação do perfil do egresso. O modo escolhido de apresentar essas diferenças foi por meio da TRB, permitindo ao NDE definir de modo mais objetivo os requisitos, expectativas e contribuições de cada habilidade para o perfil do egresso. Com

essa abordagem é possível perceber a demanda que cada competência exigirá dentro do curso, tanto em horas-aula quanto em tipos de atividade.

Isso acontece, pois, para conseguir desenvolver uma competência até um determinado nível, é necessário haver disciplinas em quantidades suficientes para cobrir todos os níveis anteriores. Não é possível atingir o nível de criar (6) sem que em algum momento tenham se desenvolvido, no mínimo, as três primeiras camadas.

É também necessário que as primeiras disciplinas que versam sobre um tema ou competência se iniciem com atividades de níveis 1 e 2, ou seja, memorizar e entender. O crescimento deve ser gradual para permitir aos alunos acompanharem o desenvolvimento do conhecimento.

Para um determinado perfil de egresso, as habilidades elencadas contribuem com uma intensidade diferente. Desse modo procede-se analisando cada uma delas segundo os seus requisitos cognitivos e de conteúdo, conforme estipulado na TRB. Assim, a instituição consegue, de modo mais objetivo, definir qual nível deseja que os alunos atinjam ao final de sua graduação.

Exemplificando, a competência de desenvolvimento de hardware, citada no item anterior, foi subdividida em sete habilidades: a) circuitos elétricos; b) eletrônica analógica; c) eletrônica digital; d) eletrônica de potência; e) acionamentos de máquinas; f) projeto de placas de circuito impresso; e g) simulação de sistemas. A Figura 5 apresenta o resultado da deliberação sobre a carga cognitiva e de conhecimento esperado para cada uma delas.

Figura 5 - Definição das habilidades da competência Hardware segundo a TRB

	1 Relembrar	2 Entender	3 Aplicar	4 Analisar	5 Avaliar	6 Criar
D Metacognitiva						
C Procedural				d) Potência	b) Analógica c) Digital	f) PCB
B Conceitual			e) Acionamento g) Simulação	a) Circuitos Elétricos		
A Factual						

Fonte: Elaborado pelos autores.

Optou-se por desenhar um quadro colorido da origem até a célula de cada habilidade de modo a representar o caminho que o discente deve percorrer durante a graduação.

3.4 Definição dos conteúdos

Na definição do conteúdo deve-se partir da lista de habilidades definidas anteriormente. Assim, o NDE especifica o conjunto de conteúdos que o profissional deverá conhecer para conseguir executar suas atividades, em acordo com o nível esperado para a habilidade em questão, segundo a TRB.

Um bom ponto de partida é utilizar como base as ementas das disciplinas da estrutura curricular anterior, ou de um mesmo curso de outra instituição.

Uma das maiores vantagens do uso da TRB no desenvolvimento do projeto pedagógico de curso torna-se aparente aqui: a gestão dos conteúdos de um curso passa a ser uma atividade mais objetiva. A manutenção, remoção ou inclusão de disciplinas, bem como a definição de sua carga horária, podem ser derivadas do nível cognitivo e de conteúdo definido para cada habilidade. Além de reduzir a subjetividade, permite a comparação das importâncias relativas entre duas áreas.

Essa abordagem permite também manter a coerência entre o perfil, as competências, as habilidades e os conteúdos escolhidos para um determinado curso.

Assim, após a definição dos conteúdos, eles podem ser organizados, considerando o tempo necessário para ensinar cada um deles, observando a profundidade definida no eixo de conhecimento da TRB.

Em um segundo momento, pode-se organizar esses conteúdos em disciplinas, gerando uma primeira proposta de estrutura curricular.

Considerações finais

A mudança de uma estrutura baseada em conteúdo para um currículo baseado em competências deve, antes de tudo, orientar-se na definição do perfil do egresso. Isso deve ser o ponto inicial de todo o planejamento, de modo que a grade reflita com clareza.

É bom que o perfil seja validado em pelo menos três vertentes: egressos, mercado e corpo docente. Na primeira vertente, tem-se uma visão sobre a utilidade e importância daquilo que os alunos estudaram e do que colocam em prática. Já a segunda visa entender as necessidades atuais das empresas e da sociedade. Por fim, o

terceiro grupo visa indicar as tendências do desenvolvimento da área, considerando, principalmente, que há, no mínimo, um intervalo de cinco anos para obter os primeiros resultados dos egressos e um intervalo maior ainda para perceber seu impacto na sociedade.

Além do perfil, definem-se, de modo objetivo, as competências e habilidades, tanto as de formação geral quanto as específicas. Mais do que as definir, é importante descrever também qual a profundidade de exigência para cada uma. Para isso, a estrutura da TRB se mostra uma ferramenta prática, reduzindo a subjetividade desse processo.

A abordagem hierarquizada (perfil → competência → habilidade → conteúdo) traz ainda a vantagem de simplificar o processo de discussão. Por partir inicialmente de conceitos mais abrangentes, como o perfil do egresso e das competências esperadas, consegue-se chegar a um consenso mais rápido das habilidades necessárias, que por sua vez se traduzem nas áreas de conhecimento.

Por fim, é importante que esse processo seja conduzido na instituição por um NDE ativo e heterogêneo, abordando a maior quantidade possível de pontos de vista e evitando as concepções já formadas. Também são imprescindíveis a inclusão e a participação da direção da instituição. Algumas mudanças envolvem várias questões, desde metodológicas, passando por alocação de carga, e até mesmo infraestrutura laboratorial. Ter o apoio dos diretores nesse processo é vital para seu sucesso.

Referências

ALMEIDA, A. P. S. S. **Taxonomia de Bloom como suporte na elaboração de Planos de Aulas na Educação Fundamental Infantil**. Trabalho de Conclusão de Curso de Pedagogia - Faculdade Campos Elísios, Itajubá, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/366326097_Taxonomia_de_Bloom_como_suporte_na_elaboracao_de_Planos_de_Aulas_na_Educacao_Fundamental_Infantil. Acesso em: 16 dez. 2022.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D.; AIRASIAN, P.; CRUIKSHANK, K. A.; MAYER, R. E.; PINTRICH, P. A. **Taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Nova York: Addison Wesley Longman, 2001.

BLOOM, Benjamin. (ed.). **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I, cognitive domain.** New York, Toronto: Longas, Green, 1956.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 24 nov. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 02/2019, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, p. 43-44.

FADUL, J. A. Collective Learning: Applying distributed cognition for collective intelligence. **The International Journal of Learning**, v. 16, n. 4, p. 211-220, 2009.

IOWA STATE UNIVERSITY. **Revised Bloom's Taxonomy.** Center for Excellence in Learning and Teaching. Disponível em: <http://www.celt.iastate.edu/teaching/effective-teaching-practices/revised-blooms-taxonomy/>. Acesso em: 24 nov. 2022.

KRATHWOHL, David. **A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview.** Theory into practice, 2002.

MORSHEAD, Richard W. On Taxonomy of educational objectives Handbook II: Affective domain (PDF). **Studies in Philosophy and Education**, v. 4, n. 1, p. 164-170, 1965.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2014. Curitiba: SEED/PR., 2016. V. 1. (Cadernos PDE). ISBN 978-85-8015-080-3

PAUL, R. **Critical thinking: what every person needs to survive in a rapidly changing world** (3rd ed.). Rohnert Park, California: Sonoma State University Press, 1993.

PESSOA, Luiz; MEDINA, Loreta; DESFILIS, Ester. **Refocusing neuroscience: moving away from mental categories and towards complex behaviours.** Phil. Trans. R. Soc. B 377, 2021.

SILVA, Maria Helena Santos; LOPES, José Pinto. Três estratégias básicas para a melhoria da aprendizagem: Objetivos de aprendizagem, avaliação formativa e feedback. **Revista eletrônica de Educação e Psicologia**, v. 7, p. 12-31, 2016.

TYLER, Ralph W. **Princípios básicos do currículo e ensino**. Tradução de Leonel Vallandro. 3. ed. Porto Alegre: Globo, 1976.

UNIFEI. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Eletrônica** - Competências e Habilidades. Disponível em: https://sigaa.unifei.edu.br/sigaa/public/curso/ppp.jsf?lc=pt_BR&id=43969923. Acesso em: 18 ago. 2023.



AS COMPETÊNCIAS PARA ENFRENTAR OS GRANDES DESAFIOS DA HUMANIDADE: O PROGRAMA “*GRAND CHALLENGES SCHOLARS PROGRAM*”

*Guilherme Ginjo*¹

*Paula Katakura*²

*Wanderson de Oliveira Assis*³

*Joseph Y. Saab Jr.*⁴

*Marcello Nitz*⁵

Introdução

A crença no desenvolvimento tecnológico como salvador, em algum momento, do iminente colapso das condições de vida no planeta é nada mais que um convite para o adiamento do necessário enfrentamento aos desafios que hoje se impõem à humanidade. Por mais que a tecnologia seja uma aliada necessária, são as pessoas, dedicando atenção, talentos múltiplos e complementares e interagindo umas com as outras que devem, desde já, direcionar seus esforços para a superação dos problemas atuais e de seus agravamentos. Muito mais do que atender a uma demanda de mercado, o desenvolvimento de competências tem extraordinária importância como prerrogativa para que se tenha a perspectiva de melhoria nas condições da vida humana no planeta, agora e no futuro.

¹ Instituto Mauá de Tecnologia - IMT.

² Instituto Mauá de Tecnologia - IMT.

³ Instituto Mauá de Tecnologia - IMT.

⁴ Instituto Mauá de Tecnologia - IMT.

⁵ Instituto Mauá de Tecnologia - IMT.

O *Grand Challenges Scholars Program* (GCSP) é uma iniciativa educacional internacional voltada para estudantes de graduação, inicialmente da engenharia, que visa desenvolver competências para resolver problemas complexos e globais. O programa foi lançado pela Academia Nacional de Engenharia dos Estados Unidos (*National Academy of Engineering* - NAE) em 2009, inspirado pelos Desafios Globais para a Engenharia identificados pela NAE em 2008. O objetivo principal do GCSP é preparar os estudantes de graduação com as competências necessárias para enfrentar os desafios mais urgentes da humanidade, assegurando um planeta mais sustentável, seguro e aprazível aos habitantes do próximo século (NAE, 2019). O GCSP conta hoje com uma rede internacional de instituições educacionais associadas, que tem uma visão alinhada à da NAE e prepara seus estudantes não apenas com base em competências técnicas, mas com visão empreendedora e competências multidisciplinares, multiculturais e sociais.

Entendendo o GCSP como um instrumento que propicia o desenvolvimento dessas competências com foco em temas nos quais elas são vitais, o Instituto Mauá de Tecnologia aderiu ao programa em 2020, transbordando valores e práticas do GCSP para toda a comunidade acadêmica a partir do início de 2021. Cabe ressaltar que a implementação do programa não foi uma simples incorporação de um modelo pronto e deslocado do contexto real. Ao contrário, origina-se de um movimento de análise da experiência internacional, que identifica um alinhamento natural de visão entre o IMT e a NAE, somada a uma reflexão orientada a entender como melhor aproveitá-la com as condições e oportunidades existentes no ambiente interno. Tudo isso sem perder de vista as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de engenharia, aprovadas quase que simultaneamente ao processo de estudos para a viabilização do GCSP-IMT. Prestes a celebrar a formatura do primeiro grupo de alunos admitidos no programa, já é possível compreender os impactos dessa abordagem sobre toda a comunidade envolvida e vislumbrar as mudanças que esses formandos poderão promover ao longo de suas carreiras profissionais.

Colaboram neste texto autores que interagiram e ainda interagem, de diferentes formas, no processo de consolidação e na gestão do GCSP-IMT. O objetivo é apresentar as características gerais de um programa GCSP, as particularidades da versão do programa desenvolvido com base na visão do Instituto Mauá de Tecnologia, bem como as percepções obtidas por meio da experiência adquirida desde o planejamento até o momento atual. Por fim, demonstrar-se-á, de forma mais direta, a relação entre DCNs, valores institucionais e valores GCSP e a contribuição da correlação desses

fatores na missão da implementação, do desenvolvimento e do aprimoramento do ensino por competências e alinhados a um propósito.

1. O Programa GCSP

O Programa GCSP nasceu nos Estados Unidos da América, no ano de 2009, pela iniciativa de três instituições de ensino: *University of Southern California's Viterbi School of Engineering*, *Duke's Pratt School of Engineering* e *Franklin W. Olin College of Engineering* em conjunto com a NAE, que endossou o programa. Foram as quatro instituições que propuseram, desde o início, um modelo educacional com a ênfase no desenvolvimento de cinco competências específicas no ensino da engenharia, com o objetivo de capacitar os futuros profissionais a responderem aos desafios que estão postos para a humanidade. Para os criadores do GCSP, seria por meio da combinação dessas competências que os futuros engenheiros, formados com base nessa concepção, estariam à altura dos mais importantes desafios da engenharia no século XXI.

Com isso, pode-se dizer que o GCSP nasceu como uma resposta ao diagnóstico obtido em 2008 pela NAE por meio de consulta a especialistas ligados aos segmentos de tecnologia ao redor do mundo, quando produziu o relatório intitulado “14 Grandes Desafios da Engenharia para o Século XXI”. O documento era um complemento ao relatório “Grandes Conquistas da Engenharia no Século XX”, da mesma instituição. Assim, a NAE respondia à sociedade que, embora um longo caminho de progresso tivesse sido percorrido, grandes desafios se vislumbravam no horizonte e a engenharia precisaria se comprometer a enfrentá-los com protagonismo. Os 14 grandes desafios da engenharia para o século XXI são notadamente convergentes com aqueles apontados por outras instituições, tais como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, das Nações Unidas, ou mesmo aqueles indicados pelo Fórum Econômico Mundial (Mote Jr., 2020). Para a NAE, portanto, os 14 grandes desafios são:

- Avançar na aprendizagem personalizada
- Tornar a energia solar econômica
- Aprimorar a realidade virtual e suas aplicações
- Trabalhar a “engenharia reversa” do cérebro
- Desenvolver melhores medicamentos
- Avançar nas aplicações de informática para medicina
- Reestruturar e aprimorar a infraestrutura urbana
- Garantir a segurança do cyber-espço

- Prover acesso a água potável
- Prover energia por fusão
- Prevenir ataques nucleares
- Gerenciar o ciclo do nitrogênio
- Desenvolver métodos de sequestro de carbono
- Criar as ferramentas para novas descobertas científicas

Os 14 itens listados pela NAE são agrupados em quatro eixos temáticos principais: Sustentabilidade, Saúde, Segurança e Alegria de Viver. A convergência entre o relatório produzido pela NAE e os documentos produzidos pelas grandes agências internacionais apenas reforça a urgência em se olhar para esses temas. Felizmente, dado o crescimento do programa GCSP em termos de adesão, pode-se considerar que as principais instituições de ensino pelo mundo estão atentas. O programa, que começou com apenas três faculdades de engenharia, atualmente conta com uma rede composta por 99 instituições de ensino superior espalhadas pelo mundo, cada uma desenvolvendo o GCSP com diretrizes próprias, desde que ligadas ao contexto do enfrentamento aos desafios e do desenvolvimento das cinco competências. Os alunos participantes de um programa GCSP envolvem-se em atividades de aprendizagem que visem ao desenvolvimento das seguintes competências:

- Competência Técnico-Criativa: Desenvolvimento de projetos técnicos orientados ou experiências de pesquisa.
- Competência de Multidisciplinaridade: Desenvolvimento da capacidade de integrar disciplinas.
- Competência de Empreendedorismo e Viabilidade de Negócios: Desenvolvimento da capacidade analítica de viabilidade e inovação para implementação de projetos.
- Competência de Multiculturalidade: Desenvolvimento da compreensão sobre todos os atores da economia global e sobre as questões éticas relacionadas.
- Competência de Consciência Social: Motivação para aplicar conhecimento em benefício da comunidade.

Entre as 99 instituições que compõem a rede mundial do GCSP, o Brasil está representado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e pelo Instituto Mauá de Tecnologia (IMT). Ofertando uma trilha de formação GCSP, desde o ano de 2021 o IMT tem sido ativo na rede, interagindo com a comunidade em diversos países, como Itália, Estados Unidos e Malásia. A integração se dá tanto participando de conferências promovidas por outras universidades, quanto convidando a comunidade

de internacional para seminários internos. Em uma dessas oportunidades, partiu do IMT a proposta de novo logotipo para o GCSP-Network que saiu vencedor do concurso mundial. É também mérito do IMT, a decisão inovadora de incorporar outros cursos ao programa, como Design, Administração e, mais recentemente, Sistemas de Informação e Ciências da Computação. As especificidades do programa no IMT serão tratadas na próxima seção.

2. O GCSP-IMT

O Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT) é uma instituição sem fins lucrativos, sediada na cidade de São Caetano do Sul - SP e, desde suas origens, na década de 1960, estreitamente ligada ao setor industrial ao seu redor. Vale a nota de que a região do grande ABC, integrante da região metropolitana de São Paulo, é um histórico polo industrial do Brasil. O IMT, portanto, iniciou sua história como uma instituição formadora de engenheiros para a então crescente indústria estabelecida em solo nacional. Com o passar dos anos, o IMT se consolidou como uma das principais instituições de ensino da engenharia no País, condição assegurada por sólido desempenho em todos os processos de avaliação institucional e de cursos.

Em tempos mais recentes, o IMT incorporou os cursos de Administração, Design, Ciência da Computação e Sistemas de Informação. A integração dos novos cursos deu-se dentro de uma proposta que entende a inovação com base na interação de três pilares: i) factibilidade técnica; ii) viabilidade de negócio; e iii) atratividade pelo design e pela experiência de uso. É com base nesse conceito do *Design Thinking* (Brown, 2009) que a instituição, por meio do incentivo da integração entre seus diferentes cursos, tem se modernizado e sustentado seu destaque no cenário do ensino superior nacional. O GCSP representa mais um passo nesse sentido, trazendo a possibilidade de mobilizar esse conceito, tendo em vista um propósito maior, alinhado aos desafios presentes para a humanidade.

O programa GCSP IMT nasceu por sugestão Reitoria que, por sua vez, já havia sido protagonista no desenvolvimento das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em engenharia - DCNs, aprovadas em 2019. Como estará exposto adiante, o GCSP é ao mesmo tempo um desafio de implantação, por causa da necessidade de cumprimento de uma série de requisitos e adequações internas e externas, e uma oportunidade, no sentido de acelerar a implementação de avaliação por competências, experimentar e expandir uma abordagem ativa no

processo de formação de alunos em nível superior, sempre com um alinhamento em questões globais. O GCSP-IMT, portanto, já é concebido tendo no horizonte não apenas a DCNs recém-aprovadas, que trazem incorporadas uma série de práticas com as quais o IMT já se identifica, mas sobretudo a sua proposta de formação de profissionais capazes de inovar por meio da integração entre diferentes áreas do conhecimento.

Vale ainda considerar, como será especificado no decorrer do texto, que o GCSP é, por essência, uma atividade extensionista e de internacionalização institucional. Assim, reúne importantes atributos e metas ambiciosas para a instituição, que incorporam todas as prerrogativas já mencionadas em uma proposta consistente. Para isso, foi necessário um processo amplo de estudos e planejamento. Essa etapa durou um ano, culminando com a aprovação por parte da NAE em setembro de 2020, resultando no GCSP-IMT.

2.1 Fase de estudos do GCSP-IMT

No segundo semestre de 2019, o IMT criou um grupo interdisciplinar que inclui corpo acadêmico de diferentes cursos: Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Civil e Design e corpo técnico com uma representante da Academia de Talentos (associada à preparação dos alunos para o mercado de trabalho) e um representante da Assessoria de Relações Internacionais. Por muitas vezes, o grupo também contou com a colaboração de outros departamentos da instituição, que foram da equipe de Tecnologia, passando pela Academia dos Professores (responsável pela atualização docente) e alcançando até o Departamento de Recursos Humanos. Em artigo publicado no 50º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge), estão destacados os objetivos do grupo de trabalho:

- a) Investigar o alinhamento de objetivos e metodologia do programa com a visão do IMT e de suas diretrizes internas;
- b) Determinar se as atividades existentes, especificamente aquelas não centradas no modelo tradicional de aula presencial, estavam disponíveis em variedade e quantidade suficientes para envolver os alunos em experiências e situações necessárias ao desenvolvimento das competências do Programa GCSP;
- c) Determinar se havia coincidência significativa entre as quatro Grandes Áreas e os projetos de pesquisa desenvolvidos nos cursos do IMT e, em caso afirmativo, se havia docentes para atuar como mentores e atividades (Saab Jr. *et al.*, 2022, p. 3).

Ainda nessa etapa, logo nos primeiros encontros, existia a percepção de uma potencial sinergia entre o programa e as propostas do IMT. Esse diagnóstico positivo, em termos práticos, representa uma vantagem capaz de acelerar o processo de implantação, uma vez que a instituição já contava com ferramentas capazes de atender às necessidades do programa, o que reduziu a necessidade de novos arranjos e investimentos. Nesse sentido, o artigo relata:

uma discussão detalhada dos requisitos do programa GCSP revelou um forte alinhamento entre os objetivos do Programa e a visão do IMT (...) enquanto as demais instituições de ensino de engenharia estão bem posicionadas para desenvolver competências de natureza técnica, o IMT apresentava pontos favoráveis também para desenvolver outras competências recomendadas pelo programa, graças à emergência do ecossistema interno denominado “tripé da inovação” e ao grande número de atividades de aprendizagem implementas ao longo do tempo para o desenvolvimento de competências não técnicas nos estudantes. Este ambiente propício permitiu o desenvolvimento de um programa local do GCSP sem investimentos significativos em novas atividades (Saab Jr. *et al.*, 2022, p. 3).

O amplo portfólio de atividades que a instituição já contava contempla, entre muitas iniciativas: Projetos e Atividades Especiais - PAE (oferta de mais de 200 experiências práticas e interdisciplinares); Semana Mauá de Inovação, Liderança e Empreendedorismo - SMILE (semana de atividades integradoras, incluindo cursos, visitas técnicas, competições e palestras); Programas *Minor* (conjunto de disciplinas eletivas inter-relacionadas de uma área diferente à do curso); Disciplinas Eletivas; Competições Acadêmicas; Iniciação Científica e Mobilidade Acadêmica Internacional. Com base nesse catálogo amplo, o comitê decidiu tomar uma decisão que representaria forte diferenciação em relação aos programas GCSP estudados como referência. No IMT, o GCSP não contaria com um currículo predeterminado, mas tiraria proveito da variada oferta de atividades institucionais.

A grande parte das instituições participantes do programa utiliza uma trilha de formação fixada em um conjunto de atividades. A aprovação nesse conjunto de atividades, para essas instituições, representa automaticamente que o desenvolvimento das competências foi alcançado. Para o IMT, mais uma vez pensando em linha com as novas DCNs, propôs-se a implementação de uma abordagem mais complexa, portanto, mais desafiadora. Os aspectos levados em consideração para a proposta do IMT nesse sentido foram:

- a) É possível desenvolver mais de uma competência durante a participação em cada atividade de aprendizagem;
- b) É possível inferir como cada tipo de atividade possibilitará o desenvolvimento de cada uma das cinco competências prescritas a partir de uma combinação de determinadas características que podem ser avaliadas para cada tipo de atividade e de tema nela explorado;
- c) Não é possível inferir o nível de desenvolvimento de cada competência em cada aluno, após a exposição às atividades, exceto por um processo de *feedback* pessoal realizado por meio de uma avaliação direta de competências;
- d) O programa do IMT, portanto, não teria um conjunto fixo de atividades pre-determinadas nem uma duração fixa para a sua realização, contanto que fosse concluído até o momento da graduação;
- e) As atividades seriam selecionadas para cada estudante, com a sua participação direta, dando origem a um programa individualizado e equilibrado, preparado com base nos seus interesses e no resultado de uma avaliação inicial de competências que seria aplicada ao final do processo seletivo (Saab Jr. *et al.*, 2022, p. 6).

Essas decisões do Comitê do GCSP na instituição impactam em uma maior necessidade de treinamento e acompanhamento dos professores mentores, uma vez que se apoia na atuação destes o sucesso da trajetória de cada aluno selecionado. Dessa forma, foi implementado um canal de diálogo constante e uma preparação específica para que os mentores pudessem acompanhar os processos de cada aluno. Também sobre os mentores, houve a preocupação em priorizar docentes envolvidos em projetos de pesquisa que já estivessem em execução no IMT.

Assim, uma lista com mais de cem atividades, com potencial de associação ao GCSP, funcionou como ponto de partida para que os alunos interessados no programa vinculassem suas propostas, seja por contribuição direta, seja por inspiração para um projeto próprio. Com isso, procurava-se garantir que cada ingressante do programa tivesse a possibilidade de propor um projeto alinhado com os temas do GCSP e ao mesmo tempo, por meio da mentoria, desenvolver, com base no variado leque de opções oferecidos pela instituição, os aspectos técnicos e as competências de forma individualizada.

Por fim, outra importante contribuição do IMT ao GCSP é a inovação de não restringir o acesso ao programa apenas aos estudantes de engenharia. Coerente com a ênfase institucional na proposta do “tripé de inovação”, o programa GCSP-IMT é dos primeiros a incluir outros cursos e, possivelmente, o primeiro no mundo a incluir programas de áreas das Ciências Humanas, como Design e Administração. O processo foi encaminhado para apreciação em agosto de 2020, tendo sido aprovado

no mês seguinte. Atualmente, todos os cursos ofertados pelo IMT são participantes do programa e há a preocupação em criar as bases para que novos cursos que sejam lançados já tenham o GCSP incorporado ao seu projeto pedagógico, com a possibilidade de que seus alunos também participem. No ano de 2023, o IMT se aproxima da formação do primeiro grupo de alunos participantes do programa.

2.2 A experiência GCSP-IMT

Imediatamente após a aprovação da proposta, foi realizado o primeiro processo seletivo, tornando-se efetivamente o primeiro GCSP implantado no estado de São Paulo e o segundo no Brasil. Naquele momento, a inscrição contava com uma série de etapas, incluindo dinâmicas de grupo, entrevistas, redações (em dois idiomas) e um vídeo para avaliação da motivação e energia individual. O objetivo, além de identificar alunos de alto desempenho e boa capacidade de comunicação, era encontrar alunos que apresentassem um elevado senso de propósito. Portanto, por mais elaborado que fosse o processo seletivo, a grande busca que se fazia era pela motivação do aluno em trabalhar em algo que atendesse a sua vocação social, adequando-se, portanto, às premissas do GCSP.

Ao final de cada processo seletivo, o aluno seleciona um tema de projeto que visa alinhar e coordenar todas as atividades que serão prescritas em seu programa individualizado do GCSP-IMT, além de um professor-mentor que o irá acompanhar pessoalmente por todo o programa. O programa GCSP-IMT é provavelmente o único que oferece mentoria permanente e individual durante a sua realização.

Cada programa é desenhado individualmente para os alunos aprovados, por ele próprio e pelo seu mentor, após a realização de uma avaliação inicial de competências. Essa etapa visa identificar a posição do estudante com relação ao que se pretende desenvolver no programa relativamente a cada uma das cinco competências prescritas. Inicialmente foram utilizadas rubricas desenvolvidas pela Universidade do Texas, em Austin, que foram substituídas por rubricas próprias a partir do segundo ano (terceiro semestre) da implantação do programa.

O primeiro processo seletivo foi exitoso em preencher as 20 vagas ofertadas e a maior parte dos admitidos na primeira turma (2021) está hoje prestes a concluir o programa. Sofrendo impactos da pandemia no recrutamento de 2021, a adesão da segunda turma foi expressivamente menor, admitindo nove alunos. Porém, em 2022 alguns ajustes simplificando o processo de inscrição e sua documentação associada foram implementados, com o intuito de aumentar a acessibilidade ao Programa e

eliminar qualquer caráter elitista percebido por potenciais participantes. Com essas medidas, o terceiro processo seletivo, além de abrir novas formas de acesso ao Programa e oferecer a toda a comunidade do IMT algumas das atividades desenvolvedoras de competências que foram concebidas com base no Programa, selecionou 15 novos alunos para o programa no ano de 2023.

Ao todo o programa admitiu 44 alunos em três processos seletivos, dos quais 31 seguem ativos, indicando taxa de evasão na ordem de 30%. Essa taxa de evasão pode ser considerada normal, em comparação com outros programas GCSP pelo mundo, mas há um bom indicador de que a evasão vem sendo reduzida ano após ano, passando de 35% na primeira turma para 20% na última. Credita-se esse êxito a um acompanhamento mais próximo do aluno, à retomada de atividades presenciais, o que facilitou uma integração maior, e ao processo contínuo de avaliação e melhorias por parte do comitê gestor do GCSP-IMT. Um dos maiores desafios de retenção no Programa tem sido a falta de vagas de estágios com quatro horas/dia e/ou com temas alinhados com a Grande Área e tema de projeto escolhido por cada aluno.

Constata-se que os estágios de grande demanda diária de horas e temas genéricos absorvem demasiadamente os alunos, em especial os mais necessitados de suporte financeiro, e os afastam prematuramente do ambiente acadêmico de uma forma geral, prejudicando também a permanência em um programa que permeia vários anos da graduação. Trata-se de um problema para os cursos de graduação como um todo, mas com impacto ainda maior no GCSP. Ainda que o programa tenha sido desenhado com o caráter de coordenação de atividades e não de suplementação curricular, ele oferece numerosas oportunidades de *networking* aos alunos e a participação em seminários internos e externos, além do projeto individual, que requerem alguma dedicação adicional dos estudantes.

As ações de mitigação da evasão do programa implementadas pelo Comitê gestor incluem eventos anuais elaborados especialmente para as empresas e indústrias parceiras, visando à apresentação do programa, das características diferenciadas do seu egresso e para sugerir a oferta de estágios de curta duração e alinhados com os temas do Programa dos alunos, de forma a atrair esses alunos diferenciados. Outras ações importantes nesse sentido incluem o oferecimento de bolsas de Iniciação Científica para o desenvolvimento da competência técnica e de bolsas GCSP para o desenvolvimento das demais competências, que podem ser reincidentes durante o programa.

O comitê GSP-IMT responde pela coordenação do programa em suas diversas interações tanto internas quanto externas. O trabalho do grupo é constante, acom-

panhando a evolução dos alunos, prestando assistência aos mentores e organizando as atividades e os processos de seleção. Com base em reuniões periódicas do grupo, planejam-se e executam-se as atividades que caracterizam o programa do IMT. Por sua vez, a título de melhor compreensão, é possível agrupar essas atividades em três níveis, excluindo-se o processo seletivo: i) mobilização e engajamento; ii) motivação e reconhecimento; e iii) viabilização de parcerias.

No que se refere à mobilização e ao engajamento, de partida, pode-se destacar o número alto de mentores envolvidos no programa, na comparação com a experiência internacional, o que empresta não apenas a *expertise* dos 15 professores envolvidos ao GCSP-IMT, mas que percorre o caminho inverso, levando as metodologias desenvolvidas no programa, gradualmente, para cada curso em que esses professores-mentores atuam. Os mentores são fundamentais em todas as etapas, incluindo uma entrevista com potenciais candidatos na etapa de seleção, passando pela elaboração da trilha de formação, até o acompanhamento da evolução dos alunos admitidos. Em virtude disso, há uma rotina anual de preparo desses mentores para que eles lidem com a peculiaridade da proposta do GCSP-IMT, que personaliza os caminhos dos alunos mentorados, bem como os processos de avaliação.

A avaliação, cabe destacar, baseia-se, de partida, em um formulário de autoavaliação inicial que é atualizado semestralmente, complementado por um sistema de rubricas e requisitos de avaliação que devem estar contemplados nos relatórios de desempenho dos participantes. Por meio desse sistema de avaliação, o aluno descreve no relatório todo o processo de aquisição das cinco competências, explicitando as atividades realizadas, seu grau de envolvimento com as atividades relacionadas ao tema escolhido e sua evolução por meio de 37 indicadores diferentes associados às competências. Esse procedimento complementa o acompanhamento contínuo realizado pelo mentor, ao mesmo tempo que permite ao comitê do GCSP obter um *feedback* relativo ao andamento de todo o processo. Assim, um corpo de professores-mentores devidamente engajados e preparados para lidar com essas especificidades é o ponto mais importante nessa frente. No entanto, não é o único, pois há um esforço de outras ações dentro dessa mesma proposta.

Diversos encontros são realizados entre os membros ao longo do ano, proporcionando um espaço de compartilhamento de ideias e aprimoramentos, incluindo sempre uma cerimônia anual de acolhimento, quando os alunos recém-admitidos são recebidos por toda a comunidade de mentores e alunos veteranos do programa e um seminário acadêmico, também anual, para apresentação de trabalhos. Há um forte incentivo institucional para a participação dos alunos nos seminários GCSP

promovidos por outras instituições ao redor do mundo, seja de forma presencial ou virtual, incluindo apoio material. E, por fim, o programa conta com uma sala caracterizada de uso prioritário aos alunos participantes do programa. Acredita-se que espaços educacionais personalizados e com *layout* flexível são importantes ferramentas para a promoção de encontros, interações, envolvimento e identidade de alunos e professores.

Figura 1 - Sala caracterizada GCSP-IMT



Fonte: Acervo IMT.

Já em relação às ações de motivação e reconhecimento, a mais relevante conquista é a concessão de bolsas aos alunos participantes do programa. Com isso, foi possível reduzir a pressão em buscar um estágio, muitas vezes pouco relacionado com os ideais que o aluno apresentou no momento da apresentação do projeto proposto e em período muito inicial da formação acadêmica. Contudo, o incentivo material não é a única medida nessa frente. O IMT desenvolveu certificações digitais, os *badges*, que dão distinção aos membros do programa em suas diferentes etapas de formação. Cada aluno recebe um *badge* de admissão, que evolui para outros níveis na medida em que o aluno avança, até que seja substituído por um *badge* definitivo, indicando que o aluno concluiu o programa. Esses *badges*, demonstrados na Figura 2, são usados em redes sociais, assinaturas de *e-mail*, currículos e possuem

controle e certificação externos. Além do certificado digital, os alunos concluintes são mencionados na página oficial do NAE, com alunos concluintes do programa do mundo todo, recebem ainda um certificado assinado pelo presidente da instituição, um certificado específico do IMT e uma menção especial na cerimônia de formatura convencional.

Figura 2 - Badges de reconhecimento pela participação



Fonte: Acervo IMT.

Alunos participantes do GCSP estão naturalmente fazendo parte de uma iniciativa de internacionalização, uma vez que se trata de um programa internacional e certificado por uma instituição estrangeira. Parte importante da motivação desses alunos é ter a oportunidade de se integrarem a uma rede internacional de alunos do GCSP, seja pelas já citadas participações em seminários, seja pelo reconhecimento certificado. Em todo caso, os alunos participantes do programa têm, com amparo da mentoria, a possibilidade de pensar também a mobilidade acadêmica dentro de uma perspectiva um pouco diferenciada em relação aos demais alunos. O aluno, nesse contexto, conta com o apoio de seu mentor para que a sua mobilidade acadêmica funcione como um complemento dentro do contexto de seu projeto de pesquisa. O IMT, por sua vez, oferece também o apoio institucional para essa finalidade. Alunos participantes do GCSP, bem como de outras atividades acadêmicas, recebem um peso maior nos processos de seleção por bolsas de estudo para períodos de estudos em universidades parceiras no exterior.

Finalmente, no âmbito da viabilização de parcerias, há dois grandes destaques. O primeiro é a atração de parceiros para que os projetos a serem desenvolvidos pelos alunos sejam, de fato, projetos de impacto real. Nesse aspecto, destacam-se par-

cerias bem-sucedidas com a Associação Engenheiros sem Fronteiras e com a Fundação INMAR/Fundação Fernando Lee, esta última em estágio avançado de desenvolvimento de atividades com alunos do GCSP na Ilha dos Arvoredos, uma pequena área no litoral de São Paulo que, com projetos experimentais, pesquisa e desenvolve iniciativas de sustentabilidade e engenharia. Com isso, não se pode deixar de notar o caráter extensionista do programa, algo que, mais uma vez, se pretende como a aplicação localizada de uma atividade com alto potencial de replicação para toda a instituição.

O segundo grande destaque em parcerias é o trabalho realizado de integração de empresas com o IMT e, conseqüentemente, com os alunos do GCSP. Pensando no problema da oferta de estágios pouco aderentes a alunos no início da trajetória acadêmica e na perspectiva de desenvolverem um projeto especial, é organizada anualmente uma recepção de gestores técnicos e de recursos humanos para que eles possam conhecer pessoalmente as premissas do programa. O primeiro encontro, realizado em 2022, além da avaliação positiva dos participantes, resultou em quatro contratações de alunos para estágios que representavam maior afinidade com os projetos, além de oferecerem uma maior flexibilidade de tempo, outro desafio em relação aos estágios. Já na edição de 2023, o evento logrou o êxito de sair do “nicho” GCSP e já não era mais uma atividade específica do programa, mas parte do calendário institucional, com o intuito de construir e manter o diálogo entre academia e indústria, no âmbito do ensino. Pelo segundo ano consecutivo, as impressões recebidas pelos participantes foram bastante positivas.

Em conjunto com as bolsas, essa conscientização dos setores que tradicionalmente empregam nossos alunos é tida como fundamental no sentido de reduzir a evasão. A alta empregabilidade dos alunos, de alguma forma, competia com a dedicação deles ao GCSP. Na medida em que se consegue apresentar os benefícios desse tipo de formação aos empregadores, a tendência é de melhor qualidade nos estágios ofertados, a fim de que todos colham os benefícios desse tipo de formação: empresa, aluno e universidade.

O que se aprende no GCSP espalha-se para todo o ecossistema por intermédio de alunos e professores envolvidos e essa é a intenção do IMT desde a fase de estudos para a implementação do programa. Os projetos de alunos atualmente vinculados ao GCSP-IMT estão circulando com destaque, não apenas nos fóruns vinculados ao programa. Para ilustrar a qualidade e a relevância daquilo que vem sendo desenvolvido dentro do âmbito do programa, convém conhecer um pouco mais alguns exemplos de projetos desenvolvidos por alunos.

2.3 Projetos de alunos do GCSP-IMT

Entre os 31 alunos ativos do programa atualmente, encontra-se um amplo leque de projetos, cobrindo as grandes áreas em que estão organizados os desafios do GCSP. É também bastante diverso o corpo de alunos, atualmente abrangendo as diferentes engenharias e o programa de Design ofertados no IMT. A maior parte desses alunos já teve a oportunidade de troca, tanto entre a comunidade interna do GCSP-IMT, quanto nos seminários internacionais do programa e em outras oportunidades oferecidas pela instituição, como na apresentação às empresas e às delegações estrangeiras em visita ao campus. Conhecer alguns dos projetos ajudará na compreensão dessa diversidade e em como eles podem vincular-se na avaliação por competências.

Um dos projetos que mais circulou entre eventos, instituições e seminários GCSP ao redor do mundo, incluindo a última conferência anual do GCSP de 2023, nos Estados Unidos, é o projeto do aluno Nicholas Raymo, do programa de engenharia civil. Nesse projeto, o aluno, que é mentorado pela professora Dra. Paula Katakura, já tem estabelecido um contato direto com a equipe da Ilha dos Arvoredos, mantida pela INMAR/Fundação Fernando Lee. O objetivo final do projeto é elaborar, por meio do sistema *Building Information Modeling* - BIM⁶, o Gêmeo Digital da ilha. Gêmeo Digital, convém esclarecer, é um produto virtual, criado do conceito de BIM e de dados produzidos por sensores e instrumentos de medição que é capaz de refletir o processo do ciclo de vida de uma estrutura física equivalente. A finalidade principal é a gestão operacional e de manutenção, pois propicia uma diversidade grande em possibilidades de simulações. No caso específico, o gêmeo digital da ilha facilitará todo o gerenciamento e a tomada de decisão sobre questões operacionais da ilha dos mais de 90 projetos de engenharia e sustentabilidade que acontecem por lá.

Outro exemplo é o projeto da aluna do programa de Design Isabelle Carvalho, mentorada pelo professor Dr. José Carlos Carreira. A aluna desenvolve, dentro do GCSP, um projeto com o intuito de traçar um paralelo entre a sustentabilidade e o registro de memórias. O objetivo concreto é o desenvolvimento de uma embalagem de biomaterial, integrando biodesign e artesanato. Dessa forma, ela busca trabalhar o resgate de uma identidade de território e da produção e consumo do milho crioulo.

⁶ BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso, que gere uma base de dados que contenha tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações de todas as fases da construção (Eastman, 2008).

Como parte do desenvolvimento, a aluna teve a oportunidade de participar de uma residência artística no Japão, oferecida pelo IMT e pela *Japan House*. Todo o plano de atividades para esse período no exterior contou com a contribuição de seu mentor, para que a residência contemplasse não apenas as competências técnicas, mas sobretudo as socioemocionais, como a multiculturalidade.

A aluna do Curso de Engenharia de Alimentos Helena Prado Guimarães é mentorada pela professora Dra. Cynthia Jurkiewicz Kunigk e estuda as aplicações tecnológicas do resíduo resultante da extração da água de coco verde. A casca e a polpa do coco verde são resíduos que têm se tornado um problema ambiental nos grandes centros urbanos. Representam entre 80% e 85% do peso da fruta, cerca de 70% de todo o lixo gerado nas praias brasileiras e levam mais de oito anos para se decompor nos aterros sanitários. A pesquisa da aluna propõe a utilização desse resíduo como matriz de encapsulamento em probióticos, como alternativa para melhorar a viabilidade de bactérias probióticas em alimentos. Propõe também a capacitação do pequeno produtor de água de coco para destinação correta dos resíduos, casca e polpa, a fim de manter boas condições sanitárias até o seu envio à usina de beneficiamento.

Vários outros projetos, de igual relevância, poderiam estar aqui mencionados, partindo da questão do aproveitamento integral de alimentos em cadeias de produção industrial, passando por redução da emissão de poluentes, por tecnologias aplicadas na gestão das cidades e alcançando a questão da segurança no ambiente virtual. Em comum, todos contam com uma mentoria que lhes dá as diretrizes técnicas e de desenvolvimento de competências ao longo da trajetória acadêmica.

O ponto de partida, via de regra, é um projeto mais relacionado às aspirações do que tecnicamente viável, uma vez que são elaborados por alunos no primeiro ou segundo ano da graduação. Em conjunto com esse projeto e após a admissão, uma autoavaliação e um relatório por parte do mentor são gerados para que daí se elabore uma trilha de formação que pode contar com diferentes ferramentas. Entre essas ferramentas, estão justamente alguns dos programas do IMT já mencionados. O desenho dessa trilha de formação vai depender de múltiplos aspectos, com base no diagnóstico da necessidade individual sobre quais competências, técnicas e socioemocionais, desenvolver com mais ênfase em cada passo da formação do aluno. Uma vez determinada a trilha, o acompanhamento é constante com novas avaliações e relatórios produzidos semestralmente.

O grande mérito do GCSP-IMT é a capacidade de alinhar os valores e as exigências do programa internacional com os valores institucionais e as exigências regulatórias locais. O desafio, como se sabe, é grande, mas nesse caso é suavizado pela

convergência daquilo que já era realizado no cotidiano do IMT, com as novidades presentes nas novas DCNs e as premissas propostas pela NAE. A seguir, será dado destaque ao trabalho de coordenação desses três aspectos.

3. A relação entre o GCSP e as novas DCNs da engenharia

No Brasil, as DCNs são orientações federais que direcionam a construção dos cursos superiores oferecidos pelas universidades. As novas DCNs do Curso de Engenharia têm como ênfase o desenvolvimento de competências, estímulo ao aprendizado por projetos e maior aproximação dos cursos com a sociedade e mercado. Já foi destacada, neste texto, a contribuição direta de professores do IMT na formulação dessas DCNs, o que, em alguma medida, reflete um pouco da visão institucional nessas diretrizes.

A atenção central das novas diretrizes está voltada às mudanças da sociedade, ao desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, com interdisciplinaridade, visão sistêmica e trabalho em equipe, pontos alinhados com os objetivos do GCSP na formação dos profissionais da engenharia com foco na melhoria da qualidade da formação. Além da capacidade técnica, espera-se, segundo as diretrizes, formar profissionais com aptidão humanística, que consigam trabalhar com a multidisciplinaridade e que possuam visão sistêmica dos problemas, aspectos que coincidem com os objetivos propostos para o GCSP.

Não é por acaso que os objetivos das DCNs e do GCSP apresentam pontos em comum. Ambos têm suas raízes nas preocupações globais em relação às transformações pelas quais passa a sociedade e à necessidade de se capacitar profissionais para atuar com eficiência em um cenário no qual os desafios são complexos e exigem um olhar que ultrapassa as questões técnicas no enfrentamento de novos problemas advindos das mudanças nas formas de produção, consumo e relacionamento humano.

Tanto as DCNs quanto as recomendações do GCSP propõem uma formação fundamentada na construção de competências com base em situações concretas, de experiências práticas e de vivências reais. Diante da necessidade de revisão e adequação de seus currículos às novas DCNs, diversos encontros e debates foram promovidos na instituição para a definição de estratégias para sua implementação, que deveria ser construída com base nas competências desejadas para o egresso. Essa adequação incluía mudanças nas formas de concepção, organização, aprendizagem e avaliação dos cursos. Era necessário desviar o foco dos tradicionais conteúdos, e

mudar a cultura de avaliação de conhecimentos para uma organização estruturada em experiências de aprendizagem que levassem à formação das competências propostas. Nesse sentido, durante o processo de reflexão sobre as mudanças na lógica de estruturação dos currículos, a experiência do GCSP-IMT tem auxiliado na transformação e na disseminação das novas estratégias formativas.

A adequação às diretrizes legais demanda engajamento da comunidade acadêmica, mudança das práticas pedagógicas dos docentes em sala de aula, do processo avaliativo e a compreensão do processo como um todo. A utilização da autoavaliação semestral proposta pelo GCSP-IMT, realizada pelo estudante e validada por seu mentor, incentiva o processo contínuo de avaliação das competências, substituindo a avaliação do estudante baseada em entregas de produtos. A experiência com os mentores do GCSP apontou para a necessidade de criação de mecanismos que valorizem essa atuação de forma ativa, procurando também considerá-la nos processos de progressão interna na carreira. O compartilhamento das experiências de mentoria tem sido indutor de mudanças e contribuído para a reflexão a respeito das boas práticas.

Considerações finais

Para além da convicção de que são as pessoas e suas competências, sem descartar o uso correto da tecnologia, que serão as responsáveis pelo enfrentamento dos desafios da humanidade, está a crença de que o Brasil também tem a sua responsabilidade e a sua contribuição. Com essa premissa, o Instituto Mauá de Tecnologia pleiteia um papel de protagonismo dentro da comunidade GCSP, alinhando seus valores e as DCNs dos cursos da engenharia em um ecossistema interligado, ousado e desafiador. Trata-se de um demonstrativo consistente de que as soluções devem se desenvolver no âmbito global, afinal assim se apresentam os problemas, e que a partir do Brasil é possível inovar e contribuir qualitativamente.

Em três anos de experiência, o programa GCSP desenvolvido pelo IMT, já concebido com uma série de inovações, envolvendo novos cursos e implementando trilhas individuais para cada participante, aproxima-se de sua maturidade com várias conquistas para celebrar. As adaptações para o acompanhamento e a avaliação do desenvolvimento das competências são fatores que, inevitavelmente, extrapolam o programa e passam a influenciar positivamente toda a comunidade acadêmica. Fora dos limites da instituição, também se percebem as contribuições, tanto nas comunidades que são diretamente impactadas pelos projetos dos alunos, com seu caráter extensionista, quanto nos fóruns internacionais de debate do GCSP.

O programa GCSP-IMT foi considerado como destaque durante o *GCSP Annual Meeting, 2023*, realizado na Universidade Estadual do Arizona, em Tempe, Estados Unidos. A maioria dos participantes no evento mostrou-se bastante surpresa com os diferenciais apresentados pelo programa GCSP-IMT, em especial: (a) grande número de cursos e mentores envolvidos, inclusive englobando outros cursos além de Engenharia; afinal, observou-se que a grande maioria dos programas centraliza seus esforços em cursos específicos com número limitado de mentores e áreas de atuação; (b) características e efetividade do processo de avaliação, incluindo as rubricas, os relatórios semestrais e os encontros com os mentores; (c) o grande envolvimento de empresas e parcerias na realização dos projetos, o que contribui para a melhor evolução dos projetos, colaborando para a permanência e o engajamento, além de proporcionar maior atratividade para novos alunos.

O engajamento dos gestores, mentores e estudantes e os excelentes resultados obtidos na realização dos projetos são um indicativo de que o programa está seguindo o rumo certo. Espera-se que, em um futuro próximo, o GCSP-IMT não seja apenas um programa específico, mas que toda a instituição carregue consigo os valores e a metodologia do GCSP em suas atividades cotidianas.

Em pouco tempo, foi provada a capacidade do IMT em adotar as prerrogativas do programa e adequá-las tanto a seus valores quanto às especificidades locais e necessidades regulatórias. Com isso, está proposto que a experiência adquirida até aqui não seja apenas o resultado dos esforços de análise da experiência internacional e de construção de um programa credenciado. O que se vislumbra, de fato, é que isso represente o ponto de partida para uma abordagem institucional que desafie e inspire toda a comunidade brasileira da educação em engenharia a pensar nos desafios globais e em como se engajar em solucioná-los de forma eficiente, criativa e colaborativa.

Referências

BRASIL. **Resolução CNE/CES 2/2019**. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991>. Acesso em: 18 jul. 2023.

BROWN, T. **Change by design**. How Design Thinking transforms organizations and inspires innovation. Adobe Digital Edition. New York, NY: HarperCollins eBooks, 2009.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook**: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

MOTE JR., C. D. Engineering in the 21st century: The Grand Challenges and the Grand Challenges Scholars Program. **Engineering** 6, p. 728-732, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.06.001>. Acesso em: 22 abr. 2022.

NAE. National Academy of Engineering. **About the NAE Grand Challenges Scholars Program**. NAE Grand Challenges for Engineering. [Online], 2019. Disponível em: <http://www.engineeringchallenges.org/GrandChallengeScholarsProgram/14384.aspx>. Acesso em: 20 ago. 2023.

SAAB JR. J. Y.; FACCA, C. A.; KATAKURA, P.; ASSIS, W. O.; COSTA, M. N.; GINJO, G. Estratégia e Conceitos Adotados na Criação do Programa de Grandes Desafios para Estudantes do IMT - GCSP-IMT. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DA ABENGE, 50., Brasil, 2022. **Anais [...]** COBENGE 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.37702/COBENGE.2022.3879>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS DE METODOLOGIAS ATIVAS: POTENCIALIDADES E DESAFIOS NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Maria Adélia da Costa¹

Introdução

A busca incessante por aprimoramento e inovação no ensino superior tem conduzido a uma constante reavaliação das metodologias pedagógicas utilizadas em cursos de engenharia. Esse tema tem relevância presente nas diretrizes das engenharias, conforme consta em Brasil (2019). Nesse contexto, as metodologias ativas têm emergido como uma abordagem pedagógica promissora, que visa engajar os estudantes de forma mais efetiva, estimulando sua participação ativa na construção do conhecimento (Costa, 2020).

Ao romper com o tradicional modelo de ensino expositivo, as metodologias ativas de aprendizagem (MAA) buscam promover um ambiente de aprendizagem colaborativo, interativo e significativo, capaz de preparar os futuros engenheiros para os desafios dos setores produtivos e para a resolução de problemas complexos da sociedade.

À vista disso, entende-se que as demandas contemporâneas impõem uma atualização constante das competências requeridas aos profissionais da área de engenharia (Tonini, 2020). A sociedade tem se tornado cada vez mais complexa, interconectada e tecnologicamente avançada, demandando dos engenheiros habilidades multidisciplinares, capacidade de resolução de problemas complexos e uma visão integradora dos conhecimentos (Brasil, 2019).

Nesse contexto, a metodologia passiva centrada na memorização de conteúdos torna-se insuficiente para formar profissionais preparados e aptos a enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. Embora haja evidências de que as metodologias

¹ Doutora em Educação e professora no Departamento de Educação do Cefet-MG. adelia@cefetmg.br

ativas são uma necessidade do século XXI, no século XIX, John Dewey (1859-1952), um influente filósofo, psicólogo e educador norte-americano, foi um dos principais proponentes da educação progressiva. Seu trabalho teve um impacto significativo no campo da educação e influenciou a pedagogia moderna.

Dewey (1959) acreditava que a educação não deveria ser apenas uma transmissão passiva de conhecimento, mas, sim, um *processo ativo e interativo* em que os alunos *participam ativamente de sua aprendizagem*. Ele enfatizava a importância de conectar a educação à vida real dos alunos e promover a aprendizagem por meio de experiências práticas e significativas.

Além desse aspecto pedagógico, Dewey (1959) defendeu um projeto político educacional em que a escola deveria ser um ambiente democrático, no qual os alunos tivessem a oportunidade de participar da tomada de decisões e do planejamento do currículo. Ele via a educação como um meio de desenvolver habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e cidadania responsável. Destaca-se que o pensamento dele, no que tange a essas habilidades – pensamento crítico, resolução de problemas e cidadania responsável, são bases fundantes da aprendizagem ativa.

Sua obra mais conhecida sobre educação é *Democracy and Education*, publicada em 1916, na qual ele articula suas ideias sobre a importância da educação democrática e sua conexão com a vida social. Ainda, ele enfatizava uma abordagem pragmática e progressiva para a educação, enfocando a participação ativa dos alunos, o aprendizado experiencial e a conexão entre a educação e a vida real. Suas ideias continuam a influenciar a teoria educacional e a prática pedagógica na sociedade contemporânea.

Em razão dessas considerações, explica-se que o objetivo deste estudo é buscar na literatura e nos documentos oficiais subsídios para refletir sobre as potencialidades e os desafios da aprendizagem ativa nos cursos de engenharia no Brasil.

1. Metodologias ativas de aprendizagem: o que diz a literatura?

A metodologia ativa vem sendo utilizada pelo Professor Richard Felder, da Universidade Estadual da Carolina do Norte, em cursos de engenharia, especialmente na Engenharia Química, da qual é professor emérito, desde os anos 1990.

Felder (*website*) aborda a condição que leva um indivíduo a se tornar professor universitário, apontando que essa talvez seja a única profissão qualificada em que não há preparação ou formação necessária. Ele observa que após obter um título de pós-graduação e ingressar no corpo docente, frequentemente a abordagem é sim-

plista: “A propósito, você lecionará a disciplina Y para as turmas K, W e Z no próximo semestre. Até logo”. Assim sendo, esse cenário resulta na aplicação repetitiva de técnicas de ensino que consistentemente demonstraram ser ineficazes na promoção da aprendizagem (Tradução livre).

Embora não seja tema deste estudo, há que se considerar que a profissão docente requer o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) traduzido do inglês *Pedagogical Content Knowledge*. Trata-se de um conceito fundamental na área da educação que se refere à compreensão profunda e integrada que os professores têm sobre o conteúdo que ensinam, com a habilidade de transmitir esse conteúdo de forma eficaz aos alunos (Schulman, 1986).

O PCK vai além do conhecimento do assunto em si e incorpora a compreensão de como ensinar esse conteúdo de maneira adaptada às necessidades dos alunos, às nuances da sala de aula, bem como à diversidade socioeducacional presente no contexto das instituições escolares. O PCK é composto pela interseção de dois outros componentes: Conhecimento do Conteúdo (CK) e Conhecimento Pedagógico Geral (CPG), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - PCK e a interseção com o CK e o CPG



Fonte: Elaborado pela autora (2023) a partir de Schulman (1986).

O CK faz referência ao domínio do assunto que o professor ensina. Isso inclui a compreensão das principais teorias, conceitos, métodos, aplicações e abordagens relacionadas ao conteúdo específico. O CPG diz respeito ao conhecimento sobre estratégias de ensino, metodologias, abordagens educacionais e práticas eficazes para transmitir o conhecimento aos alunos. Isso inclui o entendimento de como apresentar informações de forma clara, criar atividades envolventes, avaliar o progresso dos alunos e adaptar as estratégias conforme necessário.

Assim, a partir da integração desses dois componentes tem-se, de acordo com Schulman (1986), o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) que se refere à capacidade de transformar o conhecimento do conteúdo em formatos compreensíveis e acessíveis aos alunos. Isso envolve a identificação de conceitos-chave, exemplos relevantes, analogias, abordagens de resolução de problemas e estratégias de ensino que ressoam com a compreensão dos alunos.

Destaca-se que o PCK tem uma similaridade com a ideia de Transposição Didática de Chevallard (1986), pois ambos os conceitos abordam a maneira como o conhecimento é transformado e adaptado para o contexto educacional. No entanto, eles tratam de diferentes aspectos desse processo.

O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo se concentra nas estratégias e habilidades que os professores usam para traduzir seu conhecimento do conteúdo em formas acessíveis e compreensíveis para os alunos. Envolve o entendimento de como apresentar o conteúdo, escolher exemplos relevantes, usar analogias, selecionar abordagens de ensino eficazes e adaptar as estratégias conforme necessário para atender às necessidades dos alunos.

Por outro lado, a Transposição Didática de Chevallard (1986) foca na transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar. Ela explora como os conteúdos científicos, que muitas vezes são complexos e abstratos, são simplificados, reorganizados e adaptados para serem ensinados nas escolas. A Transposição Didática envolve a seleção de tópicos, a definição de sequências didáticas, a simplificação de conceitos complexos e a contextualização do conhecimento para torná-lo mais adequado ao nível de compreensão dos alunos.

Portanto, enquanto o PCK se concentra nas estratégias de ensino e na transformação do conteúdo durante o processo de ensino-aprendizagem, a Transposição Didática foca na transformação do conteúdo científico em conteúdo escolar. Ambos os conceitos estão interligados no sentido de que lidam com a adaptação e a tradução do conhecimento para o contexto educacional, embora abordem diferentes aspectos desse processo.

Nessa perspectiva, após essa breve digressão da temática em estudo, retomamos as análises a partir do modo como Felder e Brent (2009) utilizam para explicar as metodologias ativas de aprendizagem.

Se você pensar em qualquer coisa que um professor pode pedir aos alunos para fazer – responder perguntas em sala de aula, completar tarefas e projetos fora da sala de aula, realizar experimentos de laboratório ou qualquer outra atividade

de que não seja apenas ficar sentado passivamente em uma sala de aula – você encontrará pessoas que classificariam isso como metodologia ativa. No entanto, consideramos que uma definição mais restrita, limitada a atividades em sala de aula, é mais útil: *a metodologia ativa é qualquer atividade relacionada ao curso na qual todos os alunos em uma sessão de aula são chamados a participar, além de simplesmente assistir, ouvir e fazer anotações* (Felder; Brent, 2009, p. 2, tradução livre).

De se notar que os autores destacam que, mesmo incluindo atividades ativas por apenas alguns minutos durante uma palestra ou sessão de recitação², os alunos permanecerão mais envolvidos e atentos durante o restante do tempo. Portanto, a aprendizagem ativa não exige que toda a aula seja totalmente focada nessa abordagem, mas a inclusão estratégica de atividades ativas para melhorar o envolvimento e o aprendizado dos alunos.

Felder e Brent (1999) afirmam que é possível cobrir um grande volume de material em pouco tempo usando métodos tradicionais de ensino, como apresentações em PowerPoint. No entanto, eles questionam o objetivo desse tipo de abordagem, destacando que, se o foco for o que os alunos realmente aprendem, é mais importante utilizar exercícios de aprendizagem ativa, mesmo que isso signifique abordar menos conteúdo programático. A ênfase está em descobrir as partes mais importantes do material em vez de simplesmente cobrir todo o conteúdo.

Estudos sobre as metodologias ativas de aprendizagem têm mostrado resultados promissores em diferentes contextos educacionais³. Ao estimular a participação ativa dos estudantes em atividades práticas, discussões em grupo, resolução de problemas reais, estudos de caso e projetos interdisciplinares, essa abordagem busca desenvolver a capacidade deles de aplicar seus conhecimentos de forma criativa e reflexiva (Costa, 2020).

Ainda, também contribui para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, tais como trabalho em equipe, liderança, comunicação afetiva e resiliência, fundamentais para o sucesso profissional e pessoal dos futuros engenheiros. Além dessas habilidades, os estudos de Anastasiou e Alves (2003) possibilitam compreender as potencialidades das MAA. Para tanto, de acordo com elas, as estratégias devem ser conduzidas por objetivos claros, definidos no contrato didático entre professores e alunos. Esses objetivos devem estar presentes no Programa de Aprendizagem e guiarão tanto os professores quanto os alunos durante o processo de ensino.

² Os autores se referem à aula expositiva tradicional como palestra ou sessão de recitação.

³ Ver França e Kato (2022).

Desse modo, a análise de Anastasiou e Alves (2003) também enfoca a relação entre estratégias e aplicação eficaz do conhecimento. Elas sugerem que as estratégias representam meios pelos quais o pensamento é evidenciado e os objetivos são alcançados. As estratégias são adaptadas de acordo com as condições propícias para sua execução, levando em consideração o ambiente, o movimento, as forças envolvidas e a dinâmica pessoal dos alunos. Isso ressalta a importância do conhecimento do professor sobre o aluno e sua própria dinâmica para a escolha e a implementação eficaz das estratégias.

O pensamento dessas autoras tem uma relação intrínseca com as metodologias ativas, uma vez que ambas enfatizam a importância de alinhar objetivos claros com estratégias de ensino-aprendizagem eficazes. Nesse sentido, explorou-se essa interação conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Relação do pensamento de Anastasiou e Alves (2003) com as EPAA

Estratégia	Justificativa
Objetivos claros e estratégias	Ao adotar a aprendizagem ativa, os professores estabelecem objetivos específicos para cada atividade, o que direciona as ações dos alunos e ajuda a alcançar metas educacionais mais eficazes.
Contrato didático e Programa de Aprendizagem	O contrato didático explícito ajuda os alunos a compreenderem o que será esperado deles, enquanto o Programa de Aprendizagem estabelece a estrutura geral e as metas do curso, fornecendo uma base sólida para a seleção de estratégias apropriadas.
Adaptação ao contexto e dinâmica pessoal	A aprendizagem ativa valoriza a adaptação das estratégias às necessidades e características dos alunos. As estratégias de aprendizagem ativa são escolhidas com base no conhecimento prévio dos alunos, suas habilidades, preferências de aprendizado e contextos individuais.
Evidenciação do pensamento	Isso se alinha com a aprendizagem ativa, em que as estratégias são projetadas para incentivar os alunos a pensarem, refletirem e interagirem com o conteúdo. As atividades ativas envolvem os alunos em processos de pensamento mais profundos e permitem que eles demonstrem sua compreensão de maneira prática.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Anastasiou e Alves (2003).

Com base nesses escritos, compreende-se que ambas as abordagens buscam criar ambientes educacionais mais engajadores, significativos e eficazes, ao reconhecer a centralidade dos alunos no processo de aprendizagem.

2. Diretrizes curriculares para os cursos de Engenharia no Brasil

As diretrizes para cursos de Engenharia têm evoluído ao longo dos anos, buscando acompanhar as mudanças tecnológicas e as demandas dos processos produtivos. Em geral, elas enfatizam a formação de profissionais com sólidos conhecimentos técnicos e científicos, habilidades de análise e resolução de problemas, capacidade de trabalhar em equipe e uma visão ética e sustentável em suas práticas profissionais (Brasil, 2019).

Além disso, as diretrizes para cursos de Engenharia também têm destacado a importância de desenvolver nos estudantes habilidades de aprendizagem ao longo da vida, adaptabilidade a novas tecnologias e a capacidade de inovação. Isso tem impulsionado a adoção de metodologias ativas de ensino-aprendizagem no contexto educacional de Engenharia. Lê-se nesse documento oficial que o uso de “metodologias para aprendizagem ativa, devem ser estimulados como forma de promover uma educação mais centrada no aluno” (Brasil, 2019, p. 4).

Considera-se que a expressão *aprendizagem ativa* utilizada nas diretrizes não é a mais adequada para se referir aos processos de aprendizagem, pois toda aprendizagem é, por natureza, ativa, devido à interação entre o aprendiz e o objeto de aprendizagem (Vygotsky, 2007). Segundo a teoria de Vygotsky (2007), a aprendizagem é sempre um processo ativo e construtivo, em que os seres sociais se envolvem com o ambiente e com outras pessoas para internalizar novos conhecimentos e habilidades. Sendo assim, a aprendizagem não ocorre de maneira passiva, mas por meio da colaboração, da resolução conjunta de problemas e da troca de ideias com os outros.

Dito isso, entende-se, no contexto das diretrizes curriculares, que o conceito de *aprendizagem ativa* seja referente ao incentivo do uso das *metodologias ativas*, posto que a aprendizagem não é uma mera absorção de informações, mas uma atividade cognitiva que envolve a ação, a reflexão e a comunicação com outros indivíduos e com o ambiente de aprendizagem.

Tal entendimento se sustenta em diferentes aspectos como a primeira característica descrita no perfil do egresso para as engenharias, que inclui ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético, enquanto mantém uma forte formação técnica (Brasil, 2019) e mantém um forte vínculo com os princípios das metodologias ativas de aprendizagem.

Importa destacar que as metodologias ativas visam não apenas transmitir conhecimento técnico, mas também desenvolver habilidades e competências essenciais para o sucesso profissional e pessoal dos estudantes. A abordagem centrada no

aluno, típica das metodologias ativas, busca promover o pensamento crítico, a reflexão, a criatividade, a cooperação e a ética. Essas metodologias encorajam os alunos a interagirem ativamente com o conteúdo, a resolverem problemas do mundo real, a participarem de discussões, a colaborar com colegas e a tomarem decisões informadas.

Assim, ao adotar metodologias ativas, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver a visão holística e humanista, uma vez que são incentivados a considerar diversas perspectivas e impactos sociais em suas abordagens. A reflexão é promovida por meio de atividades que exigem análise crítica e avaliação das próprias ações e pensamentos. A criatividade é incentivada ao abordar problemas complexos que demandam soluções inovadoras. A cooperação é fomentada através do trabalho em equipe e da troca de ideias com os colegas. A ética é enfatizada a partir da exploração de dilemas éticos e do desenvolvimento de decisões moralmente fundamentadas.

Nesse contexto, infere-se que a competência mencionada no perfil do egresso está alinhada com os princípios das metodologias ativas, que visam formar profissionais não apenas tecnicamente competentes, mas também capazes de enfrentar desafios complexos de forma ética, criativa e colaborativa.

3. As diretrizes, a formação e as competências requeridas dos engenheiros

Antes de prosseguir para a análise sobre as competências requeridas na formação dos engenheiros, é importante informar ao leitor o que se entende por competência. Perrenoud (1999, p. 11) refere-se a esse conceito como a “capacidad para movilizar diversos recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones”. Zabala (2005, p. 105) assevera que “una competencia se compone de una *operación* (acción mental); sobre un *objeto* (que es lo que habitualmente llamamos conocimiento); para el logro de un *fin* determinado (contexto de aplicación)”.

El reconocimiento de una competencia pasa no sólo por la identificación de las situaciones que hay que manejar, de los problemas que hay que resolver, de las decisiones que hay que tomar, sino también por la explicitación de los saberes, de las capacidades, de los esquemas de pensamiento y de las necesarias orientaciones éticas. Actualmente, se define en efecto una competencia como la aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizand o a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades, microcompetencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento (Perrenoud, 2001).

Nesse excerto, Perrenoud (2001) destaca que reconhecer e demonstrar competência vai além de apenas abordar situações ou problemas; também implica ser capaz de compreender e articular de maneira consciente e eficaz uma variedade de recursos cognitivos e habilidades no contexto apropriado. A competência não se trata apenas de resolver situações isoladas, mas de aplicar um conjunto de recursos de maneira coerente e adaptável em uma série de contextos semelhantes. Além disso, ele menciona a importância dos aspectos éticos na competência, o que envolve tomar decisões informadas e éticas no processo.

A partir de estudos de pesquisadores como Perrenoud (1999), constata-se que *competência e habilidade* são dois termos relacionados, mas têm significados distintos dentro do contexto educacional. Uma habilidade se refere à capacidade prática de executar uma tarefa específica. Ela é geralmente adquirida por meio da prática, do treinamento e da experiência. As habilidades são ações concretas que alguém pode realizar com proficiência. Por exemplo, tocar um instrumento musical, programar um computador, costurar, cozinhar ou resolver cálculos matemáticos são habilidades específicas.

Já a competência é um conceito mais amplo que envolve não apenas a habilidade prática, mas também o conhecimento, as atitudes e a capacidade de aplicar habilidades em situações diversas. Ela abrange a capacidade de resolver problemas, tomar decisões, adaptar-se a diferentes contextos, trabalhar em equipe, comunicar-se eficazmente e lidar com desafios variados (Perrenoud, 1999). Não se limita apenas a realizar uma tarefa específica, mas engloba um conjunto de habilidades, conhecimentos e atitudes que possibilitam uma atuação eficaz em diferentes cenários.

Registra-se que, após analisar as competências gerais descritas nas diretrizes (Brasil, 2019), entende-se que as metodologias ativas contribuem para o desenvolvimento das competências necessárias para a formação de engenheiros, preparando-os para enfrentar os desafios da profissão de maneira eficaz, ética e inovadora.

Tais competências (Brasil, 2019) abrangem desde a colaboração em equipes multidisciplinares até o conhecimento da ética e legislação profissional, bem como a busca constante por aprendizado autônomo e adaptação a situações complexas. Elas refletem a ampla gama de habilidades, conhecimentos e atitudes necessários para a formação de engenheiros, abordando desde a compreensão de fenômenos até a comunicação eficaz e a gestão de projetos e soluções (Brasil, 2019).

Evidentemente, essas habilidades são desenvolvidas por meio da aplicação prática das metodologias ativas de aprendizagem, que enfatizam a resolução de problemas reais, a colaboração, a reflexão e a tomada de decisões éticas. Elas capacitam os futuros engenheiros a enfrentarem os desafios complexos do mundo do trabalho.

4. As competências e as metodologias ativas: o engenheiro do século XXI

Cardoso (2021) ressalta uma transformação significativa no perfil esperado do engenheiro ao longo do tempo, contrastando-o com o papel tradicional que se limitava à execução passiva de ordens e tarefas. Diante das atuais demandas da profissão, as características que anteriormente eram suficientes tornaram-se insuficientes devido à complexidade dos desafios contemporâneos.

A visão integral do processo se torna crucial para compreender não apenas a especialidade de atuação, mas também a interconexão entre diversas etapas e setores, exigindo uma abordagem mais sistêmica. Paralelamente, espera-se que o engenheiro demonstre compromisso e responsabilidade em relação aos resultados de projetos ou processos, incentivando uma atuação proativa para assegurar qualidade e sucesso (Cardoso, 2021).

Além disso, a capacidade de expressar opiniões e questionar demonstra a importância da comunicação clara e eficaz. Essa habilidade não se limita a compartilhar ideias, mas também a levantar questionamentos e desafiar pressupostos, contribuindo para a inovação e melhoria contínua das práticas (Cardoso, 2021).

Em um contexto em que a tomada de decisões fundamentadas é essencial, o raciocínio crítico se torna uma habilidade fundamental para o engenheiro. A avaliação de informações, identificação de problemas e análise de alternativas embasadas em dados sólidos e argumentos consistentes ganham destaque (Cardoso, 2021).

Importa destacar que a ênfase na atuação não passiva ressalta a importância da proatividade. O engenheiro moderno é incentivado a ser independente, criativo e responsável pelo desenvolvimento e sucesso de suas atividades. Isso não se trata de teimosia, mas de uma atitude propositiva, inovadora e corajosa diante dos desafios (Cardoso, 2021).

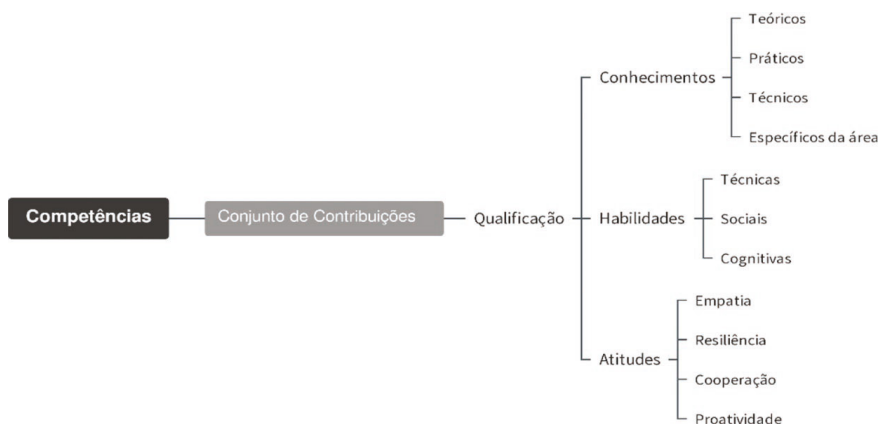
As ideias de Cardoso (2021) destacam que o engenheiro contemporâneo deve transcender às habilidades técnicas básicas, abraçando competências que incluem visão holística, compromisso, habilidades comunicativas, pensamento crítico e atitude proativa. Essa evolução reflete as demandas da sociedade e dos processos produtivos, que requerem profissionais versáteis capazes de enfrentar complexidade e incerteza com eficácia.

Nessa perspectiva, Cardoso (2021) enfatiza que o engenheiro contemporâneo deve ter uma compreensão aprofundada dos impactos socioambientais de seus projetos. Ele destaca a relevância de entender a origem dos materiais utilizados, como a matéria-prima, para garantir que sua extração não prejudique o meio ambiente ou

exploração de trabalhadores, citando o exemplo do lítio em baterias de celulares, que é frequentemente extraído sob condições precárias no Congo. Com essa consciência, espera-se que os engenheiros optem por fontes confiáveis e projetem equipamentos que minimizem o impacto ambiental ao fim de sua vida útil.

A respeito das competências, Gattai (2013) destaca que, independentemente da perspectiva em que são abordadas, elas envolvem o conjunto de contribuições que uma pessoa oferece com base em sua qualificação, incluindo conhecimentos, habilidades e atitudes. Essas contribuições são reconhecidas no contexto em que ocorrem, sendo observadas e mensuradas por meio do comportamento da pessoa. À vista disso, elaborou-se o Organograma 1 visando à melhor apresentação das ideias dessa autora.

Organograma 1 - Concepção de competências

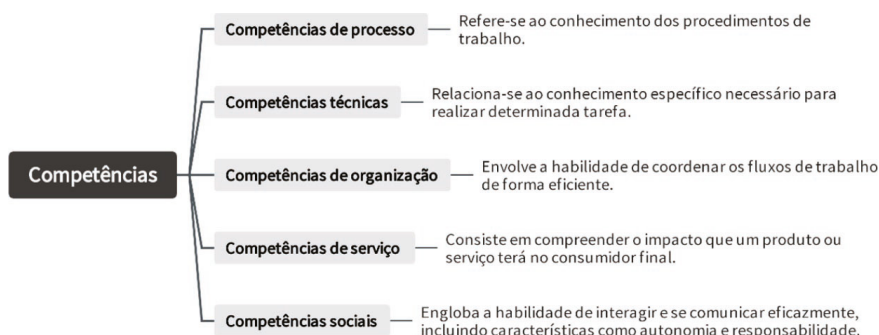


Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de Gattai (2013).

Conforme ilustrado no Organograma 1, a qualificação abrange conhecimentos teóricos, práticos e técnicos, especialmente aqueles pertinentes à área de atuação (Gattai, 2013). Essa qualificação não se limita apenas a habilidades técnicas, mas também engloba competências sociais e cognitivas. Além das capacidades técnicas, enfatiza-se a importância de habilidades sociais e de pensamento crítico. Atitudes como empatia, resiliência, cooperação e proatividade são também essenciais.

No Organograma 2, são detalhadas cinco categorizações de competências conforme Zarifian (2003).

Organograma 2 - Categorizações de competências



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de Zarifian (2003).

Observa-se no Organograma 2 que, para cada competência identificada, sugere-se uma metodologia ativa correspondente para seu desenvolvimento.

1. Competências de processo: Aprendizado Baseado em Problemas (PBL), pois, nela, os alunos enfrentam problemas reais da sua área, aprendendo os procedimentos necessários para solucioná-los.

2. Competências técnicas: Aprendizado Baseado em Projetos é o mais apropriado, incentivando os alunos a aplicarem seus conhecimentos técnicos na elaboração ou otimização de produtos ou processos.

3. Competências de organização: Estudos de Caso são recomendados. Ao examinar casos reais, os alunos entendem a organização de processos e as estratégias eficazes empregadas.

4. Competências de serviço: Ensino Híbrido, que combina métodos online e presenciais, é sugerido. Por meio de simulações e discussões, os alunos visualizam o impacto de serviços e produtos nos clientes.

5. Competências sociais: Aprendizado Colaborativo, pois, por meio do trabalho em equipe e atividades colaborativas, os alunos aprimoram habilidades de comunicação, colaboração e negociação.

Entende-se que, ao integrar essas metodologias ativas com as respectivas competências, proporciona-se aos alunos uma aprendizagem prática e contextualizada, preparando-os para os desafios da profissão de engenheiro.

Partindo do questionamento sobre como os professores podem avaliar a eficácia das metodologias ativas na formação do engenheiro, são propostas nove abor-

dagens que integram ferramentas quantitativas e qualitativas. Primeiro, as Avaliações Formativas, realizadas durante o processo de aprendizado, incluem quizzes, discussões e tarefas curtas, fornecendo *feedback* imediato sobre a compreensão do aluno. Em contrapartida, as Avaliações Somativas, como provas e projetos, informam o conhecimento acumulado e a capacidade de aplicação prática.

Encoraja-se também a Autoavaliação e Reflexão, em que os alunos ponderam sobre seu aprendizado e áreas de dificuldade, e a Avaliação entre Pares, que permite uma visão diversificada sobre o entendimento do conteúdo. *Feedbacks* e Questionários são ferramentas importantes para identificar pontos fortes e áreas de melhoria ao final de módulos.

Nesse contexto, destaca-se a relevância das Observações em Sala de Aula, visto que elas fornecem percepções sobre a participação e envolvimento dos alunos. O desempenho em projetos práticos, simulando situações reais, também pode ser um bom indicativo do aprendizado. Taxas de Retenção e Sucesso são métricas que, ao serem comparadas antes e após a adoção das metodologias ativas, podem sinalizar seu impacto. Indicam-se as Discussões Colaborativas com colegas que podem oferecer uma visão ampla sobre a eficácia das abordagens adotadas.

Assim, o *feedback* dos alunos assume um papel central na avaliação das metodologias ativas, proporcionando a oportunidade de refinamentos contínuos no processo de ensino. A promoção da autoavaliação dos alunos se torna relevante, estimulando a reflexão sobre seu próprio aprendizado, identificação de pontos fortes e áreas de aprimoramento, assim como o impacto das metodologias ativas no desenvolvimento. Em contextos de pesquisa, a comparação dos resultados entre grupos que adotam metodologias ativas e grupos que seguem abordagens tradicionais oferece insights sobre as diferenças na aprendizagem e aquisição de competências.

A avaliação da eficácia das metodologias ativas na formação do engenheiro é uma abordagem multifacetada, abrangendo desde o domínio do conteúdo até o desenvolvimento de competências práticas. Além disso, a avaliação das competências pode ser executada por meio de rubricas ou critérios específicos, tais como trabalho em equipe, pensamento crítico e resolução de problemas. A análise de portfólios, que revisita os trabalhos e projetos realizados durante o curso, proporciona uma visão completa do progresso dos alunos.

Felder e Brent (2009) abordam as metodologias ativas no contexto das engenharias, reconhecendo a relevância das tradicionais palestras ministradas pelos professores. No entanto, ressaltam a importância de diversificar as estratégias de ensino para melhor engajar os alunos e aprimorar a aprendizagem.

Nesse sentido, eles sugerem que os professores incorporem atividades interativas, como perguntas e discussões, nas notas de palestras prévias à aula. Essa abordagem dinâmica e interativa, que combina palestras com atividades ativas, cria um ambiente de aprendizado mais eficaz e envolvente, resultando em uma qualidade de aprendizado superior. Pesquisas como a de Prince (2004) são mencionadas como respaldo às evidências de que as metodologias ativas podem substancialmente melhorar os resultados de aprendizado dos alunos.

De acordo com Felder e Brent (2009, p. 4), existem dois erros comuns que os educadores cometem em sala de aula: (1) estender atividades por um período muito longo (mais de três minutos); e (2) pedir voluntários para responder após cada atividade. Eles argumentam que a limitação do tempo para resolver problemas evita desigualdades entre grupos e mantém todos os alunos envolvidos. Além disso, a abordagem de chamar alunos para responder aleatoriamente após um breve período estimula o engajamento e a preparação de todos os alunos.

Apesar de uma possível resistência inicial por parte de alguns estudantes, Felder e Brent (2009), com base em suas décadas de experiência, enfatizam que é essencial que os educadores comuniquem aos alunos os substanciais benefícios evidenciados das estratégias de aprendizagem baseadas em metodologias ativas. Essas abordagens não apenas aprimoram a compreensão dos conteúdos abordados, mas também têm o potencial de elevar o desempenho acadêmico dos alunos.

Conforme Felder e Brent (2009), ao longo do tempo, a resistência dos alunos em relação às metodologias ativas tende a diminuir à medida que percebem os benefícios envolvidos. Eles destacam a importância da aprendizagem colaborativa e seu impacto nos resultados de aprendizagem dos estudantes. A aprendizagem colaborativa difere das abordagens individuais, enfatizando o trabalho em equipe, e sua eficácia é respaldada por dados empíricos de estudos de meta-análise que exploraram os efeitos da colaboração no desempenho acadêmico.

Na prática, a participação em atividades colaborativas pode resultar em um aprimoramento no desempenho acadêmico, com um coeficiente de efeito em torno de 0,56 (Felder; Brent, 2009), em comparação com abordagens individuais. A natureza da aprendizagem colaborativa pode variar, desde debates em pequenos grupos até projetos conjuntos mais complexos. Além dos ganhos acadêmicos, a colaboração também promove o desenvolvimento de competências sociais, trabalho em equipe e habilidades de comunicação entre os alunos.

No cenário apresentado, o valor “0,56” refere-se a um coeficiente de efeito que mede a magnitude da diferença nos resultados de aprendizagem entre a aprendiza-

gem colaborativa e as abordagens individuais. Um coeficiente de efeito de 0,56 indica um impacto positivo considerável da aprendizagem colaborativa no desempenho acadêmico dos alunos.

Em uma configuração de sala de aula com muitos alunos, a aplicação da aprendizagem ativa se torna ainda mais crucial. Felder e Brent (2009) apontam que turmas numerosas, com 75 alunos ou mais, são comuns nas etapas iniciais e avançadas da formação em engenharia. Nesse contexto, a aprendizagem ativa se destaca como uma abordagem eficaz.

À medida que o número de alunos aumenta, torna-se desafiador envolvê-los em participação ativa durante palestras/aulas tradicionais. A atividade ativa em pequenos grupos de dois ou três estudantes reduz o constrangimento e incentiva o envolvimento de todos os alunos. Felder e Brent (2009) observam que, embora haja diferenças na intensidade sonora entre turmas de diferentes tamanhos, a eficácia das atividades em pequenos grupos é evidente em todas elas.

De acordo com Felder (1988), muitas aulas de engenharia ainda se mantêm em um formato passivo, impedindo a participação ativa dos alunos. Tal abordagem acaba por desfavorecer tanto os aprendizes ativos quanto os reflexivos. A eficácia do aprendizado se potencializa quando as aulas são estruturadas de forma que incentivem os alunos a tanto experimentarem ativamente quanto refletirem sobre o conteúdo apresentado.

Adotar metodologias ativas na sala de aula não apenas promove uma interação mais dinâmica entre alunos e professores, mas também desenvolve habilidades essenciais para os engenheiros, como trabalho em equipe, comunicação e pensamento crítico. Além disso, essas estratégias pedagógicas enriquecem o aprendizado, fomentando a criatividade e a inovação. Assim, os estudantes se tornam mais preparados para enfrentar os desafios da carreira de engenharia e propiciarem contribuições significativas para a sociedade e o avanço tecnológico.

Considerações finais

O perfil do engenheiro contemporâneo vem passando por transformações marcantes. A evolução do setor exige um profissional que não apenas execute tarefas, mas também compreenda as complexidades inerentes aos desafios atuais. A capacidade de enxergar o processo geral, conectando diferentes etapas e setores, tornou-se crucial.

Nesse contexto, a abordagem mais sistêmica que se espera do engenheiro moderno está atrelada a uma responsabilidade elevada quanto aos resultados de seus projetos e processos numa relação indissociável do contexto socioambiental. É imperativo que esse profissional saiba comunicar-se de forma clara e eficaz, expressando opiniões, levantando questionamentos e desafiando pressupostos estabelecidos.

No cenário educacional, as metodologias ativas são estratégias pedagógicas promissoras para atender a essas demandas. Ao promover a interação e o engajamento ativo dos alunos, essas metodologias têm o potencial de cultivar não apenas habilidades técnicas, mas também competências sociais e cognitivas. Em especial, a aprendizagem colaborativa revelou-se de grande valia, demonstrando impactos positivos consideráveis no desempenho acadêmico dos estudantes.

Por outro lado, as turmas numerosas, comuns em muitas etapas da formação em engenharia, trazem desafios adicionais. Contudo, a implementação estratégica de atividades ativas em grupos menores pode ser a chave para maximizar o engajamento e minimizar os constrangimentos. Nesse ambiente, todos os estudantes têm a oportunidade de participar ativamente, fortalecendo sua aprendizagem.

De se notar que a avaliação contínua da eficácia dessas metodologias é essencial. As múltiplas abordagens apresentadas, desde avaliações formativas até observações em sala de aula, sublinham a necessidade de um *feedback* ininterrupto e ajustes para otimizar a experiência educacional.

Os educadores, ao se adaptarem a essa nova era da engenharia, têm a responsabilidade de possibilitar a formação de profissionais para a sociedade contemporânea, equipando-os não apenas com conhecimento, mas também com as competências necessárias para navegar nos complexos desafios do século XXI.

Referências

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate (org.). Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate. **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: UNIVILLE, 2003.

BERBEL, Neusi. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: MEC, 2019. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNECESN22019.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

CARDOSO, José Roberto. Um livro para formar o engenheiro do século XXI. In: MISLEH, Soraya. **Comunicação SEESP.** Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo. SEE: São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.seesp.org.br/site/index.php/comunicacao/noticias/item/20460-um-livro-para-formar-o-engenheiro-do-seculo-xxi>. Acesso em: 2 set. 2023.

CHEVALLARD, Yves. La Transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné. **Revue française de pédagogie**, n. 76, p. 89-91, 1986, Disponível em: https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1986_num_76_1_2401_t1_0089_0000_1. Acesso em: 27 ago. 2023.

COSTA, Maria Adélia da. **Formação de professores para educação profissional:** normatizações, metodologias e práticas. Brazil Publishing: Curitiba, 2020.

DEWEY, Jonh. **Democracia e educação:** introdução à filosofia da educação. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1959.

FELDER, Richard. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. **Engr. Education**, v. 78, n. 7, p. 674-681, 1988. Disponível em: <https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1QP6kBIiQmpQbTXL-08HSl0PwJ5BYnZW/1988-LS-plus-note.pdf>. Acesso em: 3 maio 2023.

FELDER, Richard. Teaching and learning STEM. **Richard Felder's legacy website.** © 2023 NC State University. NC Estate: Engineering College, website. Disponível em: <https://www.engr.ncsu.edu/stem-resources/>. Acesso em: 3 maio 2023.

FELDER, Richard; BRENT, Rebecca. FAQs. II: active learning, covering the syllabus, and dealing with large classes. **Chem. Engr. Education**, v. 33, n. 4, p. 276-277, 1999. Disponível em: https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1uynr955nPoJcTtp3SzYGMpKjaBLGhOyR/1999-r_faqs-2.pdf. Acesso em: 3 maio 2023.

FRANÇA, Celso Aparecido de; KATO, Edilson Reis Rodrigues (org.). **Metodologias ativas aplicadas nas Engenharias UFSCar**. São Carlos: UFSCar/CPOI, 2022.

GATTAI, Maria Cristina Pinto. A fragilidade da classificação das competências. **Psic. Rev.**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 9-42, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/16656-Texto%20do%20artigo-40908-1-10-20130917.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2023

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERRENOUD, Philippe. La formación de los docentes en el siglo XXI. **Revista de Tecnología Educativa**, Santiago - Chile, XIV, n. 3, p. 503-523, 2001.

PRINCE, Michael. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **J. Engr. Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004. Disponível em: https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1smSpn4AiHSh8z7a0MHDBwhb_JhcoLQmI/2004-Prince_AL.pdf. Acesso em: 17 ago. 2023

SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, California, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1175860>. Acesso em: 25 ago. 2023

TONINI, Adriana. GT 03 - Formação profissional e competências requeridas do engenheiro. In: SITRE, 8., 2020. **Anais [...]**. Disponível em: <https://sitre.appos.org.br/wp-content/uploads/2021/01/GT-03-Formacao-profissional-e-competencias-requeridas-do-engenheiro.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2023.

VIGOTSKY, Lee S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ZABALA, Goñi J. M. **El Espacio Europeo de Educación Superior: un reto para la universidad**. Barcelona: Octaedro / ICE Universidad de Barcelona, 2005.

ZARIFIAN, P. **O modelo da competência**. São Paulo: Senac, 2003.



USINA DE PROJETOS EXPERIMENTAIS (UP_x) E A FORMAÇÃO INTEGRAL DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA

Alexandre Marcos de Mattos Pires Ferreira¹

Fabiano Marques²

Thaís Barros Beldi³

Luciano Freire⁴

Introdução

O avanço da tecnologia na vida cotidiana impactou todos os setores da sociedade, principalmente, a educação em seus diversos níveis: infantil, básica e superior.

No ensino superior, observa-se que esses impactos estão relacionados ao que se espera dos profissionais do século XXI, isto é, novas competências e habilidades são esperadas para os egressos de todas as áreas de atuação, mas, sobretudo dos cursos de engenharia, pois esses cursos sempre focaram nas competências técnicas, muitas vezes renegando a importância das competências socioemocionais, por exemplo.

Com essa preocupação em mente, o Ministério da Educação (MEC), por meio do Conselho Nacional de Educação/ Câmara de Educação Superior (CNE/CES), em 2021, em seu Parecer nº 1362, que versa sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, determinou que:

O perfil dos egressos de um curso de engenharia compreenderá uma sólida formação técnico científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identi-

¹ Centro Universitário Facens.

² Centro Universitário Facens.

³ Centro Universitário Facens.

⁴ Centro Universitário Facens.

ificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (Brasil, 2021, p. 4).

No parecer supracitado, evidencia-se que as instituições de ensino superior devem propiciar aos estudantes, dentro de sua matriz curricular, oportunidades do desenvolvimento das competências técnicas, socioemocionais e empreendedoras, sempre considerando atender às demandas da sociedade, como a sustentabilidade.

Com o foco em cumprir o Parecer do CNE/CES nº 1362 e, também, acreditar que os futuros engenheiros necessitam de uma base sólida de conhecimentos técnicos/específicos e de competências e habilidades socioemocionais e empreendedoras, o Centro Universitário Facens criou o componente curricular denominado Usina de Projetos Experimentais (UPx). O presente trabalho tem por objetivo explicitar como a UPx contribuiu e contribui para a formação integral dos estudantes da Facens.

1. Mudança de paradigma no ensino de engenharia

Para que se possa entender a mudança de paradigma pela qual o ensino brasileiro passa e, conseqüentemente, os cursos de engenharia, faz-se necessário analisar o documento que determina as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (DCN), de 2021.

Na leitura do documento, encontra-se a contextualização do desafio global do ensino de engenharia, que perpassa sobre a mudança do conceito de qualificação profissional, isto é:

O desafio que se apresenta o ensino de engenharia no Brasil é um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. O próprio conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a presença cada vez maior de componentes associadas às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas, interpretar de maneira dinâmica a realidade. O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões (Brasil, 2021, p. 1).

Portanto, pode-se dizer que para a qualificação profissional dos futuros engenheiros deve estar ligada não apenas à qualificação técnica, mas, também, à capacidade de interagir com pessoas de diversas áreas do conhecimento, visto que a visão

cartesiana do mundo está/foi sendo/mudada pela visão sistêmica, na qual as soluções propostas/encontradas possuem causas e efeitos em múltiplas dimensões.

As DCN evidenciam que:

Não se adequar a esse cenário procurando formar profissionais com tal perfil significa atraso no processo de desenvolvimento. As IES no Brasil têm procurado, através de reformas periódicas de seus currículos, equacionar esses problemas. Entretanto essas reformas não têm sido inteiramente bem sucedidas, dentre outras razões, por privilegiarem a acumulação de conteúdos como garantia para a formação de um bom profissional (Brasil, 2021, p. 1).

Esse é um ponto crucial para se atingir a tal mudança de paradigma, isto é, deixar de lado o ensino que tem como fundamento o acúmulo de conteúdo para o ensino baseado em competências técnicas e, também, socioemocionais.

Logo, os cursos de engenharia devem possuir: currículos flexíveis; ensino baseado em competências; abordagem pedagógica que coloque o estudante como protagonista do processo de aprendizagem; a valorização do ser humano; a sustentabilidade; e a interação social da profissão (Brasil, 2021).

Para que a mudança de paradigma proposta pelas DCN saia do papel e aconteça na prática, as Instituições de Ensino Superior (IES) devem compreender o novo conceito de currículo, que se sustenta em três pilares: o conjunto de experiências de aprendizado, processo participativo e programa de estudos (Brasil, 2021).

Quando mencionam o conjunto de experiências de aprendizado, as DCN se referem não apenas às atividades convencionais de sala de aula, mas também às que devem contribuir para a formação do futuro profissional, sendo elas:

(...) iniciação científica e tecnológica, programas acadêmicos amplos, a exemplo do Programa de Treinamento Especial da CAPES (PET), programas de extensão universitária, visitas técnicas, eventos científicos, além de atividades culturais, políticas e sociais, dentre outras, desenvolvidas pelos alunos durante o curso de graduação. Essas atividades complementares visam ampliar os horizontes de uma formação profissional, proporcionando uma formação sociocultural mais abrangente (Brasil, 2021, p. 2).

Em relação ao processo participativo, as DCN definem “(...) que o aprendizado só se consolida se o estudante desempenhar um papel ativo de construir o seu próprio conhecimento e experiência, com orientação e participação do professor” (Brasil, 2021, p. 2).

As DCN finalizam o novo conceito de currículo com o que denominam como programa de estudo, que deve estar:

(...) coerentemente integrado se fundamenta na necessidade de facilitar a compreensão totalizante do conhecimento pelo estudante. Nesta proposta de Diretrizes Curriculares, abre-se a possibilidade de novas formas de estruturação dos cursos. Ao lado da tradicional estrutura de disciplinas organizadas através de grade curricular, abre-se a possibilidade da implantação de experiências inovadoras de organização curricular (...) (Brasil, 2021, p. 2).

Portanto, pode-se concluir que as bases que sustentam a mudança de paradigma no ensino de Engenharia no Brasil são:

- Currículo flexível
- Ensino por competência
- Aprendizagem ativa
- Desenvolvimento socioemocional
- Sustentabilidade
- Visão sistêmica de mundo.

O Centro Universitário Facens, para colocar em prática as mudanças de paradigma propostas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (DCN), de 2021, implantou uma nova matriz curricular para todos os cursos de engenharia e criou um componente denominado Usina de Projetos Experimentais (UPx), que tem como cerne as bases propostas pelas DCN.

2. Concepção do componente curricular - UPx: Usina de Projetos Experimentais

Conforme já relatado no item anterior, a Facens, ao rever a matriz curricular dos cursos de engenharia, com o objetivo de formar futuros profissionais com o perfil determinado pelas DCN, criou o componente curricular chamado Usina de Projetos Experimentais - UPx.

O UPx começou a ser implantado no primeiro semestre de 2020, por meio de um componente curricular específico ofertado do 1º ao 8º semestre e do componente curricular TCC - Trabalho de Conclusão de Curso, presente no 9º e 10º semestre, visando à intensificação do processo de aprendizagem e tendo como base:

- Na participação ativa do estudante, no seu processo de aprendizagem, e do professor, como um agente de provocação e mediação nesse processo. Para que isso aconteça utiliza-se na UPx a Metodologia Ativa de Aprendizagem:

(...) que coloca os estudantes como principais agentes de seu aprendizado; através dela, percebe-se o estímulo à crítica e à reflexão, incentivadas pelo professor que conduz a aula. O próprio aluno é o centro desse processo, pois através da aplicação de uma metodologia ativa é possível trabalhar o aprendizado de uma maneira mais participativa, uma vez que a colaboração dos alunos como sujeitos ativos trazem fluidez e essência de tal possibilidade educativa em sala de aula (Beier *et al.*, 2017, p. 2).

As Metodologias Ativas de Aprendizagem aplicadas na UPx são: aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projeto e aprendizagem baseada em estudo de caso.

- Na aprendizagem significativa, que:

(...) se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2012, p. 2).

- No “saber lidar” com os desafios que surgirão ao longo do caminho da descoberta, desafios que permeiam os aspectos emocionais e sociais que norteiam as relações pessoais e profissionais do indivíduo.

- No ensino por competências, tendo como conceito de competência:

(...) a aptidão para enfrentar uma família de situações análogas, mobilizando de uma forma correta, rápida, pertinente e criativa, múltiplos recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro competências, informações, valores, atitudes, esquemas de percepção, de avaliação e de raciocínio (Perrenoud *et al.*, 2002, p. 19).

- Nos pilares educacionais da instituição⁵ e o estímulo à vivência do estudante a partir da interação com o ecossistema da instituição, isto é: o Instituto de Pesquisa da Facens (IP Facens), os Centros de Inovação⁶, os departamentos de auxílio ao estudante⁷, setor produtivo⁸ e sociedade⁹.

⁵ Os pilares educacionais são: inovação, empreendedorismo, internacionalização e sustentabilidade.

⁶ A Facens possui diversos Centros de Inovação, tais como: SMART LAB (Cidades Inteligentes), ENLACE (Socioemocional), LIS (Inovação Sustentável) BRAIN (Inteligência Artificial), LIGA (Software House), Indústria 4.0, FABLAB (Fabricação Digital), FACE (Empreendedorismo), entre outros.

⁷ DRI (Internacionalização) e Escritório de Carreiras.

⁸ Primário, secundário e terciário.

⁹ Primeiro, segundo e terceiro setor.

A UPx possui carga semestral de 80 horas distribuídas entre Mentoria e Projeto, isto é:

- **Mentoria:** encontro presencial dos estudantes com o professor mediador e tem por objetivo orientar os estudantes durante as fases de elaboração e condução de projeto em grupo (proposta e objetivos do projeto; plano de trabalho; gestão e entregas) – carga de 40 horas.
- **Projeto:** sob o acompanhamento do professor mediador durante as mentorias, o grupo desenvolve o projeto de modo autônomo, propõe mudanças, buscar parcerias, apresenta e debate a proposta – carga de 40 horas.

O aluno deverá, de forma complementar, estruturar e executar um **Plano de desenvolvimento do estudante**. De acordo com o perfil, objetivos e habilidades de interesse, o estudante escolhe oficinas e atividades oferecidas dentro e/ou fora da Instituição para compor a carga de 20 horas semestrais exigidas como atividades complementares e de extensão e que possuem papel importante na nova proposta de formação do futuro profissional de engenharia.

A figura abaixo exemplifica como o componente curricular UPx foi pensado de forma sistêmica, isto é, fornecendo acesso aos estudantes ao ecossistema da Facens, interagindo com a sociedade e o mercado.

Figura 1 - Concepção UPx



Fonte: Centro Universitário Facens.

As competências e habilidades serão desenvolvidas gradativamente ao longo do curso e organizadas em três módulos. As competências técnicas e profissionalizantes específicas de cada curso estarão descritas no Projeto Pedagógico do Curso - PPC.

- **Módulo I** (voltado a alunos do primeiro ao quarto semestre):

Tem como objetivo o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e intercursos, preferencialmente, e será voltado ao estímulo do desenvolvimento de comportamentos e atitudes relacionadas ao contexto socioemocional (as chamadas *soft skills*). O foco será os pilares Ser e Conviver.

Nesse módulo os projetos/desafios serão sugeridos pela instituição e planejados de forma a intensificar o convívio e o exercício/desenvolvimento de habilidades como: comunicar-se de forma eficaz, trabalhar em equipe, pensamento criativo, resiliência, empatia, liderança e ética.

- **Módulo II** (voltado a alunos do quinto ao oitavo semestre):

Também envolverá o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e intercursos, mas o intuito passa a ser o desenvolvimento de competências técnicas, ou seja, o foco dos projetos estará nos pilares Conhecer e Fazer. O objetivo é incorporar os aspectos técnicos no desenvolvimento dos projetos. A escolha dos temas será feita pelos estudantes a partir de temas priorizados pelo Núcleo de Inteligência e Inovação Acadêmica ou sugestões apresentadas pelos estudantes e validada pela instituição.

Durante esse módulo o envolvimento do aluno com os atores do ecossistema de inovação Facens é essencial para o exercício da criatividade e da aprendizagem significativa. O aluno deverá aprimorar as competências socioemocionais e será estimulado a desenvolver autonomia, resiliência e competências técnico-profissionalizantes relacionadas à sua área de formação – descritas detalhadamente no PPC do curso.

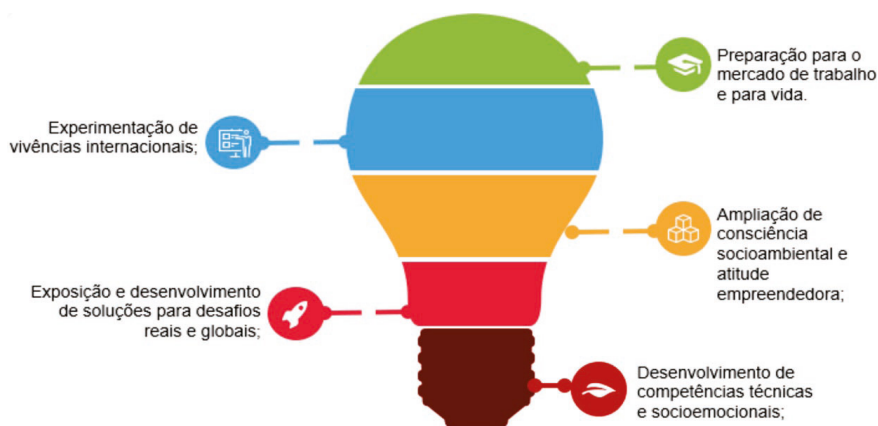
- **Módulo III** (voltado a alunos do nono ao décimo semestre):

O conceito da Usina de Projetos Experimentais será implementado a partir dos componentes curriculares do Trabalho de Conclusão de Curso I e II.

Nesse módulo a turma terá um professor responsável pelo componente curricular e continuará buscando a orientação técnica no grupo de professores orientadores do Centro Universitário Facens.

Pode-se concluir que a Usina de Projetos Experimentais (UPx) é uma unidade curricular e um espaço de aprendizagem para: a ampliação de consciência sistêmica e sustentável, o desenvolvimento das atitudes empreendedoras, integração com o ecossistema de inovação Facens, desenvolvimento e ampliação da visão global, desenvolvimento socioemocional, exposição a desafios reais e aproximação da universidade com o mercado. Logo, podemos observar na figura abaixo a finalidade da UPx na formação do estudante.

Figura 2 - Finalidade da UPx



Fonte: Centro Universitário Facens.

3. Implementação das Usinas de Projetos Experimentais - UPx

A implementação da UPx foi realizada em todos os cursos de engenharia ofertados pela Facens: engenharia agrônômica, civil, computação, elétrica, mecânica, mecatrônica, produção e química.

Atualmente a UPx está sendo ofertada desde o primeiro ao oitavo semestre, e no 9º e 10º semestre os alunos cursam o componente curricular denominado Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), que oferece três opções de linha de trabalho: pesquisa pura, pesquisa aplicada e empreendedor (modelo UPx).

3.1 Temas norteadores e conteúdos trabalhados

Cada UPx possui um tema norteador que está estreitamente ligado aos pilares da Instituição, aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) e aos eixos das cidades inteligentes. A temática específica de cada semestre é:

- 1º semestre: Cidades Inteligentes
- 2º semestre: Desenvolvimento Sustentável
- 3º semestre: Energias Renováveis
- 4º semestre: Mobilidade e Urbanização
- 5º semestre: Transformação Digital

- 6º semestre: Sociedade Híbrida
- 7º semestre: Impacto das Mudanças Climáticas
- 8º semestre: Empreendedorismo & Inovação Social

Importante salientar que nas UPx 1 a 4, o estudante, com o seu grupo, define o projeto a ser elaborado dentro da temática do semestre. A partir da UPx 5, esses desafios são propostos por empresas parceiras da Facens, que enviam problemas reais para que sejam estudados e que os estudantes proponham possíveis soluções.

Além das temáticas trabalhadas, cada UPx aborda assuntos técnicos e comportamentais diferentes, trazendo conhecimento na área de gestão de pessoas e de negócios, apresentando ferramentas de execução que auxiliam a prototipagem, bem como assuntos que trabalham competências socioemocionais no estudante. Algumas das ferramentas utilizadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Ferramentas utilizadas nas unidades curriculares UPx

Ferramentas de Gestão	Ferramentas Socioemocionais	Ferramentas de Execução
Project Libre	Trabalho em Equipe	Cortadora a Laser
Scrum, Kanban, Scrumban	Atitudes Empreendedora	Impressora 3D
Trello	Cuidado, entusiasmo, assertividade, curiosidade, iniciativa social e empatia	Cortadora de Vinil
Design Thinking	Amabilidade e iniciativa social	Router CNC
Canvas MVP	Interesse artístico	Fresadora CNC
Business Model Canvas	Foco, confiança e curiosidade	Furadeira de Bancada
Storytelling	Entusiasmo e assertividade	Torno
Deckportfólio	Respeito, Imaginação Criativa, Responsabilidade	Arduino
Gestão Integrada	Autoconfiança, Determinação, Persistência.	
Lean Startup		

Fonte: Centro Universitário Facens.

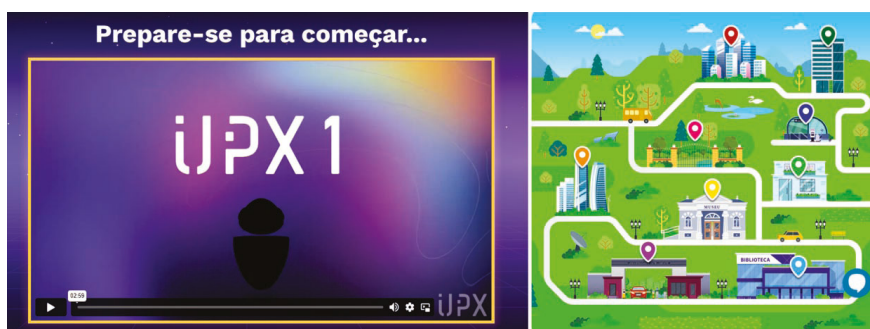
Ao longo da jornada acadêmica dentro da UPx, os estudantes se dividem em equipes (grupos), nas quais definem a proposta a ser desenvolvida e iniciam as atividades por meio de *brainstorm*, elaboração de cronograma de atividades, elaboração da parte escrita, prototipagem do que foi proposto até finalizarem com um “entregável”.

Em conjunto com o entregável, os grupos produzem uma parte escrita que pode ser em formato de relatório ou artigo. Nessa fase, eles conhecem e aprofundam conhecimentos de metodologia científica, normas técnicas de escrita (ABNT), tipos de textos técnicos e pesquisas na Instituição, no âmbito da extensão acadêmica.

3.2 Material disponibilizado

Para todas essas atividades, o estudante conta com material elaborado pelos professores para as aulas presenciais e síncronas (EAD), além de todo o material disponibilizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para as modalidades EAD e presencial. Esse material contempla toda a parte teórica aplicada a cada UPx, além de conter curiosidades, quiz, vídeos e outras ferramentas capazes de engajar e desenvolver diferentes conhecimentos ao estudante. As Figuras 3 e 4 ilustram os materiais disponibilizados no AVA, tanto para a modalidade EAD quanto para presencial.

Figura 3 - Imagens do material EAD - UPx1



Fonte: Centro Universitário Facens.

Figura 4 - Imagem da Biblioteca da UPx1
(onde se encontra todo o conteúdo a ser trabalhado)

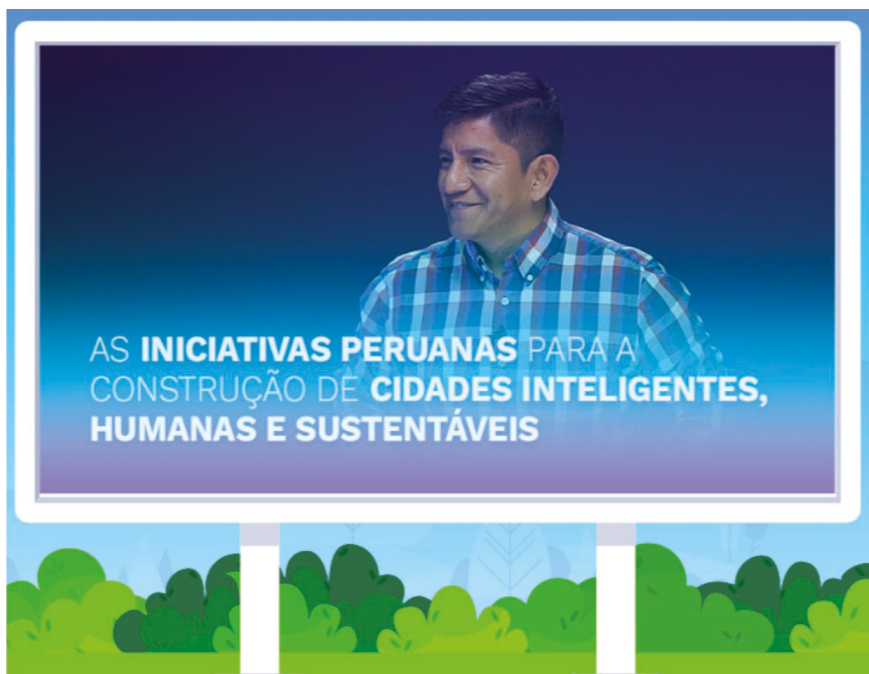


Fonte: Centro Universitário Facens.

3.3 Masterclass

Parte integrante de cada UPx são as chamadas Masterclass. Elas consistem na aplicação da internacionalização por meio da troca de experiências trazidas por convidados internacionais que explanam sobre a temática de cada UPx. Essa explanação é realizada em formato de palestra, entrevista, TED ou outra pertinente, de forma a proporcionar ao estudante a vivência internacional, trazendo entendimento de que a temática e os desafios propostos pela unidade curricular possuem relevância mundial. A Figura 5 apresenta uma das Masterclass realizadas na UPx.

Figura 5 - Masterclass sobre Cidades Inteligentes - UPx1



Fonte: Centro Universitário Facens.

3.4 Competências socioemocionais – trilha bem-estar e florescimento

As competências socioemocionais são trabalhadas em parceria com o Laboratório de Colaboração Emocional (Enlace) de duas maneiras: dentro da sala de aula, onde o professor facilita o aprendizado, e remotamente, através de atividades do Metrô Enlace disponibilizadas no AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem).

O Metrô Enlace é uma trilha de Bem-Estar e Florescimento e se difere dos metrô tradicionais porque é possível fazer uma viagem de autoconhecimento. O metrô Enlace leva os estudantes a três zonas da cidade: a zona do eu comigo (centro), zona do eu com o outro (intermediária) e zona do eu com o mundo (margens). A trilha do Metrô Enlace é exibida a seguir:

Figura 6 - Trilha do Metrô Enlace Facens



Fonte: Centro Universitário Facens.

Figura 7 - Metrô Enlace Facens - Comece sua viagem



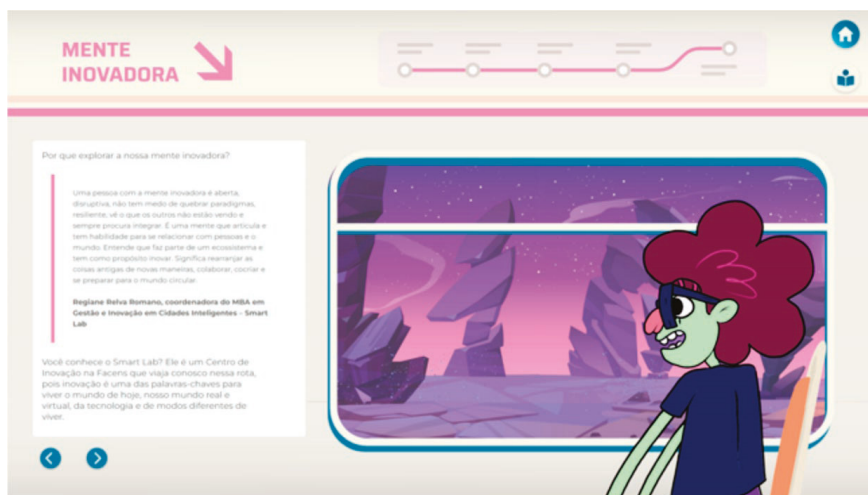
Fonte: Centro Universitário Facens.

Figura 8 - Metrô Enlace Facens - Consciência Sustentável



Fonte: Centro Universitário Facens.

Figura 9 - Metrô Enlace Facens - Mente Inovadora



Fonte: Centro Universitário Facens.

3.5 Mentorias

Em cada UPx, além do professor que ministra a unidade curricular, o estudante conta com o acompanhamento de um Mentor, disponível em dias e horários distintos, de forma a atender às necessidades de cada estudante. Esse Mentor fica disponível desde o início até o final da unidade curricular, auxiliando no desenvolvimento do trabalho, tanto da parte escrita quanto da parte do projeto final (entregável), esclarecendo dúvidas referentes à temática, escolha dos objetivos, elaboração do cronograma, entre outros assuntos, abrangendo as 40 horas de extensão do componente curricular.

3.6 Conecta Facens – parceria com o mercado/sociedade

A Facens desenvolveu a plataforma Conecta Facens, que tem por objetivo conectar o mercado/sociedade com a academia. No Conecta Facens, o mercado/sociedade pode disponibilizar desafios para os estudantes em suas diferentes modalidades, isto é, desafios para: UPx, Iniciação Científica, Trabalho de Conclusão de Curso, Pós-Graduação e Inovação Aberta. Na figura abaixo, a plataforma Conecta Facens:

Figura 10 - Conecta Facens - Home

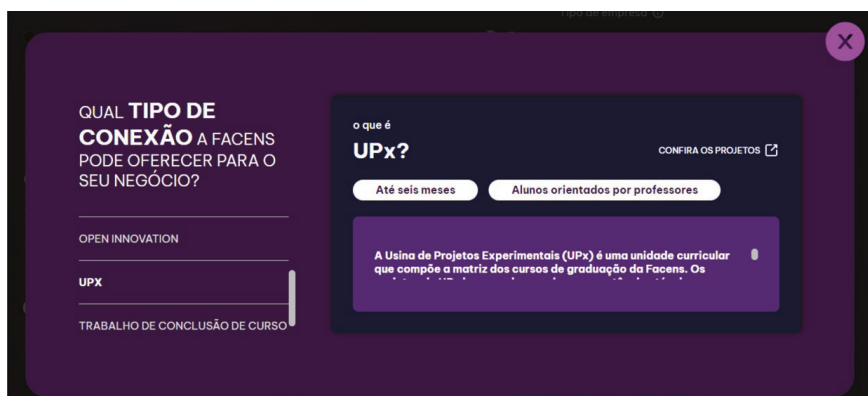
A imagem mostra a interface da plataforma Conecta Facens. No topo, há uma barra de navegação com o logo "CF CONECTA Facens" e links para "Home", "Inscreva seu projeto" (destacado), e "Vitrine". À direita da barra, há botões para "Registre-se" e "Fazer login".

O conteúdo principal é dividido em duas seções. À esquerda, sob o título "QUAL TIPO DE CONEXÃO VOCÊ QUER FAZER COM A FACENS?", há uma lista de opções com radio buttons: "IP Facens", "Trabalho de Conclusão de Curso", "Iniciação Científica", "Pós graduação", "UPx", e "Inovação aberta".

À direita, há um formulário intitulado "Informações da empresa". No topo do formulário, há um seletor "Tipo de empresa" com uma seta para baixo, e a opção "Empresa externa" está selecionada com um checkmark. Abaixo, há campos de entrada para "Nome da empresa *", "Site da empresa" e "Área de Atuação/Segmento da Empresa *".

Fonte: Centro Universitário Facens.

Figura 11 - Conecta Facens - Explicação da Conexão UPx



Fonte: Centro Universitário Facens.

Figura 12 - Exemplo de empresas parceiras na UPx



Fonte: Centro Universitário Facens.

3.7 Processo avaliativo

O processo avaliativo das UPx ocorre da seguinte forma:

- I. É disponibilizado ao estudante o Manual de Textos Técnicos da Facens e o *Template* referente ao tipo de trabalho sugerido em cada UPx (relatório, artigo etc.).

II. A parte escrita é dividida em duas entregas parciais e uma entrega final, sendo corrigida por meio de rubricas de avaliação que estão inseridas no material disponibilizado no AVA. Essas rubricas são usadas pelos professores e mentores.

Tabela 2 - Exemplo de Rubrica de Avaliação utilizada na UPx

Critérios	Avaliações			
	2,0 pontos	1,5 ponto	1,0 ponto	0 ponto
Linguagem O texto deve seguir as normas ortográficas e gramaticais da língua portuguesa.	Uso adequado da linguagem Presença de pequenos erros de linguagem que não comprometem a fluidez do texto nem a sua interpretação.	Uso quase adequado da linguagem Poucos erros de linguagem presentes, que, em alguns momentos, comprometem a interpretação do texto.	Uso pouco adequado da linguagem Muitos erros de linguagem presentes, que, em vários momentos, comprometem a interpretação do texto.	Uso inadequado da linguagem Há prejuízo evidente da interpretação e da fluidez do texto.
Alinhamento com o Manual de textos técnicos Regras do manual devem ser seguidas na composição dos "entregáveis".	1,0 ponto Normas obedecidas As normas constantes no <i>Manual de textos técnicos</i> foram seguidas em todos os momentos do texto.	0,5 ponto Normas quase obedecidas Há momentos do texto em que as normas não foram obedecidas.	0 ponto Normas não obedecidas Em nenhum momento ao longo do texto as normas do <i>Manual de textos técnicos</i> foram seguidas.	
Citação de referências Em hipótese alguma é permitido que o texto seja copiado de qualquer fonte bibliográfica.	2,0 pontos Uso correto das referências – ausência de cópia Não há evidências de cópia de referências ao longo do texto.	1,0 ponto Uso incorreto das referências – poucas evidências de cópia Foram encontradas poucas evidências de cópia de referências, em poucas partes do texto.	0 ponto Uso inadequado das referências – presença de cópia Há, em grande parte do texto, presença de trechos copiados de fontes da literatura.	

Fonte: Centro Universitário Facens.

III. Na entrega final da parte escrita, o grupo deverá apresentar o entregável proposto no início do semestre (protótipo físico ou digital, App, Software, site, maquete, etc.), além de um vídeo *pitch* que contempla início, meio e fim de todo o desenvolvimento do projeto.

IV. Para os cursos presenciais, é parte integrante da avaliação a apresentação do trabalho a uma banca avaliadora, trabalhando, assim, a oratória do estudante.

3.8 Resultados Obtidos

Passados sete semestres de sua implantação, pode-se dizer que o componente curricular UPx oportunizou os seguintes resultados:

- Integração teoria e prática: aplicação dos conhecimentos para resolução de um problema real.

Tabela 3 - Número de Turmas e Grupos - 2023/1

Semestre	Total de Turmas	Total de Grupos
1º Semestre	11	77
2º Semestre	2	12
3º Semestre	11	62
4º Semestre	4	13
5º Semestre	12	65
7º Semestre	12	75
Total	52	304

Fonte: Centro Universitário Facens.

- Integração acadêmica e sociedade: mercado/sociedade fornecendo desafios reais.

Tabela 4 - Número de Empresas e Desafios - 2023/1

Semestre	Nº de Empresas Envolvidas	Total de Desafios
Upx 5º Semestre	13	25
Upx 7º Semestre	13	20
Total	13	45

Fonte: Centro Universitário Facens.

- Utilização do ecossistema Facens: os estudantes utilizam os Centros de Inovação para apoiar o desenvolvimento do trabalho, tanto na parte teórica como prática.

Figura 13 - Exemplo de uso do Fablab - Facens



Fonte: Centro Universitário Facens.

- Internacionalização: por meio da masterclass internacional, além das parcerias com universidades internacionais, os estudantes têm a oportunidade de trocar conhecimento com professores e estudantes de diversos locais do mundo.

Figura 14 - Master Class Internacional - Upx Smart Cities



POR QUE CIDADES INTELIGENTES?
Uma visão internacional.

Por que é relevante?
O que isso significa?
Quais são os diferentes atores envolvidos?
O que está acontecendo em diferentes partes do mundo?

Durante o encontro com o Presidente do Comitê Especializado Internet das Coisas do Colégio de Engenheiros do Peru CD Lima, Dennis Joel Zarate Torres e com a especialista em empreendedorismo, consultora em diversas Instituições de Ensino da Europa, Lucía Egea serão apresentadas as respostas para todas essas perguntas e muito mais! Serão analisados diferentes exemplos de iniciativas, empresas, projetos que estão trabalhando em diferentes eixos: energia, água, IoT, saúde, educação ...


Lucía Egea




Dennis Joel Zarate Torres

Fonte: Centro Universitário Facens.

- Inserção dos estudantes no mercado de trabalho: eles têm a oportunidade de implementar a solução encontrada para os desafios lançados pelas empresas par-

ceiras, para isso, são contratados como estagiários. Abaixo é apresentado o desafio proposto pela empresa Emicol, a qual disponibilizou estágio aos estudantes para a implementação da solução proposta pelo grupo.

Figura 15 - Desafio proposto pela Empresa - Emicol



Problema abordado:
O principal problema que o projeto se propõe a tratar é o gerenciamento e exibição de dados da empresa EMICOL – Itu através de uma página web que exhibe suas métricas em forma de gráficos, a principal vantagem é a questão de desempenho, já que existem softwares no mercado que tratam esses dados, porém eles exigem um consumo computacional muito alto, além de necessitarem de um uso muito manual para o carregamento dos dados.

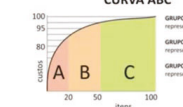
Objetivo geral
Facilitar a análise de informações providas de planilhas, através de um sistema automatizado que salva as informações em um banco de dados a partir de arquivos presentes em um diretório de um servidor.

Objetivo específico:
Desenvolver uma plataforma web que apresenta estes dados de forma polida, sucinta e de fácil entendimento, contendo gráficos relacionados as métricas necessárias para que o cliente possa tomar suas decisões de negócio.

Fonte: Centro Universitário Facens.

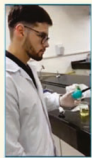
- Curricularização da extensão: “(...) interação dialógica da comunidade acadêmica com a sociedade por meio da troca de conhecimentos, da participação e do contato com as questões complexas contemporâneas presentes no contexto social” (Brasil, 2018). Abaixo são apresentados dois exemplos de soluções propostas pelos estudantes que demonstram na prática a curricularização da extensão, conforme a Resolução nº 7 MEC/CNE/CES/2018.

Figura 16 - Exemplo de Solução Proposta na UPx 5

UPx 5 INTEGRAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS PELO IoT Eduarda Yeger Gustavo Baracca Leandro Vital Yasmim Passos	OBJETIVO Gerenciamento, Controle de qualidade e Logística dos materiais 
APP Stock Controle entrada e saída Qualidade dos materiais CURVA ABC  GRUPO A: 20 % do representam 80% GRUPO B: 30 % do representam 15% GRUPO C: 50 % do representam 5% a 	ODS's 9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS 12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS 13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

Fonte: Centro Universitário Facens.

Figura 17 - Exemplo de Solução Proposta na UPx 7

PRODUÇÃO DE HIDRÔGÊNIO VERDE  UPO26TQ11 – Grupo 2 Gabriel Tagliari Gabriel Cruz Guilherme Lyra Igor Silva Laura Lopez Tais Lanzetta Vinícius Tavares	MATERIAIS Eletrodos • Grafite (primeira montagem) • Aço inox (segunda montagem) Eletrolito Permanganato de potássio • NaOH ou KOH: eficientes e relativamente baratos. Célula eletrolítica • Recipiente conectado a uma mangueira de movimento (utilizando um tubo de vidro) para a coleta de mistura de gases. • Fonte de energia renovável: Painel solar de 3 W. Primeira Montagem  Segunda Montagem  Recipiente Recipiente utilizado dois tipos de recipientes: • Recipiente com tampa de fundo (primeira montagem): Capacidade de 250ml e feito de vidro borossilicato, material mais resistente ao calor e aos elementos químicos, utilizado em laboratório e indústrias. • Recipiente de 600 ml (segunda montagem), utilizado em indústrias alimentícias, resistente a mudança de temperatura e esforços mecânicos.
RESULTADOS Primeiro Protótipo: • Intensa formação de bolhas ao redor do eletrodo —> Eletrolise ocorre • Deterioração do eletrodo de grafite durante a reação —> liberação de partículas —> meio turvo; • Não foi possível armazenar a mistura gasosa produzida • Formação de bolhas ao redor dos eletrodos quando alimentado por fonte de energia, mas com formação pouco relevante utilizando a placa solar. 	RESULTADOS Segundo Protótipo: • Formação de bolhas ao redor do eletrodo de aço inox. • Sem deterioração do eletrodo; • Foi possível a coleta da mistura dos gases —> enchimento de bexiga e formação de bolhas na água com detergente • Explosão da bexiga —> comprovação da presença de hidrogênio • Novamente formação de bolhas ao redor dos eletrodos pouco relevante utilizando a placa solar. 

Fonte: Centro Universitário Facens.

Considerações finais

Os componentes curriculares de Usina de Projetos Experimentais - UPx representam uma grande inovação nas matrizes dos cursos de engenharia do Centro Universitário Facens e estão em consonância com o perfil do egresso das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, de 2021, conforme o Parecer CNE/CES nº 1362/2001, visto que a UPx tem como objetivos:

- Propor soluções utilizando pensamento criativo e analítico
- Aprender e reaprender de modo ativo
- Analisar as situações sob diferentes perspectivas
- Planejar e implementar soluções criativas
- Utilizar recursos tecnológicos para otimização do trabalho
- Construir redes de relacionamento pessoal e profissional
- Mobilizar pessoas e recursos para projetos técnicos e/ou sociais
- Ter atitude empreendedora, ética, legal e responsável
- Lidar com a diversidade sob suas diferentes facetas
- Comunicar-se com clareza
- Ter olhar sensível às questões sociais
- Avaliar o impacto de projetos e soluções sob as óticas: sustentável, técnica e/ou social

Além disso, as UPx possibilitam a integração com o mercado de trabalho por meio dos problemas/desafios trazidos pelas empresas para a sala de aula; com o ecossistema de inovação da Facens, possibilitando a aplicação de novas tecnologias, modelos e processos; o desenvolvimento de competências socioemocionais por meio do Metrô Enlace; a internacionalidade é propiciada pelas diversas Masterclass com especialistas internacionais e pela efetiva implementação da curricularização da extensão que traz benefícios para a sociedade.

Referências

ARAÚJO, Ulisses. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009

BEIER, Alifer Andrei Veber *et al.* Metodologias ativas: um desafio para as áreas de ciências aplicadas e engenharias. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO,

2., 2017, Cruz Alta-RS. **Anais Seminário Internacional de Educação**. Cruz Alta-RS: UERGS, 2017. p. 352-353. Disponível em: <http://www.exatasnaweb.com.br/revista/index.php/anais/article/download/153/102/>. Acesso em: 19 jul. 2023.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **Metodologia da problematização: fundamentos e aplicações**. Londrina: UEL, 1995.

BIAGIOTTI, L. C. B. **Conhecendo e aplicando rubricas em avaliações**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. 2005. p. 1-9.

BRASIL. **Parecer nº: CNE/CES nº 1362/2001 - Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. Brasília: MEC, 2011. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 7 MEC/CNE/CES 2018**. Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. Brasília: MEC, 2011. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55877808. Acesso em: 31 jul. 2023.

CASEL. ***Creating a Safe, Supportive Environment for Learning***. Disponível em: <https://casel.org/creating-a-safe-environment-for-learning/>. Acesso em: 19 jul. 2023.

HOFFMANN, J.; SILVA, J.F. (org.) **Práticas Avaliativas e Aprendizagens Significativas**. Porto Alegre: Mediação, 2003.

KERZNER, Harold R. **Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle**. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2015.

MACHADO, Paula *et al.* **Relações entre o conhecimento das emoções, as competências acadêmicas, as competências sociais e a aceitação entre pares**. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-82312008000300008. Acesso em: 19 jul. 2023.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2023.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 3. ed. São Paulo/Brasília: Cortez/UNESCO, 2001.

PEREIRA, Danielle Toledo; BRESCHIZZA, Rafaela Magalhães. **Aprendizagem baseada em projetos: planejamento e aplicação**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos Editora, 2022.

PERRENOUD, P. *et al.* **As Competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.



COMPETÊNCIAS NOS CURSOS DE ENGENHARIA: TRILHANDO NOVOS CAMINHOS, RESSIGNIFICANDO O ENSINO E A APRENDIZAGEM

Tânia Regina Dias Silva Pereira¹

Telma Dias Silva dos Anjos²

Introdução

Na busca por trilhar novos caminhos, e comemorando os 25 *anos* do curso de Engenharia de Produção Civil, compartilhamos da visão de Fernando Pessoa quando assevera que há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas que já têm a forma do nosso corpo e esquecer os nossos caminhos que nos levam sempre aos mesmos lugares. Que esse é o tempo da travessia e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos. Devido a essa inquietude por sentirmos a necessidade de mudanças e, conseqüentemente, o enriquecimento do processo ensino-aprendizagem, que se reflete no aumento do desempenho acadêmico, constantemente nos perguntamos: Práticas pedagógicas diferenciadas contribuem para a aprendizagem nos cursos de engenharia? Como preparar esses estudantes para atender às demandas da sociedade? “Nos dias de hoje, há uma pressão permanente das atualizações tecnológicas. Fronteiras físicas internacionais são superadas e as comunicações estão muito mais fáceis de serem realizadas” (Elmor Filho *et al.*, p. 5).

Podemos argumentar, por exemplo, que estratégias didáticas adequadas potencializam a qualidade das aulas e, por sua vez, a formação do profissional compe-

¹ Doutora em Educação e Contemporaneidade/Universidade do Estado da Bahia - UNEB.

² Mestre em Administração e Comércio Internacional/Universidade do Estado da Bahia - UNEB.

tente que vem sendo exigido nessa era da globalização, em que “os avanços técnicos, científicos e informacionais do período atual permitem uma nova configuração da sociedade” (Pereira; Anjos, 2013, p. 67). O aprimoramento das Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC) “proporciona novas dinâmicas nas relações sociais, esses processos geram possibilidades de compartilhamento, de conexão significativa, nas redes sociais, bem como na difusão e compartilhamento de informações e conhecimento entre as pessoas de diferentes partes do mundo” (Pereira; Anjos, 2013, p. 67).

Estamos vivenciando um momento em que a “economia de mercado global aumentou, concentradamente, riquezas reais e, sobretudo, virtuais, ao mesmo tempo em que estruturou o desemprego, o trabalho precário, a insegurança e a pobreza” (Dias Sobrinho, 2009, p. 16). Como consequência dessa centralidade, as riquezas mais valiosas passam a ser imateriais. “O conhecimento e a informação constituem os pilares centrais da economia” (Dias Sobrinho, 2009, p. 16).

Nesse cenário, ainda segundo o autor, são gerados novos problemas e desafios sociais e profissionais, em razão das “aceleradas alterações nos perfis dos empregos e das empresas, da volatilidade epistêmica e das transformações dos modos de distribuição e consumo dos conhecimentos e técnicas” (Dias Sobrinho, 2009, p. 16). Esses problemas se multiplicam de forma exponencial nos diversos campos disciplinares, determinando o estado de constante incerteza de significados e valores, num clima de competitividade e de interesses individualistas, gerando, assim, uma atmosfera de insegurança que, “antes limitada à esfera privada do indivíduo, agora se espalha pelos âmbitos públicos das sociedades, em proporções planetárias” (Dias Sobrinho, 2009, p. 16).

Ainda conforme Anjos e Pereira (2015), nesse contexto, é imperativo que a educação superior se torne um bem de direito público e social, assumindo um papel essencial na formação de cidadãos capazes de construir uma sociedade mais justa e igualitária. Nessa direção, corroboramos com Dias Sobrinho (2008, p. 102) quando afirma que:

[...] as Instituições de Educação Superior (IES) devem adotar estruturas organizativas que possibilitem agilidade nas respostas, intercâmbio dos estudantes, diversificação de programas, fortalecimento da vinculação com a sociedade; devem promover formação integral e educação permanente, estimular o aprender a aprender, realizar atividades de criação intelectual científica, técnica e humanística; desenvolver a cultura da informática; fortalecer a identidade cultural; participar no melhoramento qualitativo de todos os níveis do sistema educati-

vo; criar e expandir os diversos tipos de redes e outros mecanismos e processos que facilitem a integração regional e a busca coletiva de equidade e pertinência.

Trilhar nessa direção desafia a docência universitária a se ressignificar, superando o “conflito entre o conhecimento geral e a formação do pensamento reflexivo, por um lado, e as pressões pela fragmentação, rapidez, utilidade e aplicabilidade, por outro lado” (Dias Sobrinho, 2009, p. 21). Isso porque os conhecimentos são gerados buscando responder às demandas e soluções de problemas do contexto da prática profissional, e que atendam ao desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para o egresso em conformidade com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs).

Conforme Dias Sobrinho (2009, p. 21), “já não é mais o conteúdo encapsulado em uma disciplina o que melhor se ajusta às demandas da economia, e sim as abordagens transdisciplinares de problemas que o mercado ou setores da sociedade apresentam”. A formação dos estudantes de engenharia deve ser baseada no ensino por competências, com o foco na prática e na aprendizagem ativa. Nessa perspectiva, são valorizadas, além dos métodos científicos, as experiências adquiridas ao longo da vida prática, chegando a ser reconhecidas como forma de créditos acadêmicos, bem como o trabalho solidário constituído por equipes interdisciplinares e interinstitucionais.

Contagiadas por essas reflexões, temos buscado, enquanto docentes, reavaliar nossas práticas pedagógicas, aprendendo com colegas e com autores que já trilham a caminhada de desenvolver um trabalho centrado nas necessidades e expectativas dos estudantes altamente familiarizados com as TIC, que promovem interatividade com o conhecimento e trocas em redes sociais. No nosso caso, no curso de Engenharia de Produção Civil, estamos procurando construir um ensino como processo de formação de sujeitos sociais autônomos com capacitação técnica e profissional, imbuídos de valores humanísticos norteados pela ética. “Por isso, é fundamental que, além da aquisição de conhecimentos, a docência na universidade procure desenvolver as capacidades de reflexão, de crítica, de interpretação dos significados das transformações e de aprendizagem ao longo da vida” (Dias Sobrinho, 2009, p. 25).

Com esse propósito, identificamos que a variedade de técnicas potencializa a qualidade das aulas e motiva os estudantes a frequentá-las, “levando os aprendizes a saírem da situação passiva de espectadores da ação individual do professor” (Masetto, 2007, p. 17).

Acreditamos, também, que uma formação que permita ao futuro profissional atuar de maneira competente e dinâmica dentro da complexidade da prática precisa possibilitar ao estudante compreender que os conhecimentos trabalhados dentro do curso têm uma ligação entre si e com a sua atuação como futuro engenheiro, mediante práticas educativas integradoras, com “destaque especial para a mudança de concepção ao alterar a atual formação baseada em conteúdo para a formação por competências” (Elmor Filho *et al.*, p. 6).

Nos dois primeiros anos do curso, nos quais os estudantes cursam as disciplinas básicas, eles praticamente não têm contato com componentes da prática da engenharia, pois, além de não cursarem disciplinas específicas ou profissionalizantes, as disciplinas básicas, em geral, não promovem articulação com a prática profissional, e são ministradas de maneira muito teórica e pouco relacionadas com as específicas do curso de engenharia. Outro ponto relevante é que muitos docentes que ministram as matérias básicas não falam a linguagem dos engenheiros, por não serem formados nessa área. Assim, além da pouca integração entre os estudantes e da falta de entrosamento entre eles e os professores, muitas vezes, eles não se sentem à vontade para dirimir suas dúvidas ou questionar o docente sobre pontos de discordância. Essas disciplinas são percebidas, por eles, como irrelevantes, portanto, sem *serventia posterior*.

Esse é um período difícil para a maioria dos ingressantes do curso de Engenharia de Produção Civil. Assim, “as experiências desenvolvidas nos primeiros semestres podem determinar a permanência e o sucesso acadêmico ou o fracasso e a evasão” (Anjos; Pereira, 2015, p. 79).

As autoras, há alguns anos, vêm desenvolvendo um trabalho conjunto nos dois primeiros e no penúltimo semestre do curso de Engenharia, no qual ministram componentes curriculares ofertados nesses períodos: no primeiro semestre, Desenho Básico e Introdução à Engenharia de Produção Civil, no segundo, Desenho Técnico e Metodologia Científica e Tecnológica da Produção, e no penúltimo, Estágio Supervisionado.

Na prática, que descrevemos a seguir, abordaremos a formação desses profissionais numa perspectiva integradora entre as disciplinas do curso e entre a teoria e a prática, utilizando os conhecimentos da Introdução à Engenharia de Produção Civil e o Desenho Básico como suporte para o desenvolvimento da pesquisa, envolvendo os conteúdos das disciplinas e a formação do engenheiro, levando em consideração aspectos sociais, culturais e ambientais, como: sustentabilidade, acessibili-

dade e meio ambiente, dentre outros, além das áreas de atuação do profissional no mercado de trabalho.

Para um melhor entendimento do leitor, antes de descrever a prática pedagógica, vamos apresentar um breve enfoque sobre o curso e os componentes curriculares ENG001 - Introdução à Engenharia e DET 091 - Desenho Básico.

1. Situando o curso de Engenharia de Produção Civil e os componentes curriculares Introdução à Engenharia de Produção Civil e Desenho Básico

O curso de Engenharia de Produção Civil da Uneb teve início no ano de 1998, completando em 2023 os seus *25 anos*, e foi estruturado a partir da extinção do curso de Licenciatura Plena em Construção Civil, oferecido pelo Centro de Educação Técnica da Bahia - Ceteba. Assim, a partir da percepção do grupo de professores sobre a demanda social para cursos na área de Produção no Brasil, optou-se pela criação do primeiro curso de bacharelado em Engenharia com essa ênfase na Bahia. Outro fator relevante para a criação do curso foi o fato de a maioria dos egressos da referida licenciatura trabalharem em empresas de engenharia e prefeituras, e poucos atuarem como professores, o que aumentava a necessidade e o interesse da comunidade estudantil por um curso de bacharelado em Engenharia (Pereira; Anjos, 2013).

Conforme o Projeto do Curso (1997, p. 39-40), a Engenharia de Produção Civil tem como objetivo a integração dos conhecimentos de Engenharia Civil e de Engenharia de Produção, capacitando o profissional a atuar em projetos, execução de obras e serviços de construção civil, bem como na organização, gestão e controle de sistemas produtivos industriais e outros, visando à melhoria da produtividade do trabalho e da qualidade do produto, ou seja, o aumento da eficácia desses sistemas, buscando o aprimoramento do processo construtivo, com a atualização e modernização das técnicas de planejamento e controle a ele aplicadas, e com o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais avançadas.

O Projeto de Reconhecimento do Curso aponta, dentre as habilidades e competências desejadas na preparação do engenheiro, aptidões de natureza intelectual como a habilidade numérica, definida como a capacidade para raciocinar com números e com material quantitativo em geral, e o raciocínio mecânico, estabelecido como a capacidade de pensar em termos de símbolos abstratos, de perceber relações. Essa habilidade é envolvida em previsão e planejamento, permitindo ao profissional formular conceitos referentes ao seu objeto de estudo. Sensibilidade, espírito criati-

vo, precisão na execução de tarefas, dinamismo e facilidade de interação são aspectos ou qualidades considerados importantes para o desempenho do profissional em Engenharia de Produção Civil.

O curso de Engenharia do Campus I da Uneb tem em sua matriz curricular matérias ou agrupamentos de disciplinas que contribuem para a formação do profissional e que são denominadas matérias de formação básica, de formação profissional geral, de formação profissional específica, complementares obrigatórias, complementares optativas, de formação geral e as exigidas por legislação específica (Pereira; Anjos, 2013).

Para maior compreensão, conceituaremos cada um dos agrupamentos, iniciando pelas disciplinas de conteúdos básicos, que são as que oferecem conteúdos que servirão de base para as disciplinas específicas/profissionalizantes e, portanto, estão concentradas nos dois primeiros anos do curso. Visam proporcionar ao aluno uma formação básica científica e tecnológica, fornecendo os meios adequados para o desenvolvimento de uma visão crítica sobre o cenário em que está inserida sua profissão, incluindo as dimensões históricas, econômicas, políticas e sociais.

As disciplinas profissionalizantes têm conteúdo de formação profissional, sendo todas obrigatórias. Versam sobre um conjunto coerente de tópicos e visam promover a capacitação instrumental ao aluno, por meio do estabelecimento de métodos de análise e de síntese, e aprofundamento teórico-prático do ferramental que foi desenvolvido nas disciplinas de formação básica para que possa intervir no desenvolvimento da área da engenharia.

Por fim, as disciplinas específicas têm por finalidade extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de formação profissionalizante, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais que buscam o aprimoramento de técnicas necessárias para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas como diretrizes.

Como podemos perceber, a matriz curricular atende às Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia, a Resolução CNE/CES 2/2019, que determina:

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2019).

Esse perfil dos egressos está em consonância com a demanda social atual por um engenheiro-cidadão, capaz de exercer a engenharia com competência técnica e responsabilidade social, ambiental e política, incorporando aspectos humanísticos, sociais e ambientais na sua formação. O “compromisso com a formação de profissionais-cidadãos em valores democráticos é o essencial da responsabilidade social das Instituições Educacionais, conferida a elas pela própria Constituição de todo o Estado democrático” (Dias Sobrinho, 2009, p. 26).

O autor reafirma, assim, que a aprendizagem é a experiência da relação entre os sujeitos e entre um indivíduo e os contextos da vida social e ambiental, e que esses contextos estão em permanente mudança, bem como os conhecimentos, o que exige cada vez mais formação. Demanda, assim, desses profissionais a capacidade de aprender ao longo da vida, mas sempre entendendo que o “processo formativo deve se inserir em uma visão de mundo em que os valores democráticos, universais e públicos são os fundamentos e os horizontes da ação humana” (Dias Sobrinho, 2009, p. 26), e que “precisa muito mais que de um mero treinamento para o exercício funcional e operatório efemeramente exigido em um emprego” (Dias Sobrinho, 2009, p. 27). A formação se reflete na construção do sujeito crítico e reflexivo, contribuindo para o seu desenvolvimento humano integral, pois, conforme Pereira e Anjos (2013, p.10):

A Engenharia é uma profissão determinante para o desenvolvimento econômico de um país. A criação e a produção de bens de grande valor agregado fazem a diferença no mundo globalizado para todas as nações. A capacidade de desenvolvimento de tecnologias e inovação depende de vários fatores, entre eles a qualidade de profissionais de Engenharia, pois com a rápida evolução da tecnologia e a consequente obsolescência das existentes, a formação do engenheiro deve privilegiar os conteúdos essenciais, ensinando-o a se adaptar rapidamente aos novos conhecimentos e técnicas.

A formação desses engenheiros deve superar as fragmentações do conhecimento disciplinar e do trabalho, tendo os docentes uma grande responsabilidade nesse contexto, buscando promover práticas pedagógicas diversificadas e inovadoras, pois esses estudantes estão familiarizados com a rapidez e a interatividade que a imersão nas TIC proporciona. Potencializados através dessas práticas pedagógicas:

[...] sabem pensar e tomar decisões, têm um propósito claro e uma pergunta definida, questionam a informação, buscam interconexões entre posições diferenciadas, raciocinam com lógica e certa imparcialidade e aplicam essas destrezas quando leem, escrevem, falam e escutam (Soares; Soares; Barreiro, 2013, p. 13).

A seguir, faremos um breve relato, atendo-nos aos componentes curriculares Introdução à Engenharia de Produção Civil e Desenho Básico, suporte principal da nossa experiência.

1.1 O componente curricular Introdução à Engenharia de Produção Civil

O componente curricular ENG 001 - Introdução à Engenharia de Produção Civil, é ministrado aos estudantes do primeiro período do curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade do Estado da Bahia - Uneb, e tem como objetivo proporcionar ao aluno uma visão geral da profissão de engenheiro e sua integração na sociedade, promovendo sua rápida adaptação ao curso. Com carga horária de 30 horas, tem como conteúdo programático: a Universidade, suas funções e relações com a sociedade; A evolução da Engenharia de Produção Civil no Brasil e no mundo; A profissão de engenheiro; Os engenheiros e suas atividades; A prática do trabalho em nível científico; e Técnicas de elaboração de relatórios.

1.2 O componente curricular Desenho Básico

O componente curricular DET 091 - Desenho Básico, é ministrado aos estudantes do primeiro período do curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade do Estado da Bahia - Uneb, e tem como objetivo exercitar a percepção visual, a capacidade de observar, interpretar e representar, através do desenho, elementos utilizados pelo profissional de engenharia. Com carga horária de 60h, tem como conteúdo programático: O estudo das Normas Técnicas da ABNT utilizadas em De-

senho Técnico; Os sistemas de projeções cônico e cilíndrico (ortogonal e oblíquo); e As representações através de vistas ortogonais e perspectivas isométrica e cavaleira de elementos construtivos utilizados na engenharia, como planta baixa e detalhes estruturais.

O Desenho é frequentemente empregado para explicar assuntos de diversos componentes curriculares dos cursos de Engenharia. Essas habilidades são essenciais para o desenvolvimento do raciocínio mecânico, capacidade imprescindível na formação do engenheiro de Produção Civil.

2. O enfoque integrador como fio condutor e as DCNs de Engenharia

Conforme o art. 6º das DCNs, “o curso de graduação em Engenharia deve possuir Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso” (Brasil, 2019). Historicamente, os cursos nas IES foram estruturados e organizados em matérias de ensino que se traduzem em grandes agrupamentos de conteúdos vinculados a disciplinas ou matérias constituídas com certa “coerência” acadêmica.

Esses currículos estruturados por disciplinas propiciam um aprendizado fragmentado, especializado e, muitas vezes, descontextualizado, tornando o processo de aprendizagem segmentado para o estudante, o que vai de encontro às constantes mudanças e exigências da sociedade, principalmente, em relação ao conhecimento na era digital, pois, implica que os estudantes relacionem seus conhecimentos com outras áreas de ensino.

Diante desse cenário, torna-se necessário um trabalho em conjunto dos professores, de forma interdisciplinar a partir de projetos inovadores, que visem à integração e comunicação dos conteúdos que serão trabalhados com os estudantes, possibilitando, assim, um diálogo maior entre o corpo docente e o discente. Corroboramos com Lúck (1994 *apud* Susin; Brum; Schuhmacher, 2011, p. 47), quando estabelece que:

[...] interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual.

Nessa perspectiva, podemos afirmar que a interdisciplinaridade é uma proposta na qual o processo de ensino-aprendizagem leva em consideração a construção do conhecimento pelo estudante, que como defende Pombo (2004, p. 4), “visa integrar os saberes disciplinares”, e não os eliminar. “Não se tratar de unir as disciplinas, mas é fazer do ensino uma prática em que todas demonstrem que fazem parte da realidade do educando” (Susin; Brum; Schuhmacher, 2011, p. 48).

Assim, com as diferentes formas de entender o papel no ensino, “(propedêutica ou integral) e as ideias sobre a importância relativa dos distintos tipos de capacidades que devem ser desenvolvidas nas pessoas” (Zabala, 2011, p. 185), os docentes começaram a preocupar-se em desenvolver outras práticas e formas de organizar os conteúdos, que não fossem estritamente disciplinares e que atendam ao estabelecido no art. 6º, item VIII das DCNs:

[...]

§ 6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.

§ 7º Devem ser implementadas as atividades acadêmicas de síntese dos conteúdos, de integração dos conhecimentos e de articulação de competências.

§ 8º Devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como trabalhos de iniciação científica, competições acadêmicas, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras.

§ 9º É recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos (Brasil, 2019).

O enfoque globalizador, ou integrador, concebe que “a aprendizagem dos conteúdos não é o seu valor disciplinar, mas a sua capacidade de avaliar, compreender e intervir em situações e conflitos da realidade” (Zabala, 2011, p. 186). Corroborando com as autoras Anjos e Pereira (2015), as atividades de ensino devem promover aprendizagens mais significativas e funcionais possíveis, que façam sentido, sejam contextualizadas e suscitem uma atitude favorável para realizá-las, permitindo, assim, um maior número de relações entre os diversos conteúdos, “que constituam as estruturas do conhecimento, por um lado. Por outro, devem facilitar a compreensão de uma realidade que nunca se apresenta compartimentada” (Zabala, 2011, p. 186).

Ainda conforme Anjos e Pereira (2015), o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem a partir do enfoque globalizador pode ser compreendido de duas formas: (a) a que acontece no âmbito do sujeito da aprendizagem, isto é, da forma como o aluno se apropria do conhecimento, ou seja, dos processos psicológicos que envolvem a aprendizagem; (b) a maneira como os conhecimentos e conteúdos escolares são selecionados e organizados no contexto escolar. Independentemente de serem processos distintos, ainda assim estão estreitamente relacionados entre si, uma vez que traduzem uma forma de conceber e organizar a relação de ensino e aprendizagem, as experiências vividas pelos alunos ganham intencionalidade que podem ser expressas nos planos pedagógicos relacionados ao sujeito que pretendemos formar.

A educação escolar não se limita aos conteúdos entendidos como os conhecimentos cognitivos específicos de determinada disciplina ou matéria. Os conteúdos podem ser inter-relacionados, transdisciplinares, interdisciplinares, e abranger capacidades cognitivas, motoras, afetivas, éticas e sociais. Nesse sentido, a ampliação da noção de conteúdos de aprendizagem nos leva a trabalhar de acordo com um enfoque globalizador da educação, o qual concebe o aluno sob uma perspectiva mais holística e integral, defende que a organização dos conteúdos e atividades de ensino priorize a aprendizagem significativa. Os conteúdos não podem ser segmentados, separados e descolados da realidade do aluno, pois precisam ser apropriados por ele de modo a tornarem-se instrumentos de observação, análise, experimentação, intervenção e reflexão sobre a realidade e os problemas com os quais os alunos se deparam (Ramos, 2014, p. 2).

A prática pedagógica com um enfoque globalizador parte do pressuposto de que os conteúdos de aprendizagem são “sempre meios para conhecer ou responder a questões que uma realidade experiencial dos alunos proporciona: realidade que é sempre global e complexa” (Zabala, 2002, p. 28).

2.1 Delineando a experiência... Tecendo novos caminhos...

Diante da realidade de alguns cursos de Engenharia, caracterizados por disciplinas isoladas, que podem dificultar o desenvolvimento das competências necessárias para a formação do profissional, e pelo ensino “baseado na sequência exposição-estudo-exercício-prova ou exame” (Zabala; Arnau, 2010, p. 143), cujos impactos refletem na aprendizagem dos estudantes, enquanto docentes, buscamos desenvolver novas alternativas, novos métodos nos quais “o alvo e o referencial or-

ganizador fundamental é o aluno e suas necessidades educativas. As disciplinas têm um valor subsidiário, a relevância dos conteúdos de aprendizagem está em função da potencialidade formativa e não apenas da importância disciplinar” (Zabala, 2010, p. 142).

Nesse sentido, adotamos uma prática pedagógica interdisciplinar, a fim de possibilitar a articulação entre diversas disciplinas do curso, aproximando-se do enfoque globalizador apresentado por Zabala (2010) e Zabala e Arnau (2010), passível de ser desenvolvido mesmo num currículo baseado em disciplinas, a partir da busca das situações de proximidade entre elas, e da apresentação de questões aos estudantes cujas respostas dependam de conhecimentos de outras disciplinas ou áreas. Atendendo ao que consta nas DCNs e contrapondo-se ao ensino expositivo tradicional, os métodos globalizadores ou integradores “permitem que as aprendizagens sejam as mais significativas possíveis e, ao mesmo tempo, resultem em finalidades que apontem à formação de cidadãos que compreendam e participem em uma realidade complexa” (Zabala; Arnau, 2010 p. 158).

Anjos e Pereira (2015) asseveram que para desenvolver uma prática pedagógica nessa perspectiva é preciso entender a educação como sendo uma prática social que precisa da contribuição das outras áreas do conhecimento de forma interdisciplinar. Assim, a interdisciplinaridade é entendida como:

[...] um processo de integração entre algumas disciplinas e ramos do conhecimento, que defende o saber não fragmentado, uma prática contextualizada, visando assegurar uma melhor aprendizagem ao estudante, em detrimento ao conhecimento hermético, propedêutico e descontextualizado (Susin; Brum; Schuhmacher, 2011, p. 45).

A interdisciplinaridade promove a aproximação e a articulação das atividades docentes numa ação coordenada e orientada para objetivos bem definidos. Nesse contexto, buscamos dar uma visão geral da profissão do engenheiro e promover a integração entre os conteúdos das disciplinas “básicas” Introdução à Engenharia de Produção Civil e Desenho Básico com os conteúdos das disciplinas “profissionalizantes” e “específicas”, tendo como fio condutor a pesquisa e a representação gráfica com vistas à resolução de problemas do cotidiano da prática profissional do engenheiro. Segundo Zabala (2010, p. 155) “embasar as atividades de ensino-aprendizagem em uma situação-problema real consiste somente no ponto de partida, de maneira que não afeta a lógica disciplinar de nenhuma matéria”.

Ainda corroborando com Anjos e Pereira (2015), os métodos globalizados têm como centro o estudante e suas necessidades educacionais, observando as especificidades formativas gerais dele, único caminho para se conquistar a aprendizagem significativa e o desenvolvimento das competências e habilidades apontadas nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia.

Formar profissionais com esse perfil pressupõe que, durante o curso, docentes proporcionem elementos e informações para que a desfragmentação dos conhecimentos seja uma realidade, a partir de ações globalizadoras, de caráter interdisciplinar, tendo como foco o desenvolvimento de competências requeridas pelas DCNs.

Orientar para a aprendizagem significativa e para o desenvolvimento de competências cognitivas e profissionais complexas, não envolve apenas *mostrar os caminhos*, mas também *guiar, nortear* o aluno para *reconhecer*, em meio *ao labirinto*, as *trilhas* que conduzem à construção do conhecimento (Anjos; Pereira, 2015, p. 92).

Nessa perspectiva, incentivamos o diálogo e a articulação entre os alunos ingressantes, e os matriculados em semestres mais adiantados do curso, os docentes que ministram outros componentes da matriz curricular e as docentes da disciplina, culminando na interação e troca de conhecimentos durante o desenvolvimento das aulas ministradas no primeiro semestre acadêmico.

Como forma de otimizar o tempo e facilitar o desenvolvimento da proposta, procuramos estabelecer, desde o início do curso, um ambiente de trabalho em conformidade com as competências propostas nas DCNs (Brasil, 2019), atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.

Orientadas por esses princípios, iniciamos as disciplinas levando em consideração a opinião dos estudantes, por sabermos que é fundamental a criação de “um clima cooperativo e de confiança na possibilidade de aprender e de trabalhar juntos, ultrapassando os papéis rígidos e estereotipados de professor que (só) ensina e de estudante que (só) aprende” (Soares, 2013, p. 30).

Nessa direção, organizamos com a turma no primeiro dia do semestre uma aula conjunta das disciplinas, após a apresentação de cada estudante, informando onde cursaram o ensino médio, o porquê da escolha do curso de engenharia e a expectati-

va em relação aos componentes curriculares. Foram apresentados a ementa e os conteúdos a serem abordados por elas durante o semestre, o Programa da Disciplina e a proposta de planejamento elaborado para cada um dos quinze encontros semanais. A proposta de se trabalhar esses componentes com outros componentes de semestres mais adiantados da matriz curricular foi discutida e construída em conjunto com os alunos, momento em que firmamos um acordo ou contrato didático. A construção do contrato didático, conforme Soares (2013, p. 31), “não é simplesmente apresentar o plano, as formas de avaliação e o cronograma aos estudantes no primeiro dia de aula. É, fundamentalmente, desenvolver uma negociação permanente na gestão da aula ao longo do semestre”, ou seja, esse acordo ou contrato didático requer uma negociação na qual as responsabilidades são compartilhadas.

Ainda no primeiro dia de aula, foi discutido entre as docentes e os estudantes o processo de avaliação, “pois esse complementa e fornece um diagnóstico que permite (re)pensar e (re)formular estratégias, métodos e procedimentos de aprendizagem” (Anjos; Pereira, 2015, p. 94). Consideramos que no processo de avaliação desses estudantes também devem ser levados em conta, analisados e compreendidos seus avanços, suas limitações e suas dificuldades, não apenas tendo como objetivo final a aferição de notas, “entendemos que nessa caminhada os professores e alunos estão imbricados, sendo a avaliação um processo mediador” (Anjos; Pereira, 2015, p. 94). Corroboramos com Hoffmann (1996, p. 121) quando afirma que a “avaliação mediadora significa ação provocativa do professor, desafiando o educando a refletir sobre as noções estudadas e situações vividas, a formular seus próprios conceitos, encaminhando-se gradativamente ao saber científico e a novas descobertas”.

Como forma de encaminhar e introduzir os estudantes nesse ambiente acadêmico científico e de novas descobertas, ainda com o propósito de integração, demos início à prática: a primeira ação foi dividir a turma em nove grupos de quatro membros, cujas equipes foram formadas por livre escolha dos discentes; em seguida, fizemos um sorteio para distribuir entre os grupos os nove componentes curriculares selecionados para a pesquisa. A seleção deles foi realizada com base na utilização dos conteúdos a serem estudados nas disciplinas Introdução à Engenharia de Produção e Desenho Básico.

Antes de adentrarem na etapa seguinte, na qual cada grupo deveria conversar com os professores dos respectivos componentes e os discentes que já os haviam cursado, os conteúdos das disciplinas Introdução à Engenharia de Produção e De-

senho Básico foram apresentados e discutidos em aulas expositivas, aulas práticas e filmes, nas respectivas aulas das autoras. Com base nesses conteúdos, foi possível para as equipes investigarem com os professores e discentes mais adiantados do curso aspectos como: conceitos, principais elementos construtivos, aplicações desses na formação do engenheiro, representações técnicas e artísticas dos citados elementos e qual a importância dos componentes ministrados pelas docentes para a compreensão desses assuntos, dos nove componentes de semestres subsequentes da matriz curricular do curso.

Os componentes selecionados estavam posicionados entre o quarto e o nono semestre do curso: Eletricidade (quarto semestre), Topografia (quarto semestre), Hidráulica (sexto semestre), Estrutura de concreto (sétimo semestre), Estruturas metálicas (sétimo semestre), Estrutura de madeira (oitavo semestre), Fundações (oitavo semestre), Gerenciamento de obras (nono semestre) e Saneamento básico (nono semestre).

Além do contato com professores dos componentes supracitados e os discentes, realizaram uma pesquisa sobre os principais conteúdos desses componentes, bem como a sua relação com uma edificação ou obra de engenharia selecionada pela equipe para a realização do estudo. Nesse aspecto estamos atendendo ao que orienta as DCNs, no art. 6º, item VIII, § 9º: “É recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos” (Brasil, 2019).

Na sequência, cada equipe pesquisou os aspectos construtivos, os materiais utilizados, impactos ambientais, o projeto, dentre outros, desta obra ou edificação, fez a relação com os conteúdos das disciplinas, além da parte escrita relatando e descrevendo a pesquisa, e representou gráfica e espacialmente toda ou parte da edificação. Foram pesquisadas e representadas as seguintes obras de engenharia: pergolado de madeira, o Museu Oscar Niemeyer/PR, escada drenante, a Estação de Tratamento de Água da Bolandeira/BA, galpão de canteiro de obras, sapata quadrangular de uma edificação, Morro do Pão de Açúcar/RJ, Central e o Viaduto Ferroviário Paulo Fontim/RJ e Eólica de Mucuri/CE.

Foi ressaltada a relevância da pesquisa e da representação gráfica para os cursos de Engenharia, visto que o desenho facilita o entendimento dos conteúdos estudados quando comparado com a dificuldade da linguagem escrita para descrever uma forma ou um objeto. Bornancini *et al.* (1981), ao escreverem sobre a importân-

cia do desenho, acentuam que esse é o único meio exato e inquestionável de comunicar a forma de um objeto tridimensional. “Daí a sua importância na tecnologia, face à notória dificuldade da linguagem escrita ao tentar a descrição da forma, apesar da riqueza de outras informações que essa linguagem possa veicular” (Bornancini *et al.*, 1981, p. 6).

A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica e de campo, e a avaliação da aprendizagem se deu através do cumprimento das seguintes etapas:

- Consulta baseada na bibliografia apresentada na ementa de cada componente curricular, nas redes sociais, através de contato com os professores que ministram as disciplinas, com egressos do curso e com discentes que já as cursaram.
- Escolha de uma obra de engenharia ou um elemento construtivo estudado no componente curricular.
- Realização do relatório escrito da pesquisa da obra de engenharia ou um elemento construtivo estudado no componente curricular.
- Representação bi e tridimensional desse elemento: três vistas, perspectivas isométrica e cavaleira.
- Representação espacial do elemento construtivo, utilizando material de baixo custo e de fácil obtenção.
- Exposição dos protótipos e dos desenhos, e apresentação da teoria pesquisada para docentes e discentes do curso.

Essas atividades foram realizadas em cinco semanas, os encontros foram presenciais e virtuais. Nos horários previstos no calendário acadêmico para encontro em sala, das respectivas disciplinas, as equipes apresentavam fases do trabalho:

- Primeira semana - apresentação da primeira versão da pesquisa bibliográfica, sendo feitas as observações de melhorias pelas docentes e devolvida à equipe.
- Segunda semana - exibição através de fotos ou desenhos do elemento escolhido e sua representação bi e tridimensional.
- Terceira semana - apresentação da segunda versão da pesquisa bibliográfica contendo desenhos que explicassem o assunto e construção espacial do elemento.
- Quarta semana - demonstração da última versão da pesquisa bibliográfica e dos desenhos e construção espacial do elemento.
- Quinta semana - exposição e apresentação das equipes.

Figura 1 - Conhecimentos e habilidades desenvolvidas pelos estudantes durante a pesquisa



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme demonstrado na Figura 1, trabalhando em equipe, os alunos compartilham suas próprias compreensões, dúvidas, as negociações entre eles, permitindo a construção de significados, conhecimento e habilidades.

Dentre as obras/edificações pesquisadas pelas equipes, escolhemos para este capítulo o trabalho da equipe responsável por estudar o componente curricular “Es-

estrutura de madeira”, que aborda as características gerais e específicas da madeira, assim como suas propriedades físicas e mecânicas, além de analisar a sua aplicação no que diz respeito à construção de edificações. A equipe optou por pesquisar um pergolado, cuja aplicação pode ser um lugar de passagem, um espaço para o cultivo de plantas, para receber amigos, podendo ainda ser utilizado como garagem, ambiente de leitura, refeições ou simplesmente um espaço de descanso e contemplação. Os pergolados ou pérgolas podem ser feitos de madeira, bambu, concreto ou metal e podem ser cobertos por trepadeiras, que dão suporte a plantas e protegem o ambiente do sol e da chuva. Seu principal uso é decorativo, para sombreamento de áreas abertas.

A Figura 2 é uma fotografia de um pergolado em madeira, e a Figura 3, uma miniatura aproximada deste, construída pelos estudantes, que utilizaram na sua confecção madeira, papel camurça, isopor pintado com tinta guache e flores de tecido.

Figura 2 - Pergolado em madeira



Fonte: www.google.ufsc.br/publica/materialcomplementar/desenho.

Figura 3 - Elemento representado pela equipe

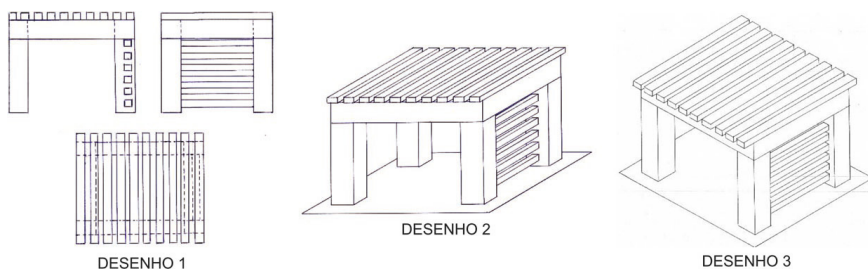


Fonte: Acervo das autoras.

Na Figura 4, o objeto é representado tecnicamente, utilizando as normas da ABNT elaboradas para o Desenho Técnico. O Desenho 1 apresenta as três vistas ortogonais no primeiro diedro, o Desenho 2, a perspectiva cavaleira, e o Desenho 3 mostra a perspectiva isométrica.

É importante salientar que as representações técnicas foram construídas com o auxílio de esquadros, compassos, lápis e borracha e não através do computador.

Figura 4 - Desenho Técnico do elemento representado pela equipe



Fonte: Acervo das autoras.

Corroborando com as DCNs, no art. 6º, item VIII, § 3º: “Devem ser incentivados os trabalhos dos discentes, tanto individuais quanto em grupo, sob a efetiva orientação docente” (Brasil, 2019), os resultados da pesquisa foram expostos pelas equipes no hall de entrada do Departamento de Ciências Exatas e da Terra/DCET I, onde os estudantes puderam explicar e explanar para os professores e estudantes dos cursos lotados naquele departamento sobre a realização dessa prática pedagógica.

Nesse momento, os discentes da turma fizeram a exposição dos desenhos e das miniaturas/maquetes dos elementos construtivos, bem como a apresentação verbal dos principais tópicos da pesquisa escrita. Docentes e discentes do curso de Engenharia e dos outros cursos lotados no DCET I participaram da mostra e, através de perguntas e comentários, prestigiaram-nos, engrandecendo, ainda mais, o nosso trabalho.

No final do semestre, além da mostra no hall do departamento, as equipes entregaram o trabalho escrito contendo os dados mais relevantes dos conteúdos abordados nos componentes curriculares, as representações gráficas do elemento construtivo referente ao componente, construção tridimensional desse elemento e apresentaram de forma oral os assuntos, engrandecendo a prática pedagógica, que teve como princípio o papel ativo dos alunos.

Esses conhecimentos foram apresentados de forma integradora, com a finalidade de motivar os alunos sobre a importância dos componentes de formação básica no curso, demonstrando sua importância para os componentes de semestres mais adiantados e para uma formação sólida do futuro profissional de engenharia. “Aprender na interação em classe é, então, dialogar, interagir, questionar e problematizar para possibilitar a superação das dificuldades” (Loder *et al.*, 2013, p. 169). Agindo assim, acrescentamos conhecimentos novos aos já desenvolvidos, unindo-os na construção de novos conceitos.

Depois da exposição, fizemos uma breve avaliação de todo o processo e pudemos constatar que a prática empregada resultou em uma aprendizagem significativa, de acordo com as respostas dos discentes. A maioria deles afirmou ter se identificado com os procedimentos utilizados e ressaltou a nossa postura ao “dar-lhes independência e responsabilidade para escolher, criar e pesquisar os assuntos” (Componente da equipe nº 2).

Com relação à pesquisa bibliográfica, eles disseram ter sentido alguma dificuldade para entender o que estava escrito nos livros e artigos, mas, ao conversarem entre si, conosco e com os docentes que ministram as disciplinas, a teoria tornava-se

mais compreensível. A etapa mais difícil do trabalho, segundo um dos componentes da Equipe 1, seguido por quase todos os demais, foi a escrita. “Toda vez que eu mostrava a pesquisa da minha equipe para as professoras, elas pediam que fizéssemos correções, que tirássemos o texto de um lugar e colocássemos no outro, que escrevesse com termos mais apropriados, e por aí vai. Isso foi muito difícil e cansativo” (Componente da equipe nº 1).

Ao ser perguntado se, no final, ele ficou satisfeito com o seu texto, ele e alguns outros responderam que sim, que quando compararam a primeira versão e a última ficaram “muito contentes com o resultado final”. Um dos discentes da Equipe 6 falou que “irá guardar esse trabalho até o final do curso”.

Em razão do que foi relatado pelos discentes, depreende-se que a prática pedagógica integradora auxiliou no desenvolvimento da cooperação entre os estudantes e de suas aprendizagens, pois, conforme Loder *et al.* (2013 p. 169):

A interação entre os alunos promove cooperação, com sentido de atuar e operar com o outro, compartilhando ideias, significados e conhecimentos, seus e do outro, modificando ambos. Um processo de interação e cooperação traz consigo o diálogo, que valoriza todos os tipos de saberes e também o saber do outro.

De acordo com alguns componentes, por estarem trabalhando em equipe, as tarefas ficaram mais fáceis. “Uns gostam mais de desenhar, outros de pintar e construir a maquete, outros de pesquisar e poucos, como eu, gostam de apresentar os resultados. Eu gostei de explicar sobre a nossa pesquisa” (Componente da equipe nº 5).

Conforme as DCNs, no art. 13, “a avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências” (Brasil, 2019).

Considerações finais

Nesta experiência procuramos atender às novas DCNs no art. 6º, item VIII, § 4º: “Devem ser implementadas, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas” (Brasil, 2019).

O fato de a experiência ser realizada no primeiro semestre acadêmico foi mais um fator positivo, pois ocorreu logo após o ingresso da maioria dos discentes no ensino superior. Inicialmente eles acharam que não estavam preparados para a escrita, nem para conversar com os docentes que ministram componentes nos semestres mais avançados. Porém, no decorrer das atividades foram descobrindo que são capazes de produzir muito mais e, no semestre seguinte, alguns já estavam envolvidos em projetos de iniciação científica, monitorias (ensino e extensão), Diretório Acadêmico e Empresa Júnior.

O clima relacional nesse contexto foi muito importante, pois criamos uma relação de proximidade com os alunos, não apresentando uma postura intimidadora, pois não basta adotar um enfoque globalizador, tentar outras técnicas, é preciso também cuidar da relação dos alunos entre si e do professor com eles, proporcionando um clima de proximidade e de confiança.

Analisando os pontos negativos desta proposta, observamos a distribuição inadequada das atividades entre os membros da equipe, pois, em dois grupos, alguns discentes não quiseram exercitar a construção da representação técnica por terem optado por construir a maquete. Ao percebermos essa intenção, conversamos com eles, explicando a importância de colocar no papel as representações espaciais e que, no contrato didático firmado, assumimos o compromisso de criar um clima de cooperação e de confiança na possibilidade de aprender e de trabalhar juntos. Isso também foi muito significativo para nós, pois ficamos atentas à participação de todos.

Essa atividade gerou um resultado bastante significativo para os discentes, pois eles puderam vivenciar as atribuições da profissão do engenheiro, assim articulando a teoria apresentada em sala de aula e pesquisada por eles com a prática adquirida na pesquisa de campo.

Segundo Zabala (2010), as unidades didáticas, mesmo sendo de uma determinada disciplina, têm como ponto de partida situações globais, como: conflitos ou questões sociais, situações comunicativas, problemas de qualquer tipo, necessidades expressivas, nas quais os distintos conteúdos de aprendizagem dessas diferentes disciplinas ou saberes sejam percebidos como necessários para a sua resolução ou compreensão.

É importante interagir com os componentes curriculares de vários semestres promovendo a interação e integração deles, gerando novos conhecimentos e mapeando novas possibilidades. Constatamos que, no dia a dia, os docentes do curso focam cada um em seu componente curricular, como se fossem fatias do conhecimen-

to, não proporcionando a visão do conjunto ou integração, parceria e comunicação entre eles. Nesta proposta, colocamos em prática algumas possibilidades e desafios para a substituição de uma concepção fragmentária do conhecimento a partir de uma práxis globalizadora que permita a articulação de saberes, ao tratar os assuntos de forma contextualizada e integrada.

Ao finalizarmos a atividade, restou claro que, quando o estudante compreende a relação entre os conteúdos da matéria e a prática profissional e vivencia atividades nas quais pode construir conhecimento e criar soluções, ele é estimulado a pesquisar e estudar esses e outros conteúdos, as aulas tornam-se mais interessantes e o aprendizado se processa com mais facilidade, pois há um maior engajamento entre os envolvidos.

Nesse processo, a turma vai se conhecendo mais e a formação de grupos proporciona, muitas vezes, uma rede de estudo. Isso corrobora com Loder *et al.* (2013, p. 169), quando asseveram que: “Libertos de uma situação mais formal e contando com o apoio dos colegas, todos se sentem mais à vontade para discutir e dizer o que não sabem para pedir e dar palpites, sugestões e ideias”. Assim, um ponto que favoreceu a experiência foi o trabalho em equipe, pois os membros se juntaram para executar as tarefas e encontrar saídas para as dificuldades. Procuramos trabalhar as diferenças de opiniões, assim como as habilidades de cada um, sem permitir que houvesse os que “se destacam mais e os que trabalham menos”. Todos participaram de forma ativa, assumindo em maior proporção a atividade com a qual mais se identificavam.

Apesar das vantagens descritas, o trabalho em equipe também gerou alguns problemas, a exemplo de três discentes que estavam com dificuldade em representar as perspectivas que foram solicitadas de forma individualizada. Ao percebermos que eles precisavam de incentivo para dar seguimento à tarefa, permitimos a intervenção de membros de outra equipe, pois a nossa intenção ao aplicar a prática foi criar uma interação entre os matriculados na turma, priorizando, também, a aprendizagem individual.

A experiência comprovou que, quando o discente é apoiado e orientado a atuar como agente ativo no processo, a trabalhar de forma autônoma e a executar tarefas que fazem sentido, na medida em que estão sintonizadas com os desafios concretos do campo profissional para o qual está sendo formado, ele desenvolve capacidades e adquire aptidões básicas e específicas indispensáveis à sua atuação profissional, tornando-se consciente, responsável e competente.

O contato entre discentes e docentes também deve ser destacado, pois, através dessa comunicação, os primeiros se sentiram mais confiantes para prosseguir com

as etapas da pesquisa. Os docentes, que tinham a formação em engenharia, compartilhavam os seus conhecimentos e as suas experiências, exemplificando a aplicação dos conteúdos na prática.

Importa ressaltar que a participação na pesquisa para os docentes foi bastante proveitosa, porque, ao compartilhar suas experiências acadêmicas e profissionais com docentes de outras áreas e com discentes recém-chegados à universidade, tiveram a oportunidade de efetivar na prática um trabalho integrador.

Finalizando, ficamos bastante satisfeitas com o sucesso da prática pedagógica globalizadora, na qual pudemos experimentar uma atividade de integração interdisciplinar, e nos comprometemos em dar continuidade a esse tipo de estratégia de aula universitária, retroalimentando o planejamento das ações futuras.

Referências

ANJOS, T. D. S. dos; PEREIRA, T. R. D. S. Desenhando novos caminhos: uma prática com enfoque integrador em Engenharia de Produção Civil. In.: SOARES, S.R.; DE MARTINS, É. S.; DE MIRANDA, D. L. (org.). **Problemática e produção criativa: ressignificando o ensino e a aprendizagem na universidade**. Série Práxis e Docência Universitária. v. 4. Salvador: EDUNEB, 2015.

BORNANCINI, J. C. M.; PETZOLD, N. I.; JÚNIOR, H. O. **Desenho Técnico Básico**. Fundamentos teóricos e exercícios à mão livre. 4. ed. Rio Grande do Sul: Sulina, 1981.

BRASIL. Resolução CNE/CES 2/2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 43 e 44, 26 abr. 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file>. Acesso em: 30 ago. 2023.

DIAS SOBRINHO, J. Professor universitário: contextos, problemas e oportunidades. In: SOARES, I. F.; SOARES, S. R.; RIBEIRO, M. L. (org.). **Docência universitária: profissionalização e práticas educativas**. Feira de Santana, BA: UEFS Editora, 2009.

ELMOR FILHO, G.; SAUER, L. Z. **Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na Educação em Engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

HOFFMANN, J. Experiências em avaliação mediadora na universidade a partir do PAAP. In: MORAES, V. R. P. (org.). **Melhoria do ensino e capacitação docente: programa de atividades de aperfeiçoamento pedagógico**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1996.

LODER *et al.* Intervenções pedagógicas bem sucedidas em cursos de engenharia. In: OLIVEIRA, V. F.; TOZZI, M. J.; ELARRAT, J. H. A.; COSTA, L. S. B. N.; PEREIRA, J. M. (org.). **Desafios da educação em engenharia: formação em engenharia, internacionalização, experiências metodológicas e proposições**. Brasília, DF: Abenge, 2013.

LÜCK, H. **Pedagogia Interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 1994.

MASETTO, M. T. Técnicas diferenciadas colaboram para a aprendizagem na engenharia? In: MASETTO, M. T. (org.). **Ensino de engenharia: técnicas para otimização das aulas**. São Paulo: Avercamp, 2007.

PEREIRA, T. R. D. S.; ANJOS, T. D. S. dos. 30 anos de UNEB, 15 anos do DCET I e 15 anos do Curso de Engenharia de Produção Civil: um caminho que se faz caminhando. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., 2013, Gramado. **Anais [...]**. Gramado, RS: Abenge, 2013.

POMBO, O. Interdisciplinaridade: conceitos, problemas e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 40-46, jan./abr. 2004.

RAMOS, D. K. **O enfoque globalizador e os conteúdos de aprendizagem**. Disponível em: http://escoladegestores.virtual.ufc.br/PDF/planejamento_tipologia.pdf. Acesso em: 15 dez. 2022.

SOARES, S. R. A pesquisa como princípio formativo: experiência em uma disciplina na pós-graduação. In: SOARES, S. R.; SOARES, I. F.; BARREIRO, M. S. (org.). **Ensino para a autonomia: inovando a formação do profissional**. Salvador: Eduneb, 2013.

SOARES, S.R.; SOARES, I. F.; BARREIRO, M. S. Apresentação do Volume II. In: SOARES, S.R.; SOARES, I. F.; BARREIRO, M. S. (org.). **Ensino para a autonomia: inovando a formação do profissional**. Salvador: Eduneb, 2013.

SUSIN, R. M.; BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. A superação da fragmentação do saber por meio da interdisciplinaridade. **Ágora: Revista de Divulgação Científica**, Mafra, v. 18, n. 1, p. 44-54, 2011.

UNEB. Universidade do Estado da Bahia. **Projeto de Reconhecimento do Curso de Engenharia de Produção Civil da Universidade do Estado da Bahia**. Salvador/BA, 2004.

UNEB. Universidade do Estado da Bahia. **Projeto do Curso de Engenharia de Produção Civil da Universidade do Estado da Bahia**. Salvador/BA, 1997.

ZABALA, A. **Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar**. Porto Alegre: Arted, 2002.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZABALA, A. Os enfoques didáticos. In: COLL, C. *et al.* (org.). **O construtivismo na sala de aula**. 6. ed. São Paulo: Ática, 2011.

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

A LÓGICA DE COMPETÊNCIAS E A DIVISÃO SEXUAL DO TRABALHO NA MINERAÇÃO

Raquel Quirino

Introdução

Dentre as principais mudanças ocorridas no mundo do trabalho nos últimos anos, a crescente participação das mulheres nos espaços públicos e produtivos - além do espaço doméstico, apresenta-se de maneira intensa e constante.

De se notar que a divisão do trabalho entre homens e mulheres é algo antigo. O que há de novo são as “novas faces” que essa divisão sexual do trabalho apresenta em determinados segmentos industriais em que predominam a mão de obra masculina ou feminina e de acordo com os modelos de gestão de pessoas adotados pelas organizações.

Em se tratando do segmento de mineração, apesar de sua importância histórica, econômica e social para o Brasil e, sobretudo para Minas Gerais, ainda são raras as pesquisas sobre o trabalho nesse setor industrial, abordando questões relacionadas à divisão sexual do trabalho e como a descrição, avaliação e valorização de competências profissionais são realizadas pela empresa.

Em 1918, criticando a realidade da Rússia revolucionária, no início do sistema fabril, ainda em uma era pré-taylorista, Alexandra Kolontai, ao descrever o problema de adaptação da mulher moderna – como força de trabalho assalariado – às novas condições de sua existência, aponta que:

(...) as virtudes femininas – passividade, submissão, doçura – que lhe foram inculcadas durante séculos, tornaram-se agora completamente supérfluas, inúteis e prejudiciais. Ou seja, a dura realidade exige outras qualidades nas mulheres trabalhadoras. Precisa agora de firmeza, decisão e energia, isto é, aquelas virtudes que eram consideradas como propriedade exclusiva do homem (Kolontai, 1980, p. 14).

Já no taylorismo-fordismo, qualidades supostamente naturais das mulheres merecem interesse especial, a ponto de justificar a exploração da crença de que elas seriam possuidoras de um saber-fazer voltado para o cuidado e a minúcia, e de um saber-ser caracterizado pela paciência, generosidade e discrição (Machado, 2007).

No entanto, para Kergoat (1982, p. 198), “as qualidades exigidas das mulheres (minuciosidade, perspicácia, paciência etc.) são tidas como inatas e não adquiridas – fatos da natureza e não da cultura, aptidões e não *savoir-faire*”. As competências das mulheres são vistas como qualidades inatas e não como qualificações profissionais, portanto, desvalorizadas nas relações de trabalho assalariado.

Destarte, a partir do que preconiza a Lógica de Competências adotada no modelo de gestão da empresa, locus desta pesquisa empírica, as competências, supostamente “naturais” das mulheres são consideradas? Há uma mudança ou reforço do interesse pela exploração de tais competências? Há uma valorização diferenciada das competências dos homens e das mulheres?

Tendo em vista as contradições inerentes a esse processo, este estudo ancorou-se nas contribuições dos/as pesquisadores/as: Kergoat (1982 a 2010), Hirata (1993 a 2010), Bruschini e Lombardi (2003, 2008); Louro (1996, 2008), Segnini (1998), Saffioti (2000), Souza Lobo (1991), Zarifian (2001), Dugué (1999), Machado (2007), Fleury e Fleury (2004), Rocha (2009), dentre outros/as. Os dados qualitativos foram obtidos na análise documental, no conteúdo de entrevistas em profundidade realizadas com gestores e trabalhadoras atuantes em cargos técnico-operacionais de uma empresa de mineração de grande porte situada no Quadrilátero ferrífero do estado de Minas Gerais e nas observações de situações reais de trabalho.

Verifica-se que em relação ao Modelo Competências adotado pela empresa há uma adaptação dos modelos existentes à sua realidade operacional e a seus interesses econômicos particulares. Evidencia-se também por parte dos gestores um reconhecimento das competências supostamente femininas das trabalhadoras, mas apenas uma “pseudovalorização” de tais competências, o que lhes possibilita a inserção, mas não, necessariamente, a ascensão a cargos e carreiras de prestígio e poder.

Ressalta-se, no entanto, um avanço na política de igualdade de oportunidades oferecida pela empresa mineradora – o que possibilita corrigir, em parte, tradicionais práticas discriminatórias -, assim como as estratégias de luta e resistência das mulheres, que estão encontrando no ambiente pesado, sujo e inóspito da mineração, em funções e cargos historicamente masculinos, oportunidades, possibilidades e opções de inserção e permanência no mundo do trabalho assalariado.

1. Caminhos metodológicos da pesquisa

Em sua grande maioria, as pesquisas sobre o trabalho colocam no centro da análise o trabalhador industrial masculino como principal sujeito. No entanto, quando se introduz nos estudos a análise da divisão do trabalho entre homens e mulheres, colocando essa última como sujeito de pesquisa, as transformações ocorridas pela reestruturação produtiva nos últimos anos – os novos modelos de organização e gestão da força de trabalho, a especialização flexível e os avanços tecnológicos – são diferenciadas por ramos industriais em que predomine mão de obra masculina ou feminina.

Substituindo o conceito-chave de “força de trabalho” (presente na análise marxista clássica das relações de dominação), pelo conceito de “sujeito sexuado”, em seus estudos, Kergoat (1984) e Hirata (1995) reconceituam o trabalho a partir da introdução de uma subjetividade atuante. Para Kergoat (2002, p. 50), o trabalho é o grande desafio das relações sociais de sexo. Não se trata aqui apenas do trabalho assalariado ou mesmo profissional, mas de trabalho enquanto “produção de vivência”.

Para investigar as questões referentes à presença da mulher no mundo do trabalho na mineração, nos limites deste trabalho a pesquisa balizou sua ação tendo como teoria de base as construções teóricas, plena ou parcialmente fundadas na Escola Francesa da Sociologia do Trabalho.

Objetivou-se trazer as contradições da sociedade capitalista contemporânea, tendo em vista a necessidade do capital pelo trabalho de homens ou de mulheres, em um determinado estágio social e em um dado período histórico. Essa escolha de referencial teórico-metodológico permite pensar simultaneamente o material e o simbólico e proceder à análise das relações de trabalho sob uma perspectiva, ao mesmo tempo “de classe” e “sexuada”.

Aqui, a participação da mulher no mundo do trabalho da mineração não é considerada unilateralmente e dicotomizada, mas, antes, procura perceber homens e mulheres em seus diversos fatores de diferenciação, buscando a compreensão de situações e relações sociais de trabalho específicas. Essa abordagem relacional revela-se mais indicada para se entender e explicar a complexidade que envolve as relações entre homens e mulheres na atualidade. Por meio dessa abordagem é possível perceber que existe uma pluralidade de modelos, vozes e significados que envolvem as relações de gênero. A sua compreensão, portanto, não é possível através de modelos únicos de masculino e feminino, previamente estabelecidos, mas a partir de uma postura teórica que considere essa polifonia e polissemia (Carvalho, 2003, p. 18).

Assim, ainda segundo Carvalho (2003), a perspectiva relacional direciona o foco da análise para as relações entre homens e mulheres e não apenas para a pura oposição entre eles. Não é mais possível falar de gênero apenas como sinônimo de mulher, e mesmo quando o objeto ou sujeito de estudo for a mulher, a abordagem relacional permite perceber que sua vida social é construída na interação entre pessoas que vivem situações e posições diferentes na sociedade.

Os procedimentos técnicos de coleta e análise de dados realizados envolveram o levantamento bibliográfico já produzido nas categorias de análise da pesquisa, estudo de documentos da empresa escolhida como campo empírico, entrevistas semiestruturadas com gestores e trabalhadoras e observações in loco das atividades de trabalho, o que possibilitou a aproximação do objeto de estudo em suas várias dimensões.

Dentre as inúmeras empresas de mineração do Brasil, elegeu-se como lócus da pesquisa empírica uma empresa de mineração de ferro multinacional, de grande porte. Essa escolha deve-se à grande importância econômica e social que a mineração de ferro vem assumindo nos últimos anos, por essa empresa contar com um quadro superior a 50.000 trabalhadores diretos, por adotar o modelo de gestão de pessoas por competências e pela sua crescente contratação, nos últimos dez anos, de mulheres para cargos majoritariamente exercidos por homens.

O segmento de mineração, não obstante possa parecer para o senso comum um tipo de organização em que predomina a força bruta, com trabalhos realizados num ambiente sujo e inóspito e majoritariamente masculino, é rica em tecnologia de equipamentos e de processos.

Gradativamente, a partir da evolução tecnológica, da especialização flexível, da implantação de programas de qualidade total, da reengenharia, do *just in time*, dentre outros, o processo seletivo, a descrição de cargos, a avaliação de desempenho, a educação continuada e a promoção dos/as trabalhadores/as passaram a ser realizados pela *Lógica de Competências*, como um novo modelo de organização e gestão do trabalho e da força de trabalho, trazendo inúmeros impactos na empregabilidade e na mobilidade profissional de trabalhadores e trabalhadoras.

Com tais mudanças a empresa passou a eleger e supervalorizar certas competências em detrimento de outras. As competências comportamentais, atribuídas naturalmente à mulher e ao homem, foram se tornando fatores observados para a contratação de um ou outro, e as mulheres passaram a ter oportunidade de exercer funções e cargos, até então, historicamente ocupados apenas por homens.

Por ser uma empresa de grande porte, com inúmeras unidades localizadas em diversas cidades e estados do país, escolheu-se para a pesquisa empírica uma

das unidades da empresa situada no estado de Minas Gerais, aqui denominada Unidade-MG¹. Essa unidade foi escolhida devido à sua localização geográfica no Quadrilátero ferrífero mineiro, próximo a Belo Horizonte, e ao seu grande contingente de trabalhadoras em áreas operacionais e em ocupações ditas masculinas.

Os sujeitos da pesquisa são:

- Gestores (conforme o organograma da empresa: diretor, gerentes e supervisores);
- Trabalhadoras de nível técnico/operacional, das áreas de produção e de manutenção, que ocupam cargos tradicionalmente “masculinos” (mecânica, eletricista, operadoras de equipamentos, técnicas e engenheiras, observando as denominações dos cargos adotados pela empresa).

A pesquisa analisou a divisão sexual do trabalho na mineração do ponto de vista da mulher trabalhadora, portanto, não faz parte desse universo as mulheres em cargos de comando e gerência – que poderão ser sujeitos de pesquisas futuras. Também foram excluídas as profissionais de empresas e/ou aquelas que ocupam cargos administrativos, burocráticos e/ou tradicionalmente considerados “femininos” (secretária, auxiliar de escritório/administrativo, nutricionista, enfermeira, analista financeiro, compradora, cozinheira, telefonista, dentre outros cargos afins).

Nesse sentido, várias fontes de informações foram consideradas e confrontadas para melhor aproximar da realidade nas suas múltiplas determinações. Foi feita uma análise de documentos produzidos pela empresa, visando à identificação do número de mulheres atuantes em áreas e cargos administrativos, operacionais e de comando; o sistema de contratação, avaliação, demanda por competências, qualificação e requalificação profissional e preferência dos gestores da empresa por profissionais, segundo a variável gênero.

Os documentos analisados foram:

- A política de gestão do trabalho e das pessoas por competências, adotada pela empresa: formulários do processo de seleção de pessoal, descrição de cargos, avaliação de competências, programas de capacitação profissional;
- Organograma da unidade pesquisada;
- Descrição de cargos e planos de operação/manutenção; ainda com os mesmos objetivos foram realizadas entrevistas individuais semiestruturadas com uma gerente e dois analistas de Recursos Humanos da unidade.

¹ O nome real da empresa foi omitido por razões éticas.

Foram levantadas questões norteadoras relacionadas ao modelo de gestão de competências adotado pela empresa, como se dão a descrição dos cargos, o recrutamento e seleção, a avaliação de desempenho, o planejamento para o desenvolvimento de competências individuais e coletivas, a avaliação de competências e todas as demais informações relevantes para melhor compreensão da categoria “gestão do trabalho por competências”.

Entrevistas semiestruturadas, num total de sete, foram realizadas com os gestores da unidade: gerentes e supervisores das áreas operacionais, todos do sexo masculino. As questões norteadoras foram relacionadas à forma de contratação e escolha dos/das candidatos/as aos cargos, ao desempenho e avaliação de competências de homens e mulheres no trabalho, ao relacionamento profissional e especificamente, no caso da Gerência de RH, foram entrevistados/as também os/as analistas que atuam diretamente na unidade pesquisada. Embora não ocupem cargo de comando ou atuem nas áreas técnico-operacionais, foram imprescindíveis para a obtenção dos dados referentes à operacionalização da Política de RH da empresa.

Também foram efetuadas doze entrevistas, semiestruturadas, com trabalhadoras das áreas técnico-operacionais. As entrevistas ocorreram de forma dialógica: algumas questões foram feitas pela pesquisadora, em seguida, o/a entrevistado/a dissertou livremente e/ou retificou e/ou reafirmou a sua opinião à medida que o diálogo transcorria. Quando do tratamento das informações colhidas nas entrevistas, os nomes das entrevistadas foram substituídos por nomes fictícios.

O número de gestores e trabalhadoras, sujeitos da pesquisa, foi determinado após o levantamento, no setor de RH da empresa, do universo de sujeitos de pesquisa existentes nas unidades investigadas. Como há na empresa uma grande diversidade de cargos técnico-operacionais e um grande contingente de trabalhadores/trabalhadoras lotados/as em cada cargo, a amostra de sujeitos da pesquisa empírica foi delimitada gradativamente, baseada em pressupostos teóricos qualitativos, à medida que as entrevistas foram realizadas.

Esse conceito de amostra se refere à escolha consciente e deliberada dos atores sociais participantes do estudo, segundo critérios de pertinência da pesquisa e qualidade das entrevistas. O objetivo dessa perspectiva de seleção é para valorizar a análise do conteúdo das informações colhidas nas entrevistas, de maneira a obter uma compreensão rica do fenômeno estudado, mais do que a realização de um grande número de entrevistas. Para tanto, na escolha dos gerentes e das trabalhadoras a serem entrevistados foi utilizada a representatividade dos grupos investigados, usualmente designada como amostra intencional.

A análise do discurso foi utilizada considerando a “linguagem como uma das formas de prática social” (Fairclough, 2001, p. 20) e com o propósito de “desvelar os fundamentos ideológicos do discurso que se têm feito tão naturais ao longo do tempo que começamos a tratá-los como comuns, aceitáveis e traços naturais.” (Fairclough, 2001, p. 15). Para além da teoria linguística, essa abordagem procura trazer à tona as relações entre a prática social, as relações de poder e a ideologia, emergidas em uma conjuntura histórica, política e social particular e, também, tem base na teoria social e na produção intelectual de diversos pensadores.

Reconhecendo as limitações, espera-se que as informações colhidas apontem alguns elementos passíveis de serem generalizados e levem ao pleno alcance dos objetivos almejados nesta pesquisa, pois “o conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras, nunca é imediato e pleno” (Bachelard, 1996, p. 17).

2. Compreendendo o modelo de gestão por competências na perspectiva da divisão sexual do trabalho

Visando à compreensão da Lógica de Competências que norteia os Modelos de Gestão e Organização do Trabalho e das Pessoas por Competências, buscou-se, a partir de estudos de diversos autores, conceituar e historicizar brevemente o surgimento e o desenvolvimento de tais noções e modelos em diálogo com as teorias da Divisão Sexual do Trabalho.

Segundo Abreu (1994, p. 52-53), até recentemente, o perfil do trabalhador industrial da segunda metade do século XX parecia estar definido pelas características do modelo fordista, paradigmático do sistema de produção de massa.

Baseado na fabricação em grandes séries de bens padronizados a preços cada vez menores e utilizando maquinaria especializada, o modelo fordista de produção de massa tinha como típico o trabalhador semiquualificado que cumpre rigorosamente normas operacionais, em que a disciplina conseguida através de controle estrito, era o eixo central da qualificação requerida (Abreu, 1994, p. 52-53).

A partir da ideia de flexibilização, inúmeros estudos apontam para a Lógica de Competências como uma forma de regulação das relações de trabalho, ao final da década de 1970, em resposta à crise do modelo taylorista-fordista, que tinha como regra o trabalho prescrito e a separação do trabalho de concepção e de execução.

Emergindo a partir do discurso empresarial francês, baseia-se na flexibilidade das relações de trabalho e de produção. Segundo Hirata (2002), a noção de compe-

tência é oriunda do discurso empresarial nos últimos dez anos, na França, e retomada em seguida por economistas e sociólogos. É uma noção ainda bastante imprecisa e decorreu da necessidade de avaliar e classificar conhecimentos e habilidades gestadas a partir das atuais exigências de situações concretas de trabalho, associada, portanto, aos novos modelos de produção e gerenciamento, e substitutiva da noção de qualificação ancorada nos postos de trabalho e das classificações profissionais que lhes eram correspondentes.

Para Dugué (1999), a referência às competências é uma resposta às insuficiências do sistema da qualificação em face das novas condições. As numerosas análises do modelo da competência (Hirata, 2002; Zarifian, 2001; Dugué, 1999; Ropé; Tanguy, 2002; Stroobants, 2002; Manfredi, 1998; Deluiz, 2001; Küenzer, 2003; Fidalgo; Fidalgo, 2005 e outros) têm mostrado como ele responde às transformações dos sistemas de trabalho: os modos de prescrição evoluindo, recorre-se à mobilização psíquica dos trabalhadores e não mais somente aos seus conhecimentos. Além disso, com a reelaboração permanente dos empregos interditando sua codificação, torna-se necessário desatrelar a negociação salarial de todo e qualquer vínculo com postos ou saberes preestabelecidos. O modelo de competência, então, responderia a esse duplo problema.

As competências são definidas como “saberes em ação”, ou seja, um conjunto de conhecimentos e de maneiras de ser que se combinam harmoniosamente para responder às necessidades de uma dada situação em um dado momento. Enquanto os diplomas validam saberes, as competências remetem a uma integração de saber e de comportamento que confere um lugar preponderante ao “saber-ser” e ao investimento psicológico. Enquanto os diplomas são adquiridos de uma vez por todas, dando à noção de qualificação uma dimensão estabilizadora, a competência, por definição “inqualificável” (Stroobants, 2002), é da ordem do conjuntural e não pode ser considerada um atributo definitivo.

De acordo com Zarifian (2001), o conceito de competência procura ir além do conceito de qualificação, pois refere-se à capacidade de a pessoa assumir iniciativas, ir além das atividades prescritas, ser capaz de compreender e dominar novas situações no trabalho, ser responsável e ser reconhecida por isso. Ressalta-se também a valorização dos saberes em ação, a inteligência prática dos/as trabalhadores/as independentemente de títulos e diplomas; uma maior polivalência do/a trabalhador/a, que lhe permite lidar com diferentes processos e equipamentos, assumir diferentes funções e tornar-se multiquificado/a.

Em Küenzer (2003, p. 10), é possível compreender a categoria competência como a capacidade de agir, em situações previstas e não previstas, com rapidez e efi-

ciência, articulando conhecimentos tácitos e científicos a experiências de vida e laborais vivenciadas ao longo das histórias de vida, vinculada à ideia de solucionar problemas, mobilizando conhecimentos de forma transdisciplinar a comportamentos e habilidades psicofísicas, e transferindo-os para novas situações; supõe, portanto, a capacidade de atuar mobilizando conhecimentos (Küenzer, 2003, p. 10).

Em seu estudo sobre a lógica de competências, Fidalgo e Fidalgo (2005) relatam que, apesar das reiteradas afirmações de diversos autores sobre as imprecisões conceituais da noção de competências, há várias convergências entre eles, tais como: a competência como capacidade de articulação e mobilização de saberes, conhecimentos, habilidades e atitudes; a exaltação do sentido de eficácia das competências diante dos acontecimentos e, finalmente, o movimento em direção ao processo de individualização e de competição entre os/as trabalhadores/as.

Diante das mudanças técnicas, organizacionais e econômicas ocorridas nos últimos anos, as empresas têm progressivamente substituído o modelo de “qualificação” pelo de “competências”. No entanto, conforme afirmam Fleury e Fleury (2004), no âmbito dos profissionais de gestão de recursos humanos há uma tendência da utilização do conceito de competência como algo que pode ser prescrito, medido, quantificado e avaliado e do uso de padrões baseados em conhecimentos, habilidades e atitudes que afetam o trabalho e o desempenho do/a trabalhador/a. Tal entendimento aponta para a utilização do modelo de competência como uma nova roupagem para a qualificação na gestão do trabalho humano. Assim, os princípios do trabalho centrados na tarefa e no conjunto de tarefas referentes aos cargos continuam em pauta, sem levar em consideração a subjetividade do/a trabalhador/a.

Machado (1998) esclarece que, embora as competências sejam inerentes ao ser humano, a valorização de determinado perfil de competências surgiu na reestruturação capitalista para responder ao aumento da competição das empresas no mercado, às mudanças tecnológicas, à necessidade de redução dos custos e de melhoria da qualidade dos processos produtivos e dos produtos. Para tal, acompanha esse processo a proposta de mudança na gestão do trabalho: “(...) No que se refere à gestão do trabalho, o novo marco geral orientador preconiza a sintonização das competências individuais com as competências da organização, a busca da harmonia das atuações de cada um com esse planejamento estratégico” (Machado, 1998, p. 288).

Assim, o uso da noção de competências insere-se em um amplo quadro político de gestão estratégica de interesses sociais e profissionais e de renegociação quanto ao uso social do trabalho. Envolve escolhas que não são neutras no que concerne à reorganização de mercados de trabalho e de processos de trabalho, e às mudanças

na divisão técnica e sexual do trabalho. Nesse contexto, a divisão sexual do trabalho, apesar de ser algo antigo, permanece.

Os estudos de Pereira e Fidalgo (2007) apontam para a divisão sexual do trabalho como uma categoria de análise que possibilita delimitar os lugares sociais atribuídos aos homens e às mulheres, bem como identificar os valores atribuídos a eles e as regras de comportamento decorrentes desses valores no mundo do trabalho. Considerando as mudanças advindas da reestruturação produtiva e da gestão da força de trabalho pela lógica de competências, os autores constatarem que as transformações ocorridas por esse novo modelo foram bastante significativas para as mulheres, pois tiveram oportunidades de serem inseridas em ocupações de comando e em funções consideradas masculinas. Evidenciam que a necessidade de comprovação dos saberes é maior para as mulheres, principalmente para aquelas que ocupam funções consideradas masculinas e de maior nível hierárquico e afirmam ainda que “(...) algumas competências socialmente atribuídas a elas estão sendo reconhecidas e valorizadas pelas empresas, tais como a capacidade de adaptar-se às mudanças e de realizar várias tarefas, de relações humanas, comunicação, mobilização e engajamento para com os objetivos da empresa e comprometimento” (Pereira; Fidalgo, 2007, p. 160).

Dessa forma, relatam os autores, as mulheres têm usado como estratégia o aperfeiçoamento das competências consideradas femininas para inserção em cargos de maior escalão e aquelas competências consideradas masculinas - objetividade, competitividade, autonomia, dentre outras, para ocupação de cargos socialmente atribuídos aos homens.

Nessa perspectiva, o que a lógica de competência traz de novo em relação à divisão social de sexos é o reconhecimento, valorização e ressignificação de determinadas competências socialmente atribuídas às mulheres, aquelas adquiridas no trabalho doméstico, exercido no espaço privado.

Também Segnini (1998, p. 178) revela que os espaços privados e as tarefas domésticas passam a ser um elemento qualificador, pois possibilitam à mulher desenvolver habilidades requeridas e valorizadas para a realização do trabalho flexível. No entanto, para Kergoat (1982, p. 198), essa qualificação não é reconhecida como profissional, porque é criada em uma esfera diferente daquela do terreno profissional e produtivo.

Forjadas no âmbito privado, nas tarefas domésticas, no trabalho reprodutivo, “(...) as qualidades exigidas das mulheres (minuciosidade, perspicácia, paciência etc.) são tidas como inatas e não adquiridas – fatos da natureza e não da cultura, aptidões e não *savoir-faire*” (Kergoat, 1982, p. 198).

Pode-se inferir, a partir da assertiva de Kergoat, a hipótese de que, sendo a família o primeiro ambiente socializador no qual se dá a divisão do trabalho entre homens e mulheres, as competências das mulheres foram construídas no ambiente doméstico e levadas para o mundo do trabalho, não tendo assim um status de qualificação profissional.

Entretanto, os dados empíricos dessa pesquisa evidenciam uma tendência à reversão desse quadro. Também um estudo realizado pela consultoria internacional *Great Place to Work*, publicado no Jornal Gazeta do Povo, em 3 de março de 2009, sinaliza que as empresas têm ganhado muito com a contratação de mulheres e, afirma ainda, que elas conseguiram um espaço maior em diferentes carreiras no mundo corporativo pelas suas “qualidades”, como: empatia, paciência, habilidade em trabalhar em equipe, capacidade de delegar e negociar, entre outras.

Em se tratando das inovações tecnológicas no ambiente industrial eliminando as tarefas pesadas e a adoção de novos modelos de gestão valorizando as competências ditas femininas, Abreu (1994, p. 155) e Neves (2000, p. 243) esperavam uma maior incorporação das mulheres no mundo do trabalho em ocupações qualificadas e a eliminação da discriminação a que estão submetidas.

Contudo, Silva e Carvalho (2003, p. 59) afirmam que a substituição do uso da força bruta pelo uso de equipamentos computadorizados não necessariamente abre espaços para a atuação das mulheres nas áreas industriais, pois a ciência e a tecnologia continuam sendo consideradas de domínio masculino.

Os estudos de Pereira e Fidalgo (2007), no entanto, mostram a abertura de novas oportunidades de trabalho para as mulheres advindas do avanço tecnológico. Na fábrica automobilística pesquisada pelos autores, as transformações ocorridas no âmbito da gestão do trabalho foram bastante significativas para a força de trabalho feminina, proporcionando a inserção de mulheres em ocupações de comando e nas consideradas masculinas. Outro fator relevante verificado pelos autores refere-se à Lógica de Competências trazendo o reconhecimento, valorização e ressignificação de determinadas competências, socialmente atribuídas às mulheres.

Esse fato sinaliza mudanças na visão naturalizada dos papéis sociais atribuídos aos homens e às mulheres no mundo do trabalho produtivo. Tal fato também é constatado na pesquisa empreendida no ambiente da mineração de ferro, cujos resultados serão analisados em detalhes na Parte II do presente artigo. A partir dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o avanço tecnológico, assim como o modelo de gestão por competências adotado pela empresa investigada, tem facilitado um maior acesso das mulheres a esse segmento industrial.

3. Compreendendo o modelo de gestão por competências “híbrido” da empresa investigada

A primeira etapa da coleta de dados realizada na Unidade-MG visava conhecer a Política de Gestão de Pessoas da empresa, sobretudo os subprocessos de Recrutamento e Seleção; Treinamento e Desenvolvimento e Avaliação de Desempenho e como as mulheres estão sendo inseridas, capacitadas e avaliadas nesse segmento industrial. Para tal, foram entrevistadas uma gerente e uma analista de Recursos Humanos - RH e analisados alguns documentos fornecidos. Buscou-se também com as entrevistas dos gerentes e supervisores a constatação, na prática, das informações colhidas.

A empresa, nos últimos dez anos, vem gradualmente inserindo mulheres em suas áreas técnico-operacionais de maneira subjetiva e aleatória, sem formalizações oficiais e documentais. Os entrevistados, por unanimidade, afirmam que o preconceito já não está tão presente na mineração, mas tornou-se um hábito contratar apenas homens para as áreas operacionais, subestimando a competência das mulheres.

Segundo a gerente de RH entrevistada, a Unidade-MG possui uma única Política de Gestão de Pessoas, baseada no Modelo de Competências e que é seguida em todas as demais unidades. Nessa política a variável “sexo/gênero” não está presente em nenhum dos documentos oficiais, assim como não há nenhuma política de cotas ou programas de ação afirmativa visando à contratação de mulheres. Quanto à preferência da empresa pela contratação de homens ou de mulheres para suas áreas operacionais, a gerente de RH declarou: “Não há na empresa nenhuma formalização quanto à contratação de homens ou mulheres para quaisquer áreas ou funções. A decisão final é do gestor, dono da vaga. Na maioria das vezes é o supervisor que escolhe com quem quer trabalhar. A variável “sexo” não está presente nas formalizações de contratação da empresa”.

Para a contratação de novos empregados, as vagas são abertas quando da substituição de empregados demitidos, aposentados ou transferidos, ou quando há a necessidade de aumento de contingente em determinadas áreas pela maior demanda de novos projetos, de produção e/ou de manutenção. Atualmente, devido ao constante crescimento da empresa nos últimos anos, o segundo caso é o mais frequente.

Recrutamento e Seleção: O processo do Recrutamento e Seleção da mineradora é iniciado pelo supervisor, gerente operacional ou outra pessoa da linha de comando, que preenche um formulário eletrônico no qual são detalhados todos os dados da vaga e as competências esperadas do/a trabalhador/a a ser contratado/a,

tais como: escolaridade, formação profissional, experiência prática, etc. É o próprio gestor que determina quais competências são necessárias para o cargo. Os/as analistas de RH dão apenas o suporte necessário no momento do preenchimento do formulário de contratação, sugerindo, opinando ou alterando algum dado, se necessário, e alertando ao gerente sobre as necessidades legais do cargo, como formações e qualificações profissionais específicas para determinadas ocupações, por exemplo.

Somente após o preenchimento do formulário no qual são definidas as competências necessárias para o cargo é que se inicia o Recrutamento Interno: o formulário totalmente preenchido é inserido no “Banco de Oportunidades”, que fica disponível *on-line* na intranet da empresa e afixado nos quadros de avisos de todas as unidades operacionais. O/a empregado/a que se interessa pela vaga se cadastra no *e-dados* e passa pela primeira etapa de análise do currículo, feita pelo/a analista de RH e pelo/a “dono da vaga”. Se considerado em condições por essa primeira análise, a chefia imediata do/a empregado/a é comunicada e, caso seja autorizado por este, prosseguem-se os demais testes: psicológicos/comportamentais, escritos, práticos, exames médicos e entrevista, conforme o caso. Os testes psicológicos/comportamentais geralmente são feitos por uma empresa terceirizada e os testes escritos e práticos, quando necessários, e a entrevista, por um supervisor da área na qual há a vaga em aberto. Os exames médicos são feitos pelo médico do trabalho da empresa. Sendo aprovado/a em todas as etapas, é feita então a transferência do/a empregado/a para a nova vaga e inicia-se um novo processo para sua substituição no seu antigo setor e cargo.

Quando a vaga não é preenchida internamente, procede-se ao Recrutamento Externo, no qual a vaga é divulgada no site da empresa e, também, é encaminhada para divulgação por empresas de consultorias em contratação. Qualquer pessoa interessada pode cadastrar o seu currículo no site e o vincular àquela determinada vaga. É feita uma pré-seleção de currículos pela analista de RH, que os encaminha para uma empresa de RH contratada para a realização dos testes psicológicos/comportamentais. Após essa etapa os três melhores candidatos são encaminhados para o exame médico na empresa e, em seguida, para uma entrevista com o “dono da vaga”.

A “entrevista por competências” objetiva avaliar as condições técnicas e comportamentais dos candidatos e, como se trata de um procedimento padrão do Modelo de Competências e bem formalizado pela empresa, nesse momento os profissionais do RH assessoram o gerente em sua realização. Se necessário, é aplicado, então, aos candidatos, um teste prático por um profissional capacitado da área.

Depois de todas essas etapas, conforme informou a gerente de RH, a escolha final do/a candidato/a ideal é exclusivamente do gestor que abriu a vaga.

Embora, segundo as informações recebidas, a empresa adote o Modelo de Gestão de Pessoas por Competências, e seus gestores frequentemente utilizem em seus discursos a palavra “competência” para se referir à descrição dos cargos, a seleção dos profissionais é feita tendo em vista ajustar os saberes e capacidades do/a trabalhador/a àqueles definidos pela empresa como necessários ao cargo, como acontece na prática da gestão taylorista-fordista.

Analisando o processo de descrição das competências da mineradora à luz das contribuições de Machado (2007, p. 290-291) acerca do modelo de gestão da força de trabalho taylorista-fordista, evidencia-se que a empresa ainda tem como referência os postos de trabalho hierarquizados e as tarefas que os definem. As determinações de descrever as atribuições, requisitos e responsabilidades que as pessoas devem ter para determinado cargo e defini-los somente a partir da escolaridade, formação e experiência profissional não se aplicam ao Modelo de Gestão por Competências, no qual a referência central ao posto de trabalho se transfere para as competências individuais.

Especificamente sobre a contratação de mulheres, nos procedimentos de Recrutamento e Seleção pode-se inferir que elas se encontram em posição de desigualdade desde o início. Conforme alertam Castilhos e Castro (2006), a mineração, na percepção da sociedade, sempre foi vista como uma atividade de domínio masculino e, portanto, sem lugar para as mulheres. Assim, embora a mineradora demonstre, num primeiro momento, total imparcialidade pela contratação de homens ou mulheres, as empresas de seleção não são informadas do seu interesse por mão de obra feminina ou masculina. Assim, ao dar a essas empresas terceirizadas total liberdade de escolha do/a trabalhador/a adequado/a ao cargo, abre-se aí um primeiro filtro no processo de contratação, podendo dificultar o ingresso das mulheres. Também a escolha final do/a candidato/a, sem nenhuma norma estabelecida a priori pela empresa, deixa nas mãos do supervisor a opção por homens ou mulheres para as vagas segundo os seus valores, subjetividade e visão de mundo.

Por outro lado, a ênfase na escolaridade e na exigência inicial da empresa de que todos/as os empregados/as tenham, no mínimo, o ensino médio completo para serem contratados/as, independentemente do cargo a ser ocupado, tem favorecido mulheres, por elas terem mais escolaridade do que os homens e por serem mão de obra mais abundante na região. Como a empresa está em constante crescimento, e abrindo regularmente dezenas de vagas com a necessidade de preenchimento imediato, as chances de contratação das mulheres aumentam. Um dos supervisores entrevistados ilustra essa situação:

Às vezes eu não tenho intenção de contratar uma mulher para a minha área, mas dos candidatos que aparecem quase todos não têm o ensino médio completo. Agora as mulheres, se não têm, estão estudando EJA, curso técnico ou superior e, como estão precisando de trabalho, topam qualquer coisa. Aí a gente fica sem saída. Precisamos contratar depressa e as mulheres têm mais condições. Então contratamos elas para cargos que a gente nunca imaginava antes, como soldadoras e operadoras de caminhão, por exemplo (Supervisor operacional).

Treinamento, Desenvolvimento e Educação - TD&E: Ao contrário do que o senso comum faz parecer, o segmento de mineração é intensivo em capital e demandante de mão de obra altamente qualificada. Não raramente, essa tem que ser formada e qualificada pela própria empresa de mineração contratante, o que significa para ela internalizar custos educacionais que o Estado não tem oferecido a contento, ou que os/as trabalhadores/as suportam sozinhos em vários outros segmentos industriais.

Diante das diversas inovações tecnológicas adotadas na mineração nos últimos anos, da crescente demanda produtiva e para atender aos requisitos dos Programas de Qualidade Total, como não encontra no mercado local trabalhadores/as qualificados/as na quantidade e qualidade desejadas, a empresa investigada precisa investir frequentemente na capacitação dos/as seus/suas trabalhadores/as. Pelo número e diversidade dos projetos de capacitação e desenvolvimento profissional adotados pela empresa e identificados na pesquisa de campo, pode-se considerá-la, conforme Zarifian (2001, p. 257), uma “‘organização qualificante’, (...) na qual se procura desenvolver um processo permanente de aprendizagem e de desenvolvimento de seus trabalhadores”.

Segundo os profissionais de RH e gerentes entrevistados, para assegurar a excelência do seu quadro funcional e garantir a consequente vantagem competitiva, um dos pontos fortes da empresa investigada é seu investimento na formação e qualificação profissional de seus empregados.

O treinamento e qualificação profissional são a base de sustentação do seu programa de organização do trabalho e de gestão de pessoas. Além dos treinamentos iniciais e obrigatórios pela legislação para todos/as os/as empregados/as e para algumas ocupações, além daqueles específicos para o desempenho de determinadas funções, a empresa mantém uma universidade corporativa que adota dois importantes programas de Treinamento e Desenvolvimento denominados “Plano de Desenvolvimento de Equipe” e “Trilhas de Aprendizagem”. Por meio desses programas, os gestores e seus subordinados, a partir de um formulário denominado “matriz de com-

petências”, no qual estão elencadas todas as necessidades de competências técnicas, comportamentais e gerenciais de cada cargo, traçam um cronograma de formação e qualificação profissionais necessárias a toda a equipe e individualmente.

Os cursos internos e externos, assim como a participação em congressos, feiras e seminários, dentre outros, são solicitados pelo gestor, para toda a equipe ou para um grupo específico, ao setor de Rh, justificando tal necessidade. O plano de formação individual é traçado pelo gestor em conjunto com cada empregado/a diante de suas deficiências (constatadas na Avaliação por Competências), conforme os planos de carreira traçados para ele/a pela empresa, ou ainda diante de seu desejo de prosseguimento nos estudos, de suas expectativas e pretensões à ascensão profissional.

Assim, para tal podem ser oferecidos cursos e treinamentos presenciais e a distância, de curta duração, cursos técnicos, superiores e/ou em nível de pós-graduação que devem ser escolhidos em uma lista preestabelecida pela empresa e que são totalmente custeados por ela ou com bolsas de 60% do valor total, conforme o caso.

Contudo, é evidente a preferência da empresa por custear os cursos que tenham relação direta com sua atividade principal (Mineração, Geologia, Projetos, Logística, etc.), com as funções desempenhadas pelo/a trabalhador/a (Mecânica, Elétrica, Eletrônica, entre outros) ou com uma demanda tecnológica específica (como a aquisição de novos equipamentos, softwares, etc.). Se for desejo do/a trabalhador/a fazer um curso que não consta nessa lista, ou ainda, que não tenha nenhuma relação direta com a atividade-fim da empresa, seu setor ou suas funções, o RH, em conjunto com os gestores, analisa a demanda e a necessidade, e define pela concessão ou não do benefício. No entanto, os critérios para a concessão são bastante confusos, imprecisos e, muitas vezes, subjetivos, variando a cada caso, o que foi relatado com insatisfação por muitos/as dos/as entrevistados/as.

Evidencia-se que as áreas técnico-operacionais, as quais têm relação direta com a produção e que agregam valor à empresa (lavra, beneficiamento, transporte/carregamento e manutenção) recebem mais subsídios para T&DE, assim como as funções estratégicas e de comando.

Nesse contexto, as mulheres que não se concentram nessas áreas e funções têm menores chances de formação e qualificação profissional. No entanto, um dos programas de formação da empresa, denominado “Programa de Formação Profissional”, que objetiva a formação contínua de mão de obra qualificada e o desenvolvimento das competências requisitadas nos processos operacionais, tem se constituído em uma promissora porta de entrada para as mulheres na mineradora. Como a oferta de mão de obra qualificada na região é pequena, geralmente todos/as são con-

tratados/as após o processo formativo, salvo em raras exceções, quando as avaliações não são satisfatórias. Nesse programa as mulheres têm se destacado.

Segundo o analista de RH entrevistado, atualmente, cerca de 30% dos trainees da empresa são do sexo feminino e o número vem crescendo a cada ano. E, embora se sintam impactadas em um primeiro momento pelo cenário pouco atraente das áreas de mineração, o perfil profissional exigido pelas atividades desenvolvidas tem se modificado e a adaptabilidade das mulheres tem sido realizada sem muita dificuldade. Para ele, as cidades nas quais a empresa atua não oferecem muitas oportunidades profissionais e de crescimento, como a mineração. Assim, associado à carência de conseguir uma oportunidade do primeiro emprego, o fato de terem mais escolaridade do que os homens e a premente necessidade pelo sustento, as mulheres têm se candidatado ao programa e a encontrar nele uma porta de entrada para o mundo da mineração.

Avaliação de Desempenho por Competências: A empresa adota um modelo de “Remuneração Variável por Competências” definido e implantado pela *Hay Group*, empresa multinacional de consultoria em gestão. Para tal, além das competências descritas para os cargos, são formuladas metas individuais e de equipe pela alta diretoria da empresa, que são desdobradas até o nível de supervisão.

Semestralmente, os gestores são avaliados formalmente por um comitê devidamente treinado, que faz um confronto entre as performances individuais e os requerimentos de competências pessoais com as metas preestabelecidas. A partir dessa avaliação são elencados os indicadores para traçar a “Carreira e Sucessão”, trazendo possibilidades de promoções e aumentos salariais para os gestores. Pode-se afirmar, segundo Machado (2007), que tal critério de avaliação atrelado à remuneração, adotado pela Unidade-MG, está em concordância com o Modelo de Gestão por Competências.

Segundo a autora, esse modelo apresenta recompensas atreladas a resultados, à ligação com o trabalho, ao empenho pessoal na concretização de metas, também à confiabilidade, à fidelidade, à disponibilidade e disposição para esforços extras, ao interesse pela resolução de desafios, maior até que pela compensação financeira (Machado, 2007, p. 292).

Entretanto, mais uma vez, a variável “sexo/gênero” não aparece nas normas e procedimentos de avaliação de desempenho, dando uma aparente imparcialidade às avaliações. Mas o procedimento de Remuneração Variável por Competências não é aplicado nas funções técnico-operacionais, nas quais está alocado o maior contingente feminino da empresa.

Os critérios de avaliação, as metas individuais a serem alcançadas, a periodicidade e os instrumentos utilizados para os/as empregados/as dessas categorias são definidos pelo próprio supervisor da área, de acordo com seus padrões, valores e visão de mundo, sem nenhuma formalização e, não necessariamente, traduzem-se em promoções, aumentos salariais ou mobilidade na carreira. Tal forma de avaliação informal e subjetiva, a qual comporta pesos e medidas diferenciados por classes ocupacionais, traz prejuízos de toda sorte aos trabalhadores em geral, mas, para as mulheres, que são mais alvos de preconceitos e são recentes nessas áreas e ocupações, o prejuízo é ainda maior. Sendo avaliadas de acordo com os critérios definidos apenas pelo supervisor (que são todos homens), elas ficam vulneráveis a uma avaliação parcial e subjetiva. Tanto podem ser bem avaliadas, se acaso o supervisor “prezar” por ter mulheres sob seu comando, como pode ocorrer o contrário.

O relato de uma analista de RH ilustra essa situação: “Existem supervisores que gostam de trabalhar com mulheres. Acham que elas são mais comprometidas e até mais competentes do que os homens. Mas outros não. Ainda há alguns que dizem: ‘não mandem mulheres para a minha área. Aqui não é lugar para elas’. Isso ainda existe por aqui”.

Também uma das trabalhadoras entrevistadas observa que as avaliações não têm trazido benefícios: “Meu supervisor me elogia muito. As minhas avaliações são sempre acima da média. Só que isso não tem trazido nenhum resultado para mim, sabe? Continuo na mesma função, ganhando o mesmo salário e fazendo as mesmas coisas. Se ele acha que sou tão boa assim, por que não me promove? Elogio não enche barriga” (Técnica entrevistada).

Conclui-se, então, a partir da análise dos subsistemas da Política de Gestão de Pessoas, que a empresa adota um “modelo de gestão por competências híbrido”, que traz em si traços do Modelo de Gestão por Competências descrito pela literatura (Zarifian, 2001; Dugué, 1999; Machado, 2007; Fleury; Fleury, 2004; Rocha, 2009; dentre outros/as pesquisadores/as), mas ainda guarda diversos resquícios da antiga gestão taylorista-fordista.

4. Compreendendo a divisão sexual do trabalho na mineração na perspectiva dos gestores e trabalhadoras

Para uma apreciação crítica e compreensão do modelo de competências adotado na empresa, à luz da divisão sexual do trabalho, procura-se trazer excertos de falas dos gestores e das mulheres entrevistadas analisados com as teorias de base

que sustentam o presente estudo. Procura-se, assim, na perspectiva das trabalhadoras, observar alguns princípios metodológicos propostos por Kergoat (2010, p. 99), nos quais:

a) as relações estabelecidas entre homens e mulheres no trabalho são **consubstanciais**, isto é, “elas formam um nó que não pode ser desatado no nível das práticas sociais concretas, mas apenas na perspectiva da análise sociológica”;

b) exploração, dominação e opressão entrecruzam-se nas relações sociais de sexo, independentemente dos aspectos a serem abordados na pesquisa. Tais relações são **coextensivas**: “ao se desenvolverem, se reproduzem e se coproduzem mutuamente”, levando à necessidade de analisar como se dá a “apropriação do trabalho de um grupo por outro” e “as disputas materiais e ideológicas presentes”;

c) como são relações dinâmicas e historicizadas, foi imperativo na análise atentar para as permanências e as transformações que alteram o curso da divisão sexual do trabalho na mineração, pois o fato de formarem um sistema não exclui a existência de **contradições** entre elas.

Assim, para apreender a perspectiva das mulheres operárias e seus gestores na mineração foram realizadas, no período de março a novembro/2022, seis visitas à Unidade-MG, e um total de sete entrevistas com os gestores da unidade: gerentes e supervisores das áreas operacionais e doze entrevistas com as trabalhadoras (duas engenheiras; duas técnicas; duas soldadoras; duas eletricistas; duas mecânicas e duas operadoras de equipamentos). Para aprofundar e confrontar as informações colhidas nas entrevistas foram realizadas, na ocasião das visitas, observações diretas das atividades de trabalho das operárias, valorizando também as verbalizações e informações obtidas em conversas informais em outros momentos e ambientes. Seus nomes foram substituídos por nomes fictícios.

4.1 Os princípios organizadores da divisão sexual do trabalho: o “Princípio da Separação” e o “Princípio da Hierarquia”

Segundo Kergoat (2002 e 2010) e Hirata e Kergoat (2003), embora as formas da divisão sexual do trabalho sejam extremamente instáveis no tempo e no espaço, há duas invariantes nos princípios de organização e funcionamento das relações sociais de sexo: o “Princípio da Separação” e o “Princípio da Hierarquia”. Apesar de esses dois princípios organizadores se encontrarem em todas as sociedades conhecidas e serem legitimados pelo senso comum, não são imutáveis e suas modalidades

concretas variam de acordo com o momento histórico, o avanço tecnológico e os segmentos industriais.

O **Princípio da Separação**, no qual existem trabalhos de homens e trabalhos de mulheres, consiste basicamente na designação dos homens prioritariamente ao trabalho na esfera produtiva, e às mulheres o trabalho na esfera reprodutiva. E mesmo quando exercidas fora do lar, as ocupações ditas femininas são quase sempre voltadas para o cuidado e a prestação de serviço, tais como o trabalho das enfermeiras, secretárias, nutricionistas, dentre outras, e acabam se tornando uma extensão do trabalho doméstico, reforçando esse princípio (Hirata; Kergoat, 2003, p. 113).

O **Princípio da Hierarquia**, no qual o trabalho do homem “vale” mais do que o trabalho da mulher está intrinsecamente ligado ao Princípio da Separação. Ao se fazer a separação entre “trabalho de homem” e “trabalho de mulher”, há uma destinação prioritária dos homens para as funções de forte valor social agregado e uma valorização diferenciada do trabalho exercido por eles e por elas, quer seja no ambiente público ou privado. Essa valorização tanto pode ser econômica, quando a mulher, mesmo exercendo a mesma profissão ou o mesmo cargo do homem, recebe salário menor, ou uma valorização social, antropológica e ética quando o trabalho do homem é considerado de maior prestígio ou mais importante do que o delas, induzindo a uma “hierarquia social” (Hirata; Kergoat, 2003, p. 113).

Para Kergoat, Picot e Lada (2009, p. 160), há nas empresas em geral um reconhecimento vigente entre os ofícios ditos masculinos – cujas qualidades são reconhecidas como verdadeira qualificação e consagradas pelos diplomas. E os ofícios ditos femininos – que exigem qualidades inatas, não adquiridas e, por conseguinte, não reconhecidas como verdadeiras qualificações. Porém, para Rodrigues (1992, p. 271), depois da entrada vigorosa da mão de obra feminina em novos setores industriais, torna-se impossível pensar o trabalho industrial feminino como continuação das tarefas domésticas. Hirata (2002, p. 200), no entanto, observa que a clivagem entre tarefas femininas e masculinas nas empresas ainda continua nítida.

Nas presente pesquisa empírica, analisando-se os dados da Unidade-MG e constatando-se grande parte das mulheres ocupando postos operacionais, exercendo os cargos de mecânica, eletricitista, técnica, engenheira e operadora de equipamentos, a tendência é concordar com a afirmação de Rodrigues (1992).

Nas visitas realizadas nas áreas industriais, foi possível ver muitas mulheres exercendo atividades diversas daquelas consideradas como tipicamente femininas. Vestidas com uniformes pesados e ostentando os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) necessários à segurança pessoal para trabalhos em áreas de alto risco de

acidentes, essas mulheres, teoricamente, deveriam fazer a manutenção mecânica em equipamentos de grande porte, realizar serviços em redes elétricas de alta tensão, trabalhos de solda e caldeiraria nas oficinas e instalações e operação de tratores e caminhões de grande porte, dentre outros “trabalhos masculinos”.

Ao conhecer essas mulheres em cargos majoritariamente masculinos e trabalhando em um ambiente tão sujo, inóspito e pesado como a mineração, à primeira vista, pode-se pensar que o Princípio de Separação entre trabalhos de homens e trabalhos de mulheres deixou de existir, pelo menos, nesse ambiente específico.

No entanto, quando se conhece melhor a realidade do trabalho e como as atividades são distribuídas nas áreas industriais entre os/as profissionais dos sexos masculino e feminino tem-se uma situação um pouco diversa daquela observada em um primeiro momento. A quebra do paradigma do Princípio da Separação entre trabalhos de homens e trabalhos de mulheres não é tão facilmente identificada.

Apesar de terem formações profissionais adequadas, superqualificações (e até qualificação profissional supérflua – aquela completamente diferente da função exercida); em alguns casos já terem experiência anterior; fazerem os mesmos testes práticos obrigatórios para exercer a profissão e serem registradas na carteira profissional nos mesmos cargos dos homens, as mulheres da Unidade-MG nem sempre exercem as atividades que fazem parte do escopo da descrição dos cargos para as quais foram contratadas.

É certo que algumas trabalhadoras exercem as mesmas funções que os homens, como no caso das soldadoras e das operadoras de equipamentos. Porém, entre as entrevistadas, principalmente as de nível superior e técnico, e entre aquelas que ocupam os postos de trabalho de mecânicas e eletricistas, isso não vem acontecendo.

A situação de Isabela, uma das eletricistas entrevistadas, traduz bem essa realidade. Ela se sente incomodada por não poder exercer a função para a qual foi contratada. Alega que, por ser novata na empresa, não pode reclamar, e deve fazer o que mandam, mas como já pediu ao supervisor, aguarda ser deslocada para atividades mais operacionais e técnicas.

Sou formada em Técnica em Eletrotécnica e tenho mais de três anos de experiência na área. Na outra empresa que trabalhei – uma empreiteira –, fazia serviço de manutenção elétrica nos equipamentos e consertava as cancelas eletrônicas. Quando vim pra cá, fiz teste escrito sobre elétrica e teste prático na oficina. Foram testes puxados e eu dei conta. Fui contratada como Eletricista I. Recebi todos os equipamentos de segurança e fiz o treinamento com os eletricistas mais

antigos. O meu salário é o salário inicial da categoria e recebo também adicional insalubridade e periculosidade, que é obrigatório por lei para eletricitistas que trabalham com alta tensão. Mas quando o meu supervisor fez a divisão das tarefas, me pediu pra ficar no escritório dando uma força no aprovisionamento de materiais e ferramentas ou comprando serviços terceirizados. Estou nessa, por enquanto, mas não gosto de ser auxiliar de escritório, por isso já pedi ao supervisor pra ir pra área, fazer o que gosto e sei fazer.

O setor de manutenção mecânica de equipamentos móveis também apresenta uma situação semelhante. Dos doze profissionais atuantes no setor, cinco são mulheres e, embora todas tenham formações técnicas equivalentes às dos homens (cursos técnicos ou de capacitação em mecânica, elétrica e eletrotécnica), não realizam exatamente as mesmas funções.

Amparando-se nos estudos de Rodrigues (1992, p. 268), pode-se inferir que há na oficina uma rígida fronteira invisível separando as tarefas “masculinas” e as “femininas”, coisas que “as mulheres fazem melhor do que os homens” e “o que elas não dão conta de fazer”. Os homens exercem as atividades mais técnicas, consertando, lubrificando, realizando melhorias nos equipamentos, enquanto as mulheres ficam nos escritórios organizando os arquivos, atendendo ao telefone e realizando atividades de planejamento das atividades de manutenção.

Apesar de terem “cargos masculinos”, essas mulheres continuam a exercer funções estereotipadamente femininas. Para Kergoat (1984, p. 15), situações como essas evidenciam mais uma vez que “os empregos femininos (ainda) são frequentemente uma prolongação das tarefas domésticas”.

Algumas das entrevistadas aprovam esse “desvio de função”, no entanto, Cristina, outra eletricista entrevistada, diz que, apesar de gostar de exercer atividades mais leves e limpas no escritório, dando suporte ao planejamento da manutenção, reconhece que a sua qualificação profissional está sendo afetada:

Eu gosto muito mais de trabalhar aqui dentro da oficina do que na manutenção na área. Lá é muito pior. Aqui é muito mais tranquilo, mais limpo, e não preciso fazer força ou carregar peso. Mas apesar de ajudar a planejar o serviço da manutenção não tenho contato direto com a área elétrica. Às vezes fico preocupada. Estou estudando Engenharia de Automação, que tem tudo a ver com o que eu fazia antes, e outro dia mesmo, na sala de aula, levei um tempão pra lembrar uma coisa boba que qualquer eletricista de início de carreira sabe. Acho que estou desaprendendo a trabalhar como eletricista, e isto não é bom, não. Imagina se amanhã preciso voltar pra área, vou ter de aprender tudo de novo.

Kergoat, Picot e Lada (2009, p. 160) fazem uma distinção entre a ocupação de um “posto de trabalho” e a ocupação de um verdadeiro “ofício”. Enquanto o primeiro remete a uma divisão técnica do trabalho, a uma parcialização de tarefas na qual o/a trabalhador/a é despossuído/a de sua autonomia, de seu saber e de sua criatividade, numa situação típica do taylorismo-fordismo, o “ofício”, por sua vez, é um “saber fazer” refletido, “compreendendo uma longa aprendizagem das regras formais e práticas”.

Assim, tomando-se as palavras das autoras como referência e pela evidência na fala da entrevistada, observa-se que, ao se afastar do “fazer” do seu verdadeiro ofício, da prática laboral, das atividades técnico-operacionais, para se dedicar às tarefas repetitivas, às atividades formalizadas e burocráticas, as mulheres entrevistadas estão “desaprendendo” a profissão para as quais se qualificaram e foram contratadas, num processo contínuo de desqualificação profissional. E tal desqualificação tem ocasionado perdas evidentes para essas mulheres, não só em relação ao “desaprendizado” da profissão e a consequente desqualificação, mas também quanto às oportunidades de ascensão na empresa e à sua valorização profissional. Ter o domínio do conhecimento técnico e prático é fundamental nas avaliações de desempenho realizadas pela empresa e que objetivam promoções para cargos de supervisão.

Especificamente sobre a valorização econômica do trabalho dos homens e das mulheres, pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e no acordo firmado pelo Brasil na Organização Internacional do Trabalho (OIT), dois/duas trabalhadores/as de uma mesma empresa, quando ocupam o mesmo cargo, devem receber salários iguais. Assim, teoricamente, na Unidade-MG as mulheres do nível técnico operacional recebem o mesmo salário dos homens. Porém, para burlar esse acordo e dar ao/a trabalhador/a uma oportunidade (ou ilusão) de promoção, a empresa criou uma hierarquia nos postos de trabalho, dando-lhe denominações diferenciadas, tais como: Operador I, II, III ou Engenheiro Júnior, Sênior, Máster, ou ainda, Mecânico, Mecânico Especializado e assim por diante, atrelando a cada denominação de cargo salários diferenciados.

Também nos cargos de chefia, segundo o Modelo de Gestão por Competências, adotados pela empresa, foi observada uma mudança na forma de avaliação de quem ocupa o posto de trabalho. Corroborando Machado (2007, p. 291-293), na mineradora o salário funcional – aquele acoplado ao cargo, a títulos acadêmicos e ao tempo na empresa, ainda existe, porém, são complementados por uma adicional variável, relativa à avaliação do desempenho pessoal do/a trabalhador/a, no qual são utilizados critérios individuais e menos universalistas.

Para as demais mulheres entrevistadas, possuir as qualificações necessárias não se constitui um problema, pois todas têm formação profissional muito acima daquela exigida para o cargo ocupado, “consagradas nos diplomas” e na experiência profissional. No entanto, as “competências femininas” ainda são as mais visíveis pelos supervisores quando fazem a divisão do trabalho nas áreas operacionais entre elas e os seus colegas homens.

Um supervisor afirma: “Prefiro colocar as meninas fazendo o planejamento da manutenção no computador, providenciando os insumos necessários para as paradas de manutenção do que fazendo a manutenção na área. Elas são mais organizadas, caprichosas, rápidas e disciplinadas dos que os homens e fazem esse serviço muito melhor”.

Esse pseudorreconhecimento e a pseudovalorização das qualidades ditas femininas, pelo supervisor, corrobora Kergoat (2002, p. 135) quando afirma que:

Ao invés de dizer que as operárias têm uma formação inexistente ou mal adaptada, dizemos o contrário, que elas têm uma formação perfeitamente adaptada aos empregos industriais que lhes propõem. (...) As operárias não são operárias não-qualificadas ou trabalhadoras manuais porque são malformadas pela escola, mas (ao contrário) porque são bem formadas pelo trabalho doméstico, através de um aprendizado na profissão de futura mulher, quando eram meninas.

E até mesmo quando se analisa o trabalho feminino altamente qualificado, de nível superior, cuja qualificação também está consagrada no diploma – como é o caso das engenheiras, a constante desqualificação, o “prolongamento” do universo doméstico nas atividades exercidas na empresa e a existência das “competências naturais das mulheres” ainda prevalecem e, conseqüentemente, têm trazido prejuízos para as mulheres.

Joana, uma das engenheiras entrevistadas, que, apesar da alta qualificação e de todos os elogios feitos pelo seu gerente durante a entrevista, é a única profissional do setor formada na área que, mesmo com o conhecimento técnico, ainda não obteve a promoção para cargo de chefia. As observações do seu gerente operacional são contundentes: “Tenho comigo oito gerentes (todos homens) e uma engenheira que é o meu braço direito. Minha assessora técnica. Ela resolve tudo para mim. Não posso ir a uma reunião sem ela preparar o material que tenho de levar. É uma ajuda e tanto, pois, além dela conhecer tudo da área técnica, é organizada, caprichosa, faz umas planilhas caprichadas. E está sempre disponível”.

As explicações sobre a alocação das mulheres em tarefas diferentes das dos homens e a dificuldade de promovê-las aos cargos de comando são bastante contraditórias entre os gerentes. Um dos argumentos mais utilizados é a falta de força física, de “pulso” e a fragilidade feminina. Também a exaltação das “competências naturais das mulheres” é muitas vezes citada.

O supervisor entrevistado fala em tom paternal e comovido que dá pena ver as meninas trabalhando em coisas tão pesadas, pois elas são muito frágeis e delicadas. Mas, ao mesmo tempo, como têm outras qualidades: são organizadas, caprichosas e têm muita facilidade de comunicação, podem aproveitá-las em outros serviços.

Aí aparecem diversas incoerências e contradições, em discursos muitas vezes confusos. Que as mulheres são mais frágeis, não sabem mandar e não dão conta do trabalho pesado, há quase um consenso entre os gerentes e supervisores. No entanto, não são todos os chefes que pensam dessa forma. Há aqueles que não concordam em transformar o trabalho na empresa em uma extensão das tarefas domésticas e constataam que há certo medo e acomodação das mulheres quando se trata de exercer tarefas mais técnicas e operacionais.

O trabalho das mulheres aqui na minha área começou um pouco como uma extensão da vida doméstica mesmo. Elas sempre arrumavam e limpavam a área, organizavam o setor, enfeitavam. Aí eu fiquei preocupado e pensei: essas meninas precisam desenvolver trabalhos mais técnicos, melhorar a veia analítica. Acho que a massa crítica técnica delas ainda é pequena. Então comecei a inserir elas nas questões mais técnicas, operacionais e de gestão. Então elas demonstraram mais interesse, mais disposição para o trabalho. Ficaram até um pouco surpresas. Parece que elas se acostumam a ter sempre que limpar, organizar, deixar tudo impecável e deixam o trabalho de verdade em segundo plano. A gente tem que trazê-las sempre à razão (Gerente operacional).

Já no trabalho dos/as soldadores/as foi observado que tanto os homens quanto as mulheres seguem o mesmo escopo de atuação. Nesse caso, o trabalho pesado e de risco aparentemente deixa de ser um obstáculo para as mulheres, pois o que se evidencia entre os entrevistados é uma ênfase no capricho que elas demonstram ao realizar essas atividades:

Nos serviços de solda as mulheres são muito melhores do que os homens. Elas são muito mais caprichosas, não deixam rebarbas e a solda sai em linha perfeita. As mulheres estão tendo muito sucesso nos serviços de solda, porque são mais habilidosas e fazem tudo com muito capricho. Mas isto é recente, porque até

bem pouco tempo atrás era só homem que fazia isso. Sabe como é, mulher soldadora ainda é muito estranho. Mas aos poucos a gente tá se acostumando com elas e até achando bom. Elas são muito mais caprichosas (Supervisor).

Nesse aspecto, a soldadora Beatriz concorda: “Eu e a minha irmã somos soldadoras há muitos anos. Os supervisores gostam mais das soldas feitas pelas mulheres porque somos mais atenciosas e caprichamos mais. Apesar de ser um trabalho que parece pesado, exige muita minúcia e sensibilidade para fazer”. Porém, quando questionado sobre a penosidade e os riscos que os trabalhos com solda trazem para as mulheres, o mesmo supervisor se explica: “Ah, as mulheres são muito mais cuidadosas do que os homens e se envolvem menos em acidentes. E a solda não é tão complicada assim”.

Mas não é isso o que observa Luisa, soldadora com mais de 15 anos de profissão: “O trabalho de solda é muito pesado e perigoso. Veja que tenho várias cicatrizes de queimaduras em partes do braço, pescoço e rosto. Acabei também perdendo parte do meu dedo em um acidente de trabalho. Não aconselho a nenhuma mulher a trabalhar nessa profissão”.

Na análise do trabalho das operadoras de equipamentos pesados (caminhão, trator de pneu, trator de esteira, patrol, etc.), observa-se situação semelhante. Tanto nas áreas de lavra, fazendo a remoção de material estéril ou o transporte do minério para as unidades de beneficiamento, quanto nos serviços de carregamento de vagões, cortes de taludes, acerto de estradas, as mulheres exercem as mesmas atividades dos homens.

Também, nesse caso, os discursos dos gerentes se assemelham aos dos gerentes das soldadoras e a ênfase ainda recai nas “competências femininas” e não na qualificação e performance profissional das mulheres. São ressaltados os cuidados que elas têm com os equipamentos e a produtividade. É o que, segundo eles, tem levado a empresa, ainda que informalmente, a dar preferência à contratação delas para esses postos de trabalho.

Gosto de trabalhar com mulher operando os equipamentos porque elas são mais detalhistas, focadas, prestam mais atenção, fazem bem feito da primeira vez e dão conta de um monte de coisas ao mesmo tempo. Uma estrada patrolada por uma mulher fica como um tapete, lisinha... Quando eu comecei na mineração nem se pensava em ter mulheres aqui. Mineração era coisa pra homem. O ambiente é sujo, agressivo, pesado. Estava associado à masculinidade, fora a falta de segurança. Era inadmissível a presença de mulheres. Nem passava isto pela

cabeça dos gerentes, era monopólio masculino. Acho que a mineração tem sido uma das últimas áreas a ter a inserção das mulheres. Aí, de uns anos pra cá, começaram a aparecer mulheres operadoras de máquinas e nós percebemos que elas eram ótimas operadoras, reduziam o tempo do trabalho e da manutenção também, pois cuidavam melhor das máquinas (Gestor operacional).

Até as próprias trabalhadoras alegam possuir qualidades diferenciadas dos homens e acreditam que elas foram adquiridas naturalmente. Porém, o próprio discurso de uma delas evidencia um aprendizado advindo das atividades domésticas: “Gosto de trabalhar com automação. Acho até que tenho mais jeito que os homens. É muito detalhe, muita coisinha. Mulher presta mais atenção, faz com mais capricho. É um serviço delicado e a gente está acostumada com esse tipo de coisa, né? É como fazer um bordado ou seguir uma receita de bolo. Uma coisinha fora do lugar dá tudo errado aqui e na receita também” (Giovana, técnica).

Para Kergoat (1982, p. 56), o pensamento vigente de que a mulher realiza naturalmente várias atividades com qualidade, graças à sua “natureza feminina”, leva a uma aparente não qualificação feminina e à desvalorização de suas competências profissionais. Para a autora, se as mulheres foram “talhadas naturalmente” para um determinado tipo de trabalho, pouco importa se têm ou não formação e/ou qualificação profissionais adequadas adquiridas no processo educacional formal ou em experiências anteriores; basta ter nascido mulher!

Evidencia-se entre os gestores uma avaliação subjetiva, que veem na limitação física da mulher um entrave para sua atuação, mas que pode ser “naturalmente” superado pelo seu interesse e necessidade de trabalhar. Comprova-se também que as competências consideradas naturais das mulheres, aquelas adquiridas inicialmente no trabalho doméstico e/ou na cultura familiar, destreza, minúcia, rapidez e polivalência (Segnini, 1998, p. 245), estão sendo valorizadas e consideradas diferenciais das mulheres.

Diferentemente do que observou Kergoat (1986, p. 84) em seus estudos, as competências ditas femininas não têm sido negadas pela empresa como qualificações profissionais. Há um reconhecimento frequente dos gerentes e supervisores de tais competências, o que tem garantido, de certa forma, não só o acesso, mas a permanência das mulheres na mineração. Porém, esse reconhecimento e valorização não têm se traduzido diretamente em ascensão profissional para elas.

A percepção dos gestores entrevistados sobre as competências comportamentais é de que são naturais para homens e mulheres e não uma construção sócio-his-

tórica. Apesar do reconhecimento das competências das mulheres, que são vistas como “especiais”, “pioneiras”, “heroínas”, “corajosas”, dentre outros termos proferidos pelos gestores, quando se trata de exercer cargos de comando, as competências ditas masculinas são prevalentes e, parece que, para eles, as mulheres, devido à “natureza feminina”, não são possuidoras de tais competências. Quando comparadas aos homens, falta algo às mulheres: “Falta para as mulheres um pouco mais de ousadia, de pulso, de coragem para correr riscos. Elas têm medo de tomar decisões, de se arriscar. O processo produtivo é muito dinâmico e exige tomada de decisões rápidas, não dá para ficar enrolando e as mulheres falam demais antes de agir” (Gestor operacional). É interessante perceber na fala desse gestor que, apesar da valorização das competências tradicionalmente atribuídas às mulheres, a ênfase ainda recai na necessidade do desenvolvimento de “competências masculinas”.

No entanto, conforme Walkerdine (1995, p. 217-220), as ações de homens e mulheres são compreendidas dentro de um quadro que está repleto de mitos e fantasias em torno da masculinidade e da feminilidade. As diferenças entre homens e mulheres, construídas social, cultural e historicamente, estão envolvidas numa relação entre “poder e domínio que não tem nada a ver com a natureza”. São práticas discursivas e específicas, de forma que “os comportamentos não são lidos de uma forma equivalente. O que é lido como natural na masculinidade poder ser lido como não natural e ameaçador na feminilidade”. Quando uma mulher demonstra possuir ou ter adquirido as características masculinas, como autonomia, independência, competitividade, impulsividade, etc., ela acaba sendo punida. Os argumentos de Cristina, a eletricista entrevistada, são contundentes nesse aspecto. Quando toma atitudes supostamente consideradas masculinas, ela é criticada pelos colegas, que se utilizam, inclusive, das características naturais e biológicas das mulheres (como a tensão pré-menstrual), ou o fato de ser solteira, para ridicularizá-la: “Quando bato de frente com os homens na área operacional, dizem que eu sou muito chata, que sou mal-humorada, que vivo em TPM (tensão pré-menstrual) permanente, que estou precisando casar”.

Além disso, sob o aspecto de Avaliação de Competências no modelo de gestão da empresa, como cada supervisor e/ou gerente operacional define a periodicidade, os critérios, as ferramentas utilizadas, assim como as penalidades e os benefícios advindos do resultado da avaliação de desempenho de maneira não uniformizada e subjetiva, a promoção das mulheres a cargos e salários mais elevados fica prejudicada. Ainda que bem avaliadas pelos supervisores, o processo de promoção é analisado também pelo gerente operacional, assessorado pelo pessoal do RH, que em se-

guida passa pela análise do seu superior direto. Esse modelo não é diferente entre os trabalhadores e as trabalhadoras de nível operacional, porém, como as opiniões dos supervisores e gestores da Unidade-MG sobre a contratação e o desempenho das mulheres na área operacional são bastante diversificadas, contraditórias e eivadas de preconceitos e parcialidade, é possível identificar perdas e frustrações para as trabalhadoras. Conforme ressaltam Machado (1998) e Fidalgo (1999), o modelo de competências se traduz em uma forma de controle que transfere ao/à trabalhador/a a responsabilidade pela manutenção do emprego, bem como o poder de ascensão profissional. Assim, as próprias mulheres são responsabilizadas pela sua imobilidade profissional devido à sua condição feminina.

Tais observações e análises da empresa investigada e dos discursos dos/as entrevistados/as demonstram o caráter tênue das fronteiras existentes entre as atividades domésticas e as atividades produtivas exercidas pelas mulheres na mineração. Também a ênfase dada no discurso empresarial às limitações atribuídas às mulheres no trabalho, a valorização de suas competências ditas naturais, conforme preconiza Abramo (2007, p. 34), e as situações concretas evidenciadas reforçam a existência dos dois princípios organizadores da divisão sexual do trabalho nesse segmento industrial e a materialização de um modelo de competências que se mescla ao modelo de gestão taylorista-fordista, quando convém aos interesses da empresa, gerando um novo modelo híbrido, frequentemente prejudicial à atuação feminina nesse setor.

Conclusão

Diante do Modelo de Gestão por Competências, adotado pela maioria das empresas de ponta no segmento industrial de mineração, buscou-se evidenciar como se dá a divisão sexual do trabalho, se há uma valorização diferenciada do trabalho dos homens e das mulheres e uma exigência de as mulheres desenvolverem competências ditas masculinas.

Falar em divisão sexual do trabalho aqui não se limita simplesmente a uma conotação descritiva da diferenciação entre os sexos nas atividades sociais, mas vai além, em uma articulação dessa “descrição do real com uma reflexão sobre os processos pelos quais a sociedade utiliza essa diferenciação para hierarquizar as atividades” (Kergoat, 1996, p. 20).

Por meio do conhecimento da dinâmica das relações entre os sexos no mundo do trabalho em um segmento industrial hegemonicamente masculino, ao desnaturalizar as desigualdades de gênero, que nem sempre são claras nas relações de traba-

lho, logra-se a esperança de modificá-las, “pois o desconhecimento e a negação de uma realidade são o primeiro passo para perpetuá-la” (Fernández *et al.*, 2005, p. 40).

Embora a mineração, na percepção da sociedade, ainda seja considerada como uma atividade de domínio masculino e, portanto, sem lugar para as mulheres, com trabalhos realizados em ambientes sujos, inóspitos, insalubres e em revezamento de turnos, geralmente associados a estereótipos masculinos, a presença feminina nesse segmento industrial é cada vez mais frequente. Nos últimos anos, mulheres atuando em cargos de mecânicas, eletricistas, soldadoras, operadoras de equipamentos pesados, técnicas e engenheiras têm se tornado comum nas mineradoras de grande porte e em suas empresas terceirizadas.

Os gestores e as próprias mulheres entrevistadas afirmam que a coragem e a determinação necessárias para a atuação nesse setor não são mais privilégios apenas do sexo masculino. Porém, a associação da feminilidade ao trabalho leve, fácil, limpo e que exige paciência e minúcia, ainda continua marcando fortemente o trabalho das mulheres, que, apesar de ocuparem o mesmo cargo dos homens nas áreas operacionais, ainda estão frequentemente expostas a “desvios de função”.

Os princípios organizadores da divisão sexual do trabalho: o princípio da separação e o princípio da hierarquia, preconizados por Kergoat (2002), são visíveis na distribuição das atividades entre homens e mulheres nas áreas operacionais e aparecem nos argumentos dos/as entrevistados/as. Para os gerentes e supervisores, de maneira clara ou de forma velada e imprecisa, a suposta fragilidade da mulher ainda faz com que ela “não dê conta” de determinadas tarefas. Os/as entrevistados/as falam constantemente de “trabalhos de homens” e “trabalhos de mulheres”, fazem alusão às “diferenças que existem no conjunto da mão de obra”, referem-se às competências e aos estereótipos ditos femininos.

Nesses constantes “desvios de função” aos quais são submetidas as trabalhadoras, verifica-se uma desvalorização do saber e da qualificação das mulheres, ocasionando perdas para elas – sujeitas, não só a um “desaprendizado do ofício”, como também a uma consequente dificuldade de ascensão profissional – e perdas para a própria empresa, que deixa de se aproveitar adequadamente de uma mão de obra altamente formada e qualificada.

Contrariando a afirmação de Kergoat (1982, p. 198), de que as qualidades exigidas das mulheres tidas como inatas e não adquiridas, aptidões e não *savoirfaire* são desvalorizadas nas relações de trabalho assalariado e não consideradas qualificações profissionais, evidencia-se uma grande valorização das “competências femininas” na mineração. O cuidado, organização, limpeza, minúcia, habilidade manual,

entre outras “competências naturais”, têm sido altamente valorizadas no processo de contratação e avaliação das mulheres no trabalho industrial, sobretudo nos serviços de solda e operação de equipamentos pesados. Mas, apesar dessa pseudovalorização das competências e qualidades supostamente naturais das mulheres, verifica-se que nenhum cargo de comando, na unidade pesquisada, é ocupado por elas.

Na empresa em geral, os cargos de comando exercidos por mulheres são em áreas e setores secundários e de assessorias, frequentemente associados à prestação de serviços, às ocupações femininas e a um saber-fazer voltado para o cuidado, a minúcia, a organização e a limpeza, e de um saber-ser caracterizado pela paciência, generosidade e discrição (Machado, 2007, p. 268), como um prolongamento das atividades domésticas, tais como: RH, Laboratório Químico, Área Administrativa, Financeira, Saúde, Restaurante Industrial e outras afins. Ainda são raras as mulheres que têm acesso e permanecem em cargos de comando nas áreas de produção e manutenção – consideradas as que mais agregam valor à empresa -, e sempre é exaltada a necessidade do desenvolvimento de competências ditas masculinas, que, de certa forma, “faltam às mulheres”.

Destacam-se também um deslocamento das funções ditas masculinas e femininas nas atividades da mineração e uma valorização diferenciada dos trabalhos executados pelos homens e pelas mulheres, ora valorizando o trabalho bem feito realizado por elas e a geração de valor para a empresa, ora menosprezando sua atuação, como se fora um trabalho de menor valor por ter sido “facilitado pela tecnologia” e ser bem executado pelas habilidades adquiridas no trabalho doméstico e não na formação profissional, na aprendizagem e na experiência *on the job* (Kergoat, 1982).

Evidencia-se uma “qualificação supérflua” entre as trabalhadoras, pois, em geral, possuem experiências e formações profissionais muito acima do necessário para os cargos que ocupam. Todavia, embora estejam sendo altamente formadas e qualificadas, verifica-se que a escolarização e a formação profissional têm proporcionado o ingresso, mas não têm favorecido a ascensão profissional das mulheres nas carreiras de gestão na mineração. Além dos “desvios de função”, é grande a dificuldade delas de ascensão aos cargos de comando e é frequente a vinculação das trabalhadoras de nível superior aos cargos de carreira técnica, que, embora considerados de alto escalão, são mais “descartáveis”, facilmente passíveis de terceirização e com menos status e poder agregados que os cargos da carreira de gestão.

Além das habilidades consideradas “femininas”, são ressaltadas pelos gestores outras vantagens na contratação das mulheres para os trabalhos na mineração, tais como a concentração, disciplina, facilidade de comunicação, de seguir normas e re-

gras, e a baixa exposição propositada aos riscos. O pequeno número de acidentes de trabalho sofridos pelas mulheres, assim como a produtividade revelada por elas, o zelo pelos equipamentos e a escolarização superior à dos homens, têm se tornado os diferenciais. Também é relevante destacar neste trabalho a descrição física dessas trabalhadoras objetivando afastar os falsos estereótipos criados pelo imaginário do senso comum, nos quais as mulheres que trabalham em áreas operacionais na mineração em ocupações geralmente masculinas sejam, necessariamente, embrutecidas, sujas e mal-cuidadas. Todas as entrevistadas demonstram zelo pela aparência e uma feminilidade exaltada quando se descrevem como mulheres trabalhadoras e profissionais que não se esqueceram de que são “mulheres” no sentido cultural de feminilidade.

Assim, evidenciam-se algumas rupturas nos modelos tradicionais, deslocamentos, permanências, além de algumas mudanças na divisão sexual do trabalho no segmento industrial da mineração. Constata-se que, embora as fronteiras do trabalho masculino e feminino tenham se deslocado, tornando-se mais tênues, ainda não foram totalmente suprimidas.

Espera-se que a crescente presença de mulheres na mineração possa incentivar outras trabalhadoras a seguirem o mesmo caminho, e que o aumento da escolaridade e da “massa crítica” dessas mulheres consequentemente leve a uma futura ascensão feminina nesse segmento industrial. A necessidade do capital pela competitividade e produtividade e a grande demanda produtiva das empresas mineradoras, graças ao crescimento econômico do Brasil e de outros países consumidores do minério brasileiro, têm possibilitado oportunidades de trabalho para homens e mulheres e, diante das constatações da presente pesquisa, pode-se afirmar que “mineração também é lugar de mulher!”

Referências

ABREU, Alice Rangel de Paula. Especialização flexível e gênero: debates atuais. In: **São Paulo em Perspectiva**, n. 81, ano 1, p. 52-57, jan./mar. 1994.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRUSCHINI, Cristina; LOMBARDI, Maria Rosa. Mulheres e homens no mercado de trabalho brasileiro: um retrato dos anos 1990. In: MARUANI, Margareth; HIRATA, He-

lena. **As novas fronteiras da desigualdade: homens e mulheres no mercado de trabalho.** São Paulo: SENAC, 2003.

BRUSCHINI, Cristina; LOMBARDI, Maria Rosa. Trabalho, educação e rendimento das mulheres no Brasil em anos recentes. In: HIRATA, Helena; SEGNINI, Liliana (org.). **Organização, Trabalho e Gênero.** São Paulo: Editora Senac, 2008.

BRUSCHINI, Cristina; LOMBARDI, Maria Rosa; UNBEHAUM, Sandra. Trabalho, renda e políticas sociais: avanços e desafios. In: **Fundo de Desenvolvimento das Nações Unidas para a Mulher - UNIFEM.** O Progresso das mulheres no Brasil. Brasília: Unifem/Fundação Ford/Cepia, 2006.

CARVALHO, Marília Gomes de. (org.). **Relações de Gênero e Tecnologia.** Curitiba: CEFET-PR, 2003.

CASTILHOS, Zuleika Carmen; CASTRO, Núria Fernández. **Mulheres na mineração: restitutio quae sera tamen.** Centro de Tecnologia Mineral. Ministério da Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2006.

DELUIZ, Neise. Qualificação, competência e certificação: visão do mundo do trabalho. Formação. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão de Investimento em Saúde. **PROEAE**, n. 2, p. 5-15, maio 2001.

DUGUÉ, E. La Logique de la compétence: le retour du passé. In: La logique de la compétence. **Revue Education Permanente**, Arcueil, França, n. 140, 1999.

DUTRA, Joel de Souza (org.). **Gestão por competências.** São Paulo: Gente, 2001.

FAIRCLOUGH, Norman. **Discurso e mudança social.** Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

FERNÁNDEZ, M. L.; FERNÁNDEZ, M. V. C.; MANGANA, A. M. N.; CASTRO, Y. R. Evolución de la Excelencia Universitaria Demostrada por las Mujeres Expanólas em Período 1985-2003. **Cadernos de Gênero e Tecnologia**, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba-PR, ano 1, n. 1, fev./mar./abr. 2005.

FIDALGO, Fernando. **A formação profissional negociada: Brasil e França, anos 90.** São Paulo: Anita Garibaldi, 1999.

FIDALGO, Fernando S. R.; FIDALGO, Nara L.R. A Lógica de Competências e a Certificação Profissional. In: ARANHA, Antônia V. S.; CUNHA, Daisy M.; LAUDARES, João Bosco. **Diálogos sobre Trabalho: perspectivas multidisciplinares.** Campinas-SP: Papirus, 2005.

FLEURY, Afonso; FLEURY, Maria Tereza L. **Estratégias empresariais e formação de competências: Um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira.** São Paulo: Atlas, 2004.

HIRATA, Helena. (org.). **Sobre o “modelo” japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho.** São Paulo: Edusp, 1993.

HIRATA, Helena. Divisão - Relações Sociais de Sexo e do Trabalho: contribuição à discussão sobre o conceito de trabalho. **Em Aberto**, Brasília, ano 15, n. 65. jan./mar. 1995.

HIRATA, Helena. **Globalização, trabalho e tecnologias: uma perspectiva de gênero.** Presença da mulher. São Paulo: Anita Garibaldi, n. 30, dez. 1997.

HIRATA, Helena. Reorganização da produção e transformação do trabalho: na perspectiva norte/sul. In: CARVALHO NETO, A. M.; CARVALHO, R. A. A. (org.). **Sindicalismo e negociação coletiva nos anos 90.** Belo Horizonte: IRT/PUC, 1998.

HIRATA, Helena. Competências e divisão social do trabalho no contexto de novos paradigmas produtivos. **Anais do Seminário Internacional Educação Profissional, Trabalho e Competências.** Rio de Janeiro: Ciet, 1998a.

HIRATA, Helena. Reestruturação Produtiva, Trabalho e Relações de Gênero. **Revista Latinoamericana de Estudos del Trabajo**, ano 4, n. 7, p. 5-27, 1998b.

HIRATA, Helena. Da Polarização das Qualificações ao Modelo da Competência. In: FERRETI, C. J. *et al.* **Tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar.** Petrópolis (RJ): Vozes, 2002.

HIRATA, Helena. **Nova Divisão Sexual do Trabalho?** Um olhar voltado para a empresa e a sociedade. São Paulo: Boitempo, 2002a.

HIRATA, Helena. Flexibilidade, Trabalho e Gênero. In: HIRATA, Helena; SEGNINI, Lillian. (org.). **Organização, Trabalho e Gênero**. São Paulo: SENAC, 2007.

HIRATA, Helena. Crise Mundial e os Impactos da Reestruturação Produtiva na Divisão Sexual do Trabalho. In: COSTA, Albertina *et al.* (org.). **Divisão Sexual do Trabalho e Crise do Capitalismo**. Recife: SOS Corpo, 2010.

HIRATA, Helena *et al.* (org.). **Dicionário Crítico do Feminismo**. São Paulo: UNESP, 2009.

HIRATA, Helena; KERGOAT, Daniele. A Classe Operária tem dois Sexos. **Estudos Feministas**, ano 2, n. 94, p. 93-100, 1º sem. 1994.

HIRATA, Helena; KERGOAT, Danièle. A divisão sexual do trabalho revisitada. In: HIRATA, Helena; MARUANI, Margareth (org.). **Novas fronteiras da desigualdade: homens e mulheres no mercado de trabalho**. São Paulo: SENAC, 2003.

HIRATA, Helena; KERGOAT, Danièle. Novas configurações da divisão sexual do trabalho. In: **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 595-609, set. dez. / 2007a.

HIRATA, Helena; KERGOAT, Danièle. Divisão Sexual do Trabalho Profissional e Doméstico: Brasil, França e Japão. In: COSTA, Albertina de Oliveira *et al.* (org.). **Mercado de Trabalho e Gênero: comparações internacionais**. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

HIRATA, Helena; LE DOARÉ, Hélène. Os paradoxos da globalização. In: FARIA, Nalu; NOBRE, Miriam (org.). **O trabalho das mulheres**. São Paulo, SOF, 1999.

KERGOAT, Danièle. **Les Ouvrières**. Paris: Le Sycomore, 1982.

KERGOAT, Danièle. **Le sexe du travail: structures familiales et système productif**. Paris: P.U.G., 1984.

KERGOAT, Danièle. Em defesa de uma sociologia das relações sociais. Da análise crítica das categorias dominantes à elaboração de uma nova conceituação. In: KARTCHEVSKY-BULPORT, Andrée *et al.* **O Sexo do Trabalho**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

KERGOAT, Danièle. **Da divisão do trabalho entre os sexos**. São Paulo: USP, 1987.

KERGOAT, Danièle. Da divisão do trabalho entre os sexos. In: HIRATA, Helena (org.). Divisão capitalista do trabalho. **Tempo Social; Rev. Sociol**, USP, S. Paulo, v. 1, n. 2, p. 73-103, 2. sem. 1989.

KERGOAT, Danièle. Des rapports sociaux de sexe et de la division sexuelle du travail. **Cahiers du GEDISST**, n. 3, 1992.

KERGOAT, Danièle. Relações sociais de sexo e divisão sexual do trabalho. In: LOPES, Marta J. M.; MEYER, Dagmar E.; WALDOW, Vera R. (org.). **Gênero e Saúde**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

KERGOAT, Danièle. A Relação Social de Sexo: Da Reprodução das Relações Sociais à sua Subversão. **Pro-Posições**, v. 13, n. 1, p. 37, jan./abr. 2002.

KERGOAT, Daniele. Divisão Sexual do Trabalho e Relações sociais de Sexo. In: **Trabalho e Cidadania Ativa para as mulheres**. Caderno da Coordenadoria Especial da Mulher, São Paulo. 2003.

KERGOAT, Danièle. Divisão Sexual do Trabalho e Relações Sociais de Sexo. In: HIRATA, Helena *et al.* (org.). **Dicionário Crítico do Feminismo**. São Paulo: UNESP, 2009.

KERGOAT, Danièle; PICOT, Geneviève Prisca; LADA, Emmanuelle. Ofício, profissão, bico. In: HIRATA, Helena *et al.* (org.). **Dicionário Crítico do Feminismo**. São Paulo: UNESP, 2009.

KERGOAT, Danièle. **Dinâmica e Consustancialidade das Relações Sociais**. Novos Estudos. CEBRAP 86, mar. 2010.

KOLONTAI, Alexandra. **A nova mulher e a moral sexual**. São Paulo: Global, 1980.

KÜENZER, Acácia Zeneida. Competência como Práxis: os Dilemas da Relação entre Teoria e Prática na Educação dos Trabalhadores. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, jan./abr. 2003.

LOURO, Guacira Lopes. Nas redes do conceito de gênero. In: LOPES, Marta J. M.; MEYER, Dagmar; E. WALDOW, Vera R. (org.). **Gênero e Saúde**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

LOURO, Guacira Lopes. **Gênero, Sexualidade e Educação: uma perspectiva pós-estruturalista**. 10. ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2008.

MACHADO, Lucília R. de S. O “modelo de competência” e regulamentação da base nacional e a organização do ensino médio. **Trabalho e Educação**, Belo Horizonte, n. 4, ago.-dez. 1998.

MACHADO, Lucília R. de S. Usos sociais do trabalho e da noção de competências. In: HIRATA, Helena; SEGNINI, Liliana. **Organização, Trabalho e Gênero**. São Paulo: SENAC, 2007.

MANFREDI, Sílvia. **Relatório de Pesquisa: Propostas e experiências de formação profissional no âmbito das organizações de trabalhadores**. São Paulo: Cedes, 1998.

NEVES, Magda de A. Reestruturação Produtiva, qualificação e relações de gênero. In: ROCHA, Maria Izabel Baltar da (org.). **Trabalho e Gênero: mudanças, permanências e desafios**. Campinas: ABEP, NEPO/UNICAMP e CEDEPLAR/UFMG. São Paulo: Ed. 34, 2000.

PEREIRA, Jacqueline S. F.; FIDALGO, Fernando. A gestão do trabalho e o desenvolvimento de competências segundo o sexo. In: FIDALGO, F.; OLIVEIRA, M. A. M.; FIDALGO, N. L. R. (org.). **Educação profissional e a lógica das competências**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2007.

ROCHA, Eduardo P. **Gestão de Pessoas por competências: um enfoque gerencial**. Campinas: Alínea, 2009.

RODRIGUES, Arakcy Martins. Lugar e imagem da mulher na indústria. In: COSTA, Albertina; BRUSHINI, Cristina (org.). **Uma questão de gênero**. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1992.

ROPÉ, Françoise; TANGUY, Lucy. (org.). **Saberes e competências** - O uso de tais noções na escola e na empresa. Campinas: Papirus, 2002.

SAFFIOTI, Heleieth I. B. Quem tem medo dos esquemas patriarcais de pensamento? **Crítica Marxista**, n. 11, p. 71-75, 2000.

SEGNINI, Liliana. **Mulheres no trabalho bancário**: difusão tecnológica, qualificação e relações de gênero. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

SILVA, Nanci Stancki; CARVALHO, Marília Gomes de. A Tecnologia e a Divisão Sexual do Trabalho. In: CARVALHO, Marília Gomes de. (org.). **Relações de Gênero e Tecnologia**. Curitiba: Editora Cefet-PR, 2003.

SOUZA LOBO, Elizabeth. **A Classe operária tem dois sexos**. São Paulo: Brasiliense, 1991.

STROOBANTS, M. A visibilidade das competências. In: ROPÉ, F., TANGUY, L. (org.). **Saberes e Competências**: o uso de tais noções na escola e na empresa. Campinas: Papirus, 2002.

WALKERDINE, Valerie. O raciocínio em tempos pós-modernos. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, jul-dez. 1995.

ZARIFIAN, Philipe. **Objetivo competência**: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2001.



APRENDIZAGEM COOPERATIVA E O MÉTODO *JIGSAW*: UMA PROPOSTA DIALÓGICA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

*José Rodrigues de Farias Filho*¹

*Cinthia Paes Virginio*²

*Sandro Alberto Vianna Lordelo*³

Introdução

[...] educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores, que buscam a significação dos significados (Freire, 1980, p. 67).

O processo de aprendizagem cooperativa pressupõe a necessidade de “[...] cooperar para aprender e aprender para cooperar” (Pujolàs; Lago, 2011). Assim, torna-se necessário incentivar a interação e a cooperação entre os estudantes, a fim de estimulá-los a compreender que as trocas possuem um papel fundamental para dinamizar o que se aprende no âmbito teórico-conceitual e prático-experiencial.

Nesse contexto, de acordo com Fatareli *et al.* (2010), é fundamental assegurar as seguintes condições: a) interdependência positiva, ou seja, noção de trabalho conjunto para um objetivo comum, no qual cada um se preocupa com a própria aprendizagem e a dos colegas; b) responsabilidade individual, o que implica uma contribuição ativa para o grupo; c) interação face a face, em que o estudante tem a oportunidade de interagir com os colegas para explicar, elaborar e relacionar con-

¹ Universidade Federal Fluminense - UFF.

² Universidade Federal Fluminense - UFF.

³ Universidade Federal Fluminense - UFF.

teúdos e práticas; d) habilidades interpessoais, incentivando o desenvolvimento de competências de comunicação, autonomia, confiança, liderança, decisão e resolução de conflito; e e) processamento grupal, de modo a haver balanços regulares e sistemáticos do funcionamento do grupo e da progressão da aprendizagem e das competências interpessoais.

Para potencializar os ganhos com a aprendizagem cooperativa, o método Jigsaw⁴ apresenta-se como uma importante estratégia de ensino-aprendizagem. Trata-se, pois, de uma técnica de aprendizagem cooperativa que visa reduzir os conflitos entre os estudantes, em função de aspectos sociais ou culturais, por exemplo. Isso promove um melhor aprendizado, motiva os estudantes e aumenta a satisfação, em função das experiências vivenciais de aprendizagem.

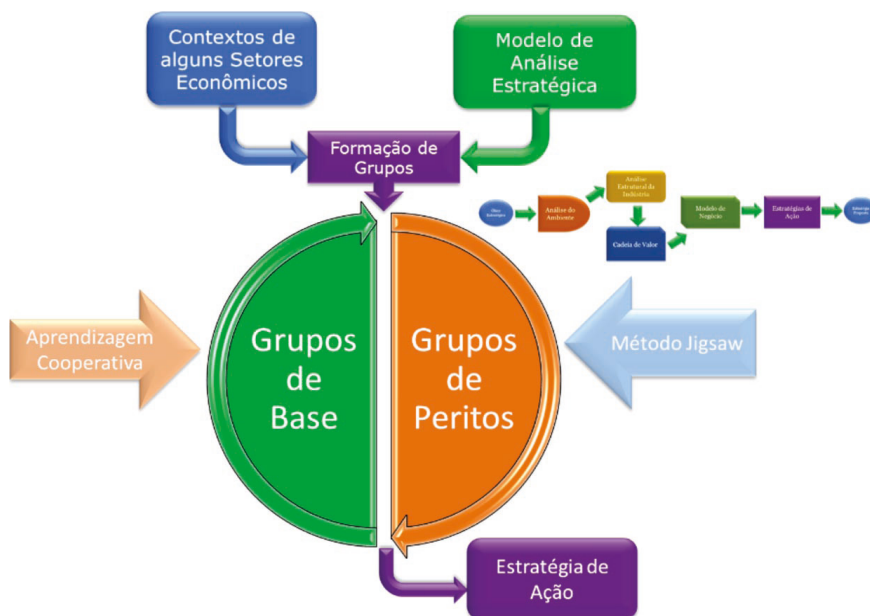
À luz da proposta de Pujolàs e Lago (2011), em seu Programa de “Cooperar para Aprender/Aprender para Cooperar”, desenvolvido na Universidade Central da Catalunha, propomos: a) a personalização do ensino em função de necessidades e características dos estudantes; b) a autonomia dos estudantes em função de suas autorregulações nas decisões sobre o que, como e onde aprender; e c) a estruturação aprendizagem cooperativa em função da organização que o professor deva dar para assegurar uma sala de aula inclusiva, receptiva e promotora da cooperação entre todos.

Tendo isso em vista, lançaremos mão de dois conceitos (Pujolàs; Lago, 2011): a “lógica da homogeneidade” e a “lógica da heterogeneidade”. O primeiro diz respeito à construção de grupos de estudantes a partir de semelhanças comportamentais, sociais, gênero, entre outros critérios. Essa proposta visa intensificar a noção de grupo e, ainda, melhorar a capacidade de autonomia dos estudantes, que é essencial para a eficácia da aprendizagem cooperativa. O segundo, por sua vez, associa o crescimento pessoal à diferença e ao respeito ao que é diferente. As trocas de experiências entre os estudantes irão incentivar o aprendizado, promovendo, assim, a inclusão em sala de aula.

Conforme ilustrado na Figura 1, a primeira etapa do processo de trabalho ocorre com a formação dos grupos, cuja configuração leva em conta as lógicas da homogeneidade e da heterogeneidade para balancear perfis de estudantes. Dessa forma, será estruturado um ambiente propício à cooperação. Em seguida, o professor apresenta um conjunto de setores econômicos que serão objeto de análise, de modo que os estudantes deverão selecionar um desses e buscar informações para dar início às atividades.

⁴ Texto adaptado e retirado do Jigsaw Classroom. Disponível em: <https://www.jigsaw.org/#overview>. Acesso em: dez. 2018.

Figura 1 - Processo de trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao longo deste capítulo, veremos o Modelo de Análise Estratégica, uma ferramenta de análise, cujo objetivo é examinar os setores econômicos, para, ao final, propor uma estratégia de ação. Em síntese, esse modelo tem início com a definição estruturante de um problema, de um óbice estratégico, e, a partir disso, são realizadas diversas interações para desenvolver uma estratégia de ação.

Levando em consideração a dinâmica da aprendizagem cooperativa, mobilizada como instrumento de aprendizagem, todo o processo de trabalho será conduzido à luz da lógica de “cooperar para aprender e aprender para cooperar”. Nesse sentido, o uso do método Jigsaw apresenta-se como uma ferramenta que materializa essa aprendizagem cooperativa, a partir da interação entre dois grupos: Grupos de Base e Grupos de Peritos.

A partir da escolha do setor econômico e da aplicação do Método de Análise Estratégica, o Grupo de Base tentará solucionar o problema do óbice estratégico propondo uma estratégia de ação que possibilite a empresa selecionada ter condições de superar esse problema, dentro do contexto econômico no qual está inserida. Por sua vez, o Grupo de Peritos – que perpassa transversalmente os outros gru-

pos de estudantes – é composto por especialistas associados às etapas do Modelo de Análise Estratégica.

Nessa perspectiva, cada Grupo de Base terá dois papéis: um dentro do próprio Grupo de Base e outro, como perito. Esse último tem a função de se especializar e interagir com os peritos semelhantes de outros grupos, a fim de obter o máximo de conhecimento possível sobre sua especialidade e, ainda, dentro do seu Grupo de Base, ajudar a contribuir para que o trabalho seja consistente e tenha um bom embasamento teórico-científico. Além disso, tem o papel de possibilitar, nesse processo de aprendizagem cooperativa, a elaboração de uma solução que seja factual e que tenha chances de sucesso e de solução do problema da empresa quando for aplicada.

Dessa forma, o processo de trabalho será realizado mediante ação coordenada de esforços, em que serão desenvolvidos múltiplos papéis desempenhados pelos membros dos grupos durante o seu trabalho. Assim, a partir de uma aprendizagem cooperativa, os estudantes estarão aptos para realizarem seus trabalhos nas empresas onde atuam, evoluindo nas suas carreiras profissionais e aprendendo como lidar com as adversidades e com os problemas que comumente enfrentam ao lidar com trabalhos em equipes.

Por fim, buscaremos também alguns conceitos relacionados à organização e à estruturação da sala de aula como um ambiente de ensino-aprendizagem (Pujolàs; Lago, 2011) que promova os diferentes tipos de interação. Essa estruturação, no entanto, prevê um ambiente que assegure espaço e condições para os trabalhos individuais e coletivos dos estudantes. Nesse contexto, a sala de aula também deverá estar ambientada para promover uma saudável competição entre os estudantes, a partir da busca por conhecimento e de trocas de experiências, por meio de ações cooperativas.

1. O Modelo de Análise Estratégica

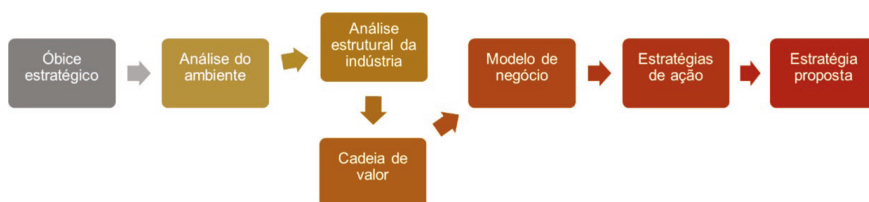
Partindo dos conceitos mobilizados por Pujolàs e Lago (2011), propomos a criação de um Modelo de Análise Estratégica, para desenvolvimento das atividades. Um modelo de análise estratégica é uma estrutura ou abordagem sistemática utilizada por organizações para avaliar e planejar suas estratégias. Ele é projetado para ajudar as empresas a compreenderem melhor o ambiente em que operam, identificarem oportunidades e ameaças, definirem metas e objetivos, e criarem planos de ação

para alcançar essas metas. Trata-se, pois, de um processo sequencial de avaliação que possibilita o acesso ao conhecimento e a informações, incentivando a tomada de decisões, a aprendizagem colaborativa e o trabalho coletivo.

O objetivo desse modelo é resolver os problemas ocasionados pelo Óbice Estratégico, que pode ser compreendido como um obstáculo ou desafio significativo que uma organização enfrenta ao buscar a implementação de sua estratégia. Esses obstáculos podem ser internos ou externos e representam barreiras que dificultam a consecução dos objetivos estratégicos estabelecidos, tais como custos elevados de produção, barreiras financeiras, regulamentações governamentais, entre outras.

O Modelo de Análise Estratégica que iremos trabalhar neste capítulo pode ser observado na Figura 2 abaixo:

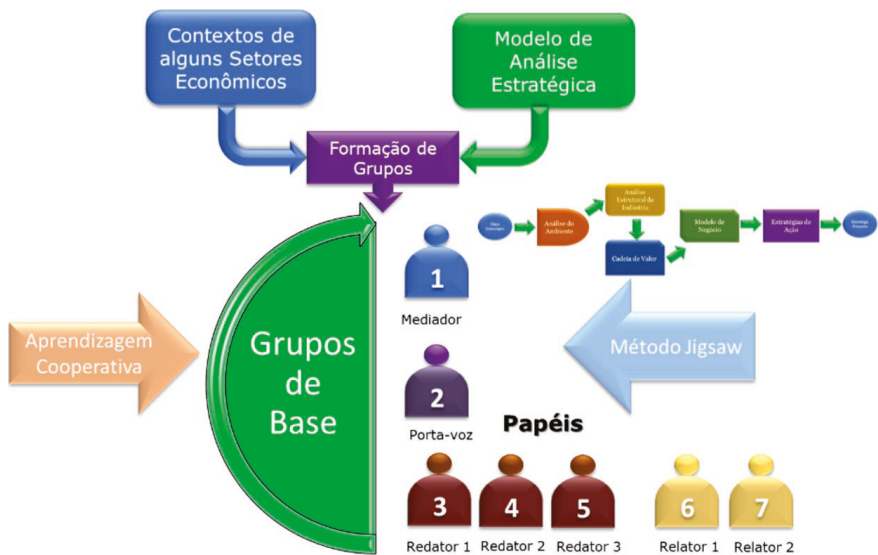
Figura 2 - Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para alcançar os resultados desejados, os estudantes deverão ser divididos, pelo professor, em Grupos de Peritos e Grupos de Base. Enquanto os primeiros são convocados para fornecer informações, insights e orientações especializadas durante o processo de análise estratégica, os segundos são os principais envolvidos na análise estratégica porque estão mais próximos das operações e das consequências das decisões estratégicas.

Figura 3 - O papel do Grupo de Base



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de Fatarelí *et al.*, 2010.

Dessa maneira, um componente de cada Grupo de Perito e Grupo de Base assumirá um determinado papel, que poderá ser de mediador, relator, redator ou porta-voz. Essa divisão de papéis, com suas respectivas funções, pode ser observada no Quadro 1:

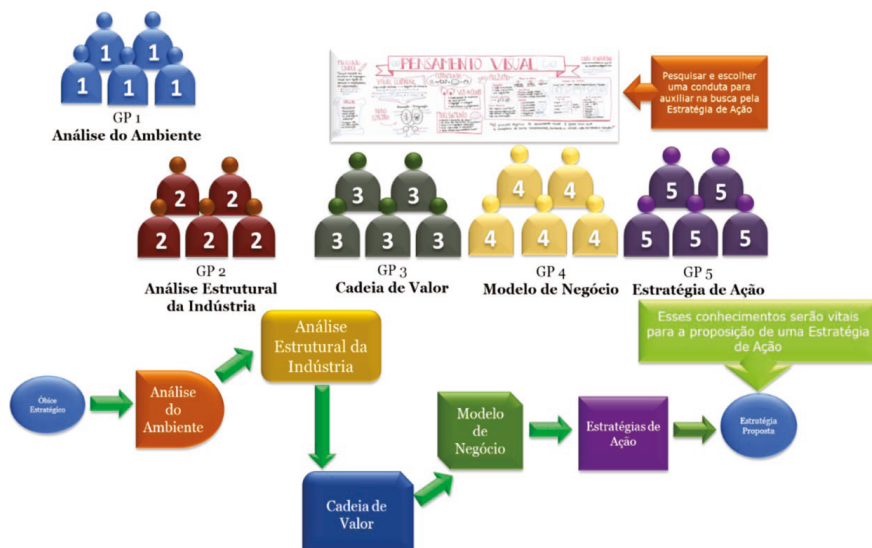
Quadro 1 - Divisão de papéis entre os estudantes

Papel	Função
Mediador	Organizar as discussões do grupo e coordenar todas as atividades
Relator	Expor os resultados encontrados pelo trabalho do grupo
Redator	Redigir e coordenar as ações que possibilitem a síntese dos resultados em um único documento que, posteriormente, será entregue ao professor
Porta-voz	Interagir com o professor para tirar dúvidas e atuar como um elo entre o professor e os grupos de base e de peritos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com os grupos e papéis definidos, o Modelo de Análise Estratégica tem o objetivo de orientar os Grupos de Base e de Peritos⁵ para que possam organizar esforços técnicos e cooperativos para resolver os problemas ocasionados pelo Óbice Estratégico dentro de um dado contexto concorrencial.

Figura 4 - Trabalho transversal e interdisciplinar do Grupo de Peritos



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de Fatarelli *et al.*, 2010.

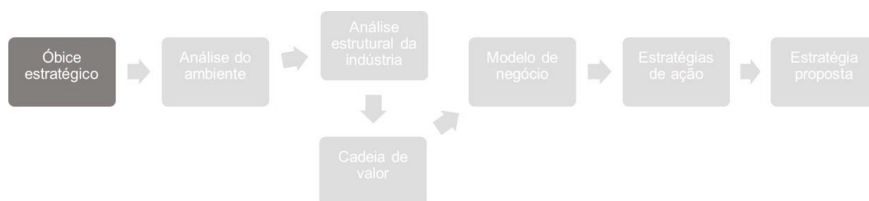
Esse modelo inicia-se com o entendimento de todo espectro de fatos e de informações que envolvem um dado Óbice Estratégico do setor em análise. A Figura 5 apresenta essa iniciativa.

Esse Óbice Estratégico deve ser caracterizado pelos Grupos de Base e de Peritos em função da avaliação do conhecimento que eles terão sobre o ambiente con-

⁵ O Grupo de Peritos é formado por estudantes oriundos dos Grupos de Base que têm o papel de serem consultores internos e especializados nas etapas do Modelo de Análise Estratégica. Dessa forma, para cada Grupo de Base, além dos papéis definidos na Tabela 1, seus componentes deverão se especializar nas Etapas do Modelo de Análise Estratégica, a saber: Análise do Ambiente, Análise Estrutural da Indústria, Cadeia de Valor, Modelo de Negócio e Estratégia de Ação. Os Grupos de Peritos serão formados por estudantes oriundos dos Grupos de Base e têm por objetivo obter conhecimentos sobre a especialidade escolhida e deverão cumprir no Grupo de Base suporte consultivo sobre as questões da sua especialidade, a fim de facilitar o trabalho de análise e tomada de decisão pelo Grupo de Base.

correncial que o setor em análise estará inserido. Assim, o Óbice Estratégico será o primeiro achado dos Grupos de Base e de Peritos e será uma compreensão de um desafio a ser superado pelo setor em análise.

Figura 5 - Óbice Estratégico do Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

Cada Grupo de Base e de Peritos receberá um Relato Técnico e Noticioso⁶, que servirá como um primeiro contato do Grupo de Trabalho com o ambiente concorrencial.

Seguindo com o Modelo de Análise Estratégica, a próxima etapa, após a compreensão e caracterização completa do Óbice Estratégico, será a Análise do Ambiente Competitivo⁷ que cerca o setor em análise. A Figura 6 apresenta essa iniciativa.

Para auxiliar nessa Análise do Ambiente competitivo que cerca o setor em análise, utilizaremos a análise PESTLA, para identificar as forças (Política, Econômica, Social, Tecnológica, Legal e Ambiental) que interagem no ambiente conforme ilustrado na Figura 7⁸. A partir dessa ferramenta, os Grupos de Base e de Peritos poderão com-

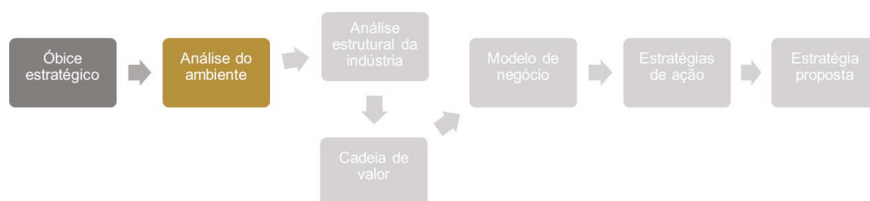
⁶ O Relato Técnico e Noticioso é um documento desenvolvido pelo professor com o intuito de introduzir aos estudantes informações sobre o Setor Econômico em análise e, também, apresentar uma visão preliminar sobre possíveis problemas concorrenciais, para o caso da disciplina de Planejamento Estratégico Industrial. O documento é composto pelos seguintes tópicos: Modelo de Análise Estratégica, Contexto Estratégico do Setor Econômico, Óbice Estratégico do Setor Econômico, Questão Orientadora da Análise Estratégica do Setor Econômico, Processo de Trabalho da Análise Estratégica do Setor Econômico e Conclusões da Análise Estratégica do Setor Econômico. O Relato Técnico e Noticioso cumpre o papel de abrir as questões concorrenciais do Setor Econômico para os estudantes.

⁷ A Análise do Ambiente Competitivo é o Modelo de Referência que auxiliará os Grupos de Base e de Peritos a conduzirem a análise estratégica do Setor Econômico partindo do Óbice Estratégico, um ou mais problemas concorrenciais, até a proposição de uma estratégia de ação que visará suplantando os problemas identificados.

⁸ A ferramenta PESTLA, também conhecida como análise PESTLA, é uma técnica de análise ambiental usada no contexto de análise estratégica e planejamento empresarial. Ela é empregada para examinar e avaliar os fatores macroambientais que podem impactar uma organização. Para mais informações, consulte Porter, 2008.

preender como tais forças podem agravar ou reprimir os impactos sobre o setor em análise e, também, conter os danos do Óbice Estratégico.

Figura 6 - Análise do ambiente do Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7 - Forças que interagem no ambiente



Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando a Figura 7, os Grupos de Base e de Peritos deverão listar para cada Força⁹ um conjunto de Fatores Direcionadores Externos. Essa atividade consiste em descrever, para cada Força, uma lista de fatores direcionadores que influenciam ou pressionam o setor e que estão identificados como impactos positivos ou negativos, agora e/ou no futuro, sobre o desempenho operacional e estratégico do setor. Os fatores direcionadores podem ser locais, regionais, nacionais e internacionais, e as forças, por sua vez, podem ser política, econômica, social, tecnológica, legal e ambiental.

Tendo isso em vista, a primeira atividade consistirá no preenchimento da Tabela 1 pelos Grupos de Base e de Peritos, conforme o modelo proposto a seguir:

Tabela 1 - Forças Política, Econômica, Social, Tecnológica, Legal e Ambiental

Força	Fatores direcionadores externos	Como os fatores direcionadores externos afetam a empresa?	
		Positivamente	Negativamente
Política			
Econômica			
Social			
Tecnológica			
Legal			
Ambiental			

Fonte: Elaborado pelos autores.

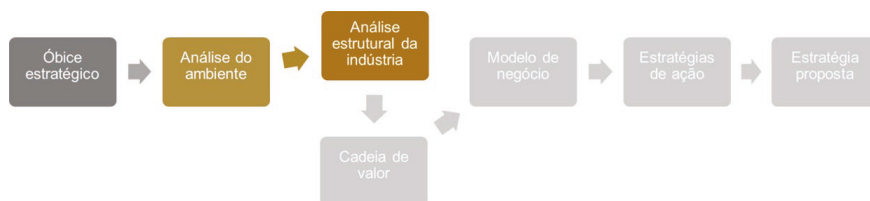
Para preencher a Tabela 1, os Grupos de Base e de Peritos devem relatar os Fatores Direcionadores Externos, a partir de pesquisas realizadas por eles, a fim de caracterizar as respectivas forças como elementos que direcionarão o ambiente concorrencial envolvidos com o setor em análise.

Depois dessa caracterização, os Grupos de Base e de Peritos deverão opinar sobre esses fatores que foram caraterizados e que afetam o setor em análise, considerando também como esses fatores interferem na avaliação dos Riscos Ambientais.

⁹ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Johnson; Scholes; Whittington, 2005, p. 99-150; Hitt; Ireland; Hoskisson, 2008, p. 32-67; Barney; Hesterly, 2017, p. 25-63.

A partir do Modelo de Análise Estratégica, após a compreensão completa dos impactos das Forças Ambientais sobre o Óbice Estratégico, a próxima etapa será a Análise Estrutural da Indústria do Setor em análise, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Análise Estrutural da Indústria do Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para contribuir nessa Análise Estrutural da Indústria do Setor, empregaremos as cinco forças competitivas de Porter¹⁰, ilustradas na Figura 9, para obter informações que possibilitem aos Grupos de Base e de Peritos entenderem como essas forças funcionam e asseguram (ou não) a atratividade de uma determinada indústria. É importante frisar que os Grupos de Base e de Peritos deverão interpretar como essas forças moldarão a atratividade do setor em análise.

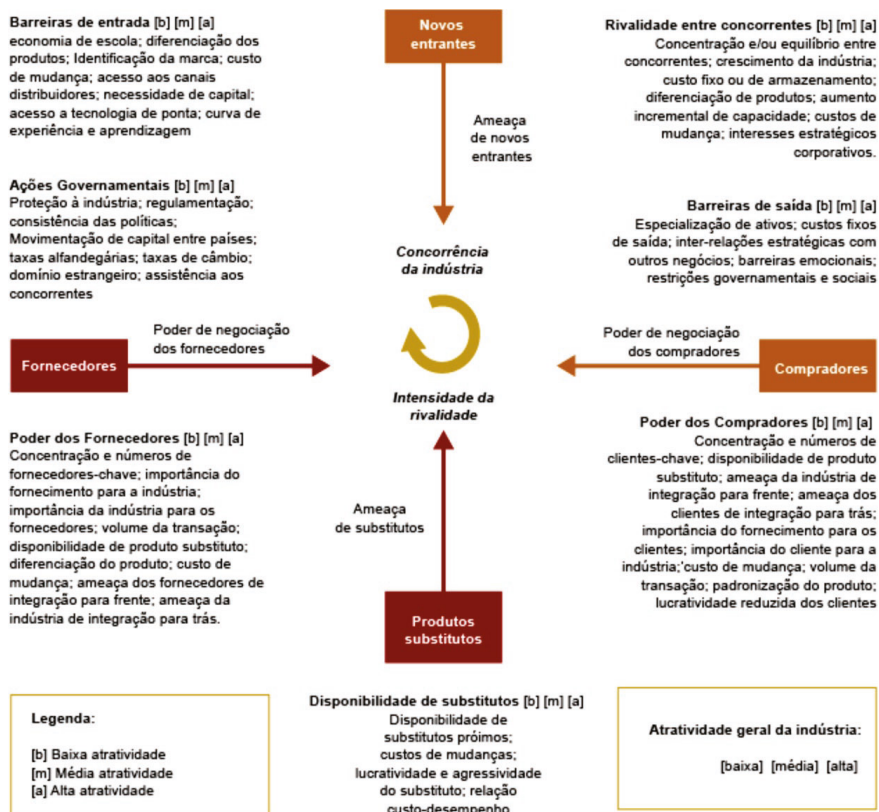
Seguindo o Modelo de Análise Estratégica, a próxima etapa, após a compreensão completa das Forças Competitivas que moldam a Estratégia de Porter, será a Cadeia de Valor do setor em análise. A Figura 10 apresenta essa iniciativa.

Para auxiliar na Análise da Cadeia de Valor do setor em análise, utilizaremos a ferramenta Cadeia de Valor de Porter¹¹, ilustrada na Figura 11, para obter informações que permitam aos Grupos de Base e de Peritos entenderem como essa estrutura de valor funciona, com o objetivo de compartilhar valor agregado a todos os elos dessa Cadeia de Valor.

¹⁰ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Porter, 2008; Johnson; Scholes; Whittington, 2005; Hitt; Ireland; Hoskisson, 2008; Barney; Hesterly, 2017.

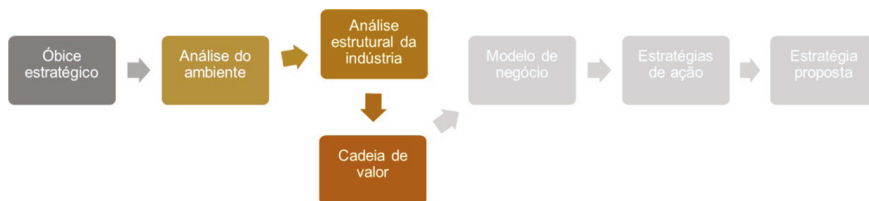
¹¹ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Porter, 1989; Johnson; Scholes; Whittington, 2005; Hitt; Ireland; Hoskisson, 2008.

Figura 9 - Cinco Forças Competitivas que moldam a Estratégia de Porter¹²



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Porter, 2008.

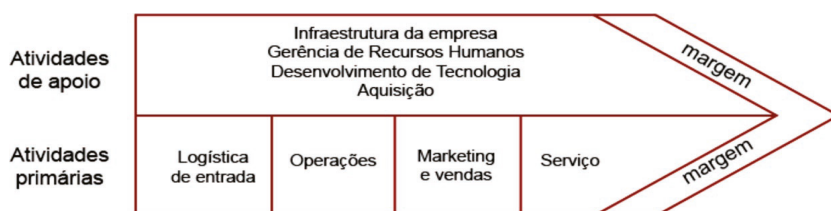
Figura 10 - Cadeia de Valor do Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

¹² Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Farias Filho, 2019.

Figura 11 - Cadeia de Valor

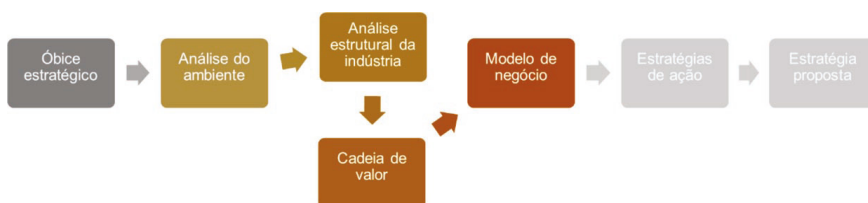


Fonte: Porter, 1989.

Da mesma forma, os Grupos de Base e de Peritos deverão interpretar como esses elementos de valor compartilharão valor agregado a todos os elos da cadeia de valor do setor em análise. Cada perito irá liderar, no seu grupo de base, a caracterização do modo de compartilhamento do valor agregado a todos os elos da cadeia de valor de Porter¹³.

A partir do Modelo de Análise Estratégica, a próxima etapa, após a compreensão completa sobre o funcionamento da cadeia de valor, será a estruturação de um modelo de negócio para o setor em análise. A Figura 12 exhibe essa iniciativa.

Figura 12 - Modelo de Negócio do Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

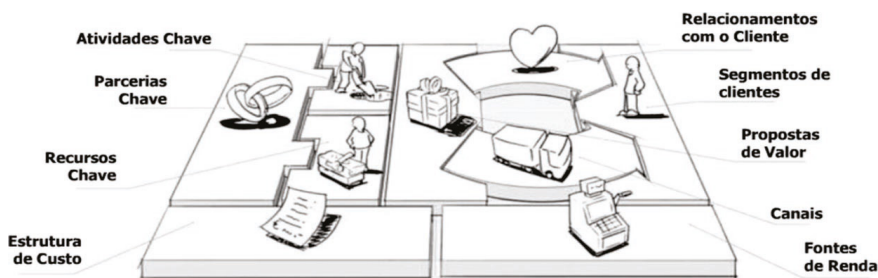
Para colaborar na proposição de um Modelo de Negócio para o Setor em análise, empregaremos a Ferramenta Modelo de Negócio de Osterwalder (Osterwalder *et al.*, 2010, p. 40)¹⁴ na busca por informações que permitam aos Grupos de Base e de Peritos

¹³ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Porter, 1989, p. 35.

¹⁴ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Farias Filho, 2019, p. 18-77.

entenderem como esses componentes do Modelo de Negócio funcionam e se interdependem. A Figura 13 ilustra o funcionamento do Modelo de Negócio de Osterwalder:

Figura 13 - Nove blocos do Modelo de Negócio



Fonte: Osterwalder; Pigneur, 2010.

Para essa etapa, os Grupos de Base e de Peritos deverão interpretar como esses componentes do Modelo de Negócio se relacionam e se interdependem, com o objetivo de Propor Valor aos Segmentos de Clientes do Setor em análise. Cada perito liderará, no seu Grupo de Base, a caracterização do Modelo de Negócio do seu modo de Proposição de Valor para os Segmentos de Clientes¹⁵.

Para que o Modelo de Negócio seja plenamente realizado, deve-se estabelecer, previamente, a Proposição de Valor. Nesse sentido, Osterwalder¹⁶ e ¹⁷ propõe que essa seja definida a partir da ferramenta exposta na Figura 14.

Da mesma forma, os Grupos de Base e de Peritos deverão compreender como esses componentes do Modelo de Negócio se relacionam e se interdependem com o objetivo de definir com mais detalhes a Proposição de Valor do Modelo de Negócio do Setor em análise. Cada perito liderará, no seu Grupo de Base, a caracterização do Modelo de Negócio do Setor em análise.

Outra ferramenta, para ser desenvolvida, será estabelecer a Curva de Valor¹⁸ do Negócio: o grupo deve seguir as mesmas orientações dadas por Kim e Mauborgne

¹⁵ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Osterwalder; Pigneur, 2010. p. 40.

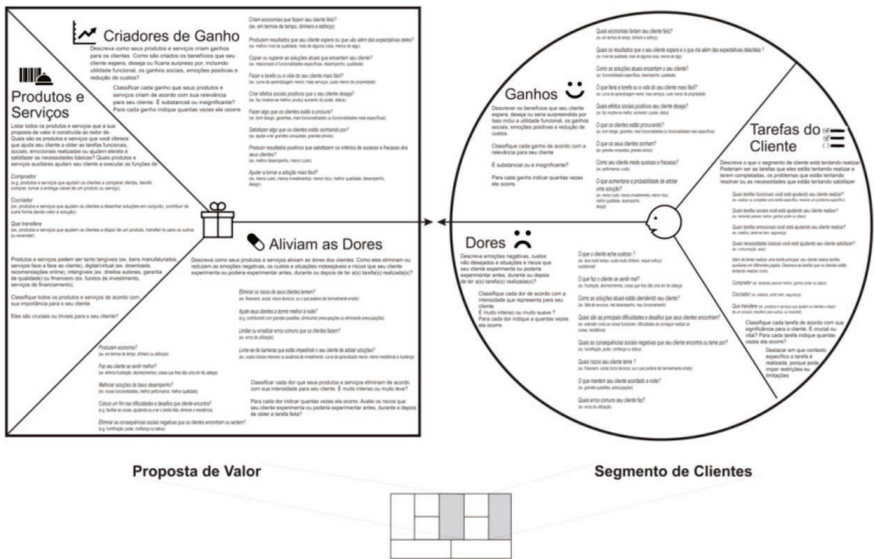
¹⁶ Para mais detalhes, consultar Osterwalder; Pigneur; Bernarda, 2014, p. 289.

¹⁷ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Farias Filho, 2019, p. 32-49.

¹⁸ De acordo com Kim e Mauborgne (2005, p.122), o termo Curva de Valor pode ser entendido como “[...] a representação gráfica da performance relativa da empresa com base em cada atributo de valor”.

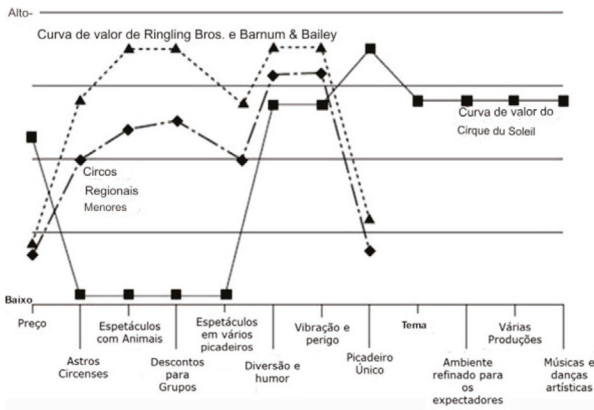
(2005, p.122) para montar a Curva de Valor. A Proposição de Valor será definida por meio dos Atributos Competitivos que devem ser definidos em função das respostas obtidas em atividades anteriores.

Figura 14 - Canvas da Proposição de Valor



Fonte: Osterwalder *et al.*, 2014, p. 8-9.

Figura 15 - Curva de Valor do *Cirque du Soleil*



Fonte: Kim; Mauborgne, 2005, p. 40.

Os resultados obtidos nas atividades anteriores devem ser os direcionadores para o estabelecimento dos Atributos. A ideia é que esses Atributos sejam os elementos que irão conduzir a compra por parte de todos os Clientes envolvidos. São considerados Clientes todos os Clientes e os Não Clientes a serem definidos. As ações já realizadas permitiriam que os grupos tivessem os conhecimentos necessários para poderem definir os Atributos.

Os Atributos Competitivos, dessa forma, serão os Fatores Ganhadores de Pedido propostos por Slack e Lewis (2001, p. 45-48) e Hill (2005, p. 45). De acordo com Slack, os Fatores Ganhadores de Pedido são atributos que contribuem direta e significativamente para o sucesso do Setor em análise. Esses fatores são considerados pelos Clientes como a principal razão para as compras dos produtos (bens e/ou serviços). Observe o exemplo da Figura 15 para *Cirque du Soleil*.

O grupo, em função das atividades anteriores, deve definir e selecionar os Atributos Competitivos que irão moldar o processo competitivo no qual o Setor em análise e seus Concorrentes estão inseridos. O grupo deverá, para cada um dos Atributos Competitivos, definir as suas características, o que será muito útil para a montagem da Curva de Valor.

Tabela 2 - Atributos Competitivos

Atributos Competitivos	
Atributos Competitivos	Características dos Atributos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse sentido, a Tabela 2 poderá ser preenchida para que se possam estabelecer os Atributos Competitivos utilizados pelo setor em análise. Outra possibilidade é relacioná-los com os Valores definidos nas atividades anteriores e, também, estabelecer um sistema de avaliação de desempenho para poder construir a Curva de Valor. Essa avaliação será feita na Tabela 4:

Tabela 3 - Atributos Competitivos

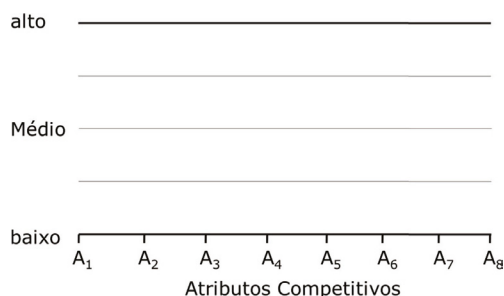
1	2	3	4			5
Atributos competitivos	Valores envolvidos	Métrica de avaliação	Situação			Avaliação ante a utilidade para o cliente
			Baixo	Médio	Alto	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o preenchimento da Tabela 3, na coluna 1, deve-se inserir todos os Atributos Competitivos definidos nas Atividades anteriores. Na coluna 2, deve-se relacionar os Atributos Competitivos com os Valores definidos nas Atividades anteriores, ou seja, para cada Atributo Competitivo definido é necessário indicar quais Valores são correspondentes a esses ditos Atributos Competitivos. Na coluna 3, deve-se informar como deve ser medido o desempenho dos Atributos Competitivos. Para cada Atributo Competitivo existirá uma fórmula para avaliá-lo e constatar o seu desempenho. Na coluna 4, deve-se comparar o status do Atributo Competitivo em relação ao seu desempenho, medido pela métrica definida na coluna 3. Na coluna 5, deve-se, por fim, definir qual a importância da atual situação do desempenho do Atributo Competitivo para o grau de satisfação da Utilidade dos produtos (bens e/ou serviços) para os Clientes em análise.

Com os Atributos Competitivos definidos na Tabela 3, será possível desenhar a Curva de Valor do Setor em análise, seguindo o modelo apresentado na Figura 16:

Figura 16 - Modelo de Curva de Valor

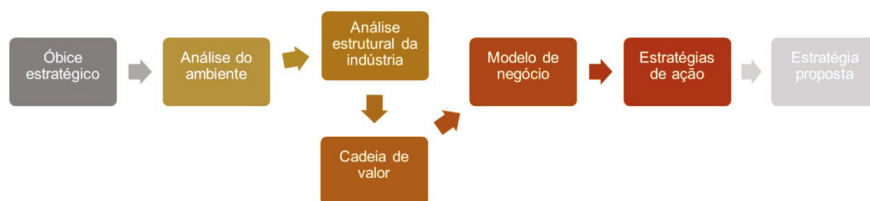


Fonte: Kim; Mauborgne, 2005.

Com a Curva de Valor definida para o Setor em análise concluída, o Grupo de Base deverá posicionar, de forma comparativa, os seus principais concorrentes tendo como parâmetro as análises feitas na Tabela 3. Dessa forma, a Figura 16 deverá ficar bem semelhante à Figura 15, em relação à análise da indústria do *Cirque du Soleil*.

Seguindo o Modelo de Análise Estratégica, a próxima etapa, após a compreensão completa sobre os elementos que compõem o Modelo de Negócio, será a estruturação das Estratégias de Ação para o setor em análise. A Figura 17, a seguir, apresenta essa iniciativa:

Figura 17 - Estratégias de Ação do Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para auxiliar na proposição das Estratégias de Ação para o Setor em análise, utilizaremos a Ferramenta Modelo Delta de Hax (Hax, 2009) na busca por informações que permitam aos Grupos de Base e de Peritos entenderem quais as alternativas possíveis para a proposição de uma Estratégia de Ação¹⁹.

Nesse contexto, é necessário decidir o direcionador estratégico central que o setor em análise deverá seguir, em função do seu modelo de negócio e das características de seus produtos e do seu mercado. Os direcionadores estratégicos (Hax, 2009) são: melhor produto, solução total para o cliente e consolidação do sistema. Tendo isso em vista, o Grupo de Base deverá escolher um direcionador estratégico específico para um dado segmento pertencente ao setor em análise e estabelecer uma explicação coerente do porquê da escolha. O grupo deve preencher a Tabela 4, exposta a seguir.

¹⁹ Para mais detalhes e compreensão teórico-conceitual, sugerimos que os Grupos de Peritos consultem Johnson; Scholes; Whittington, 2005, p. 275-313; e Hitt; Ireland; Hoskisson, 2008, p. 244-272.

Figura 18 - Modelo Delta de Estratégia Corporativa



Fonte: Hax, 2009.

Tabela 4 - Direcionadores Estratégicos

Proposta de valor	Segmento de clientes	Direcionador estratégico	Explicação do porque da escolha

Fonte: Elaborado pelos autores.

O preenchimento da Tabela 4 deverá ser iniciado pela descrição da Proposição de Valor, definida a partir da caracterização do Modelo de Negócio. Em seguida, os Grupos de Base e de Peritos devem apresentar, para a Proposição de Valor definida, todos os Segmentos de Clientes impactados. Os Grupos de Base e de Peritos deverão avaliar, para essa relação entre Proposição de Valor e Segmentos de Clientes, qual(is) Direcionador(es) Estratégico(s) mais se aplica(m). Por fim, os Grupos de Base e de Peritos deverão explicar as suas escolhas e lógica utilizada.

Depois da escolha do Direcionador Estratégico (Hax, 2009), será preciso decidir a estratégia principal para um dado segmento pertencente ao setor em análise, em função do Direcionador Estratégico selecionado. A seguir, detalhamos as estratégias ilustradas na Figura 18:

1. Estratégia de Baixo Custo: o foco é ser o provedor de menor custo de uma categoria de produção sem diferenciação.
2. Estratégia de Diferenciação: o foco é no desenvolvimento de características e funcionalidades que tornam o produto único e permitir a cobrança de um diferencial de preço do cliente.
3. Estratégia de Redefinindo o Relacionamento com o Cliente: o foco é definido na consideração da experiência total do cliente desde o ponto de aquisição através do ciclo de vida completo da propriedade do produto.
4. Estratégia de Integração com o Cliente: esta estratégia visa oferecer suporte total às atividades dos clientes, transferindo conhecimentos para melhorar o seu desempenho. Ela envolve um alto grau de terceirização, que desenvolve uma complexa teia de conexões com os clientes que melhoram a sua capacidade de fazer negócios e para usar o nosso produto.
5. Estratégia de Abertura Horizontal: o cliente é fornecido com uma solução personalizada que envolve um conjunto completo de produtos e serviços “um balcão único para uma solução única”.
6. Estratégia de Canal Exclusivo: a partir dessa estratégia, visa-se estabelecer um conjunto de entraves significativos que torne difícil para os concorrentes até mesmo competir para aquisição de clientes.
7. Estratégia de Posição Dominante: com essa estratégia, a empresa fornece uma interface entre os compradores e vendedores, que é muito difícil de substituir, uma vez que atinge a massa crítica.
8. Estratégia de Padrão Proprietário: o cliente é atraído para o seu produto por causa da extensa rede de complementadores de terceiros que são projetados para trabalhar com o produto.

Para cada Direcionador Estratégico escolhido, os Grupos de Base e de Peritos deverão definir uma estratégia principal para atender, de forma adequada e eficaz, as demandas dos Clientes e as características do Modelo de Negócio praticado pelo setor em análise. Nesse sentido, os grupos deverão preencher a Tabela 5, a seguir:

Tabela 5 - Estratégias Principais

Proposta de valor	Segmento de clientes	Direcionador estratégico	Estratégia principal

Fonte: Elaborado pelos autores.

Depois da escolha da estratégia principal, faz-se necessário decidir as características dessa estratégia, a fim de assegurar a obtenção e a manutenção da Vantagem Competitiva. Assim, os grupos deverão definir como essa estratégia será praticada, de modo que seus objetivos sejam alcançados de forma segura e preencher a Tabela 6, ilustrada a seguir, levando em consideração todas as estratégias principais definidas para um determinado setor em análise. Lembramos que um único setor pode ter várias estratégias principais, destinadas a vários tipos de Clientes e Produtos. Dessa maneira, o foco será o Cliente e como abordá-lo para garantir os objetivos estratégicos do Setor.

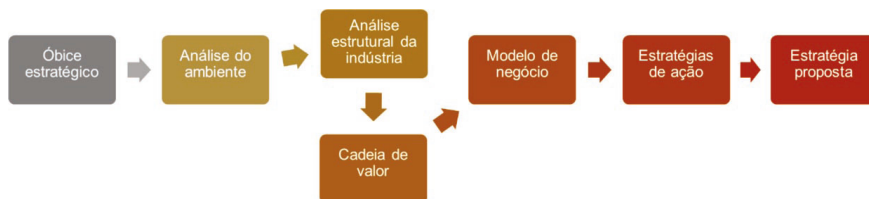
Tabela 6 - Estratégias Principais: Como?

Proposta de valor	Segmento de clientes	Direcionador estratégico	Estratégia principal	Como a estratégia principal será conduzida?

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do Modelo de Análise Estratégica, após a compreensão completa sobre as características das Estratégias de Ação, a próxima etapa consistirá na caracterização da Estratégia Proposta para o Setor em análise. A Figura 19, a seguir, exibe essa iniciativa.

Figura 19 - Estratégia Proposta do Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

A estratégia proposta deverá ser coerente com todo o trabalho já realizado e, ainda, com o ambiente concorrencial no qual o setor em análise está inserido, sendo plausível sua implantação e implementação. Faz-se necessário, também, confrontar essa estratégia com o modelo de negócio proposto, a fim de verificar o quanto a estratégia está alinhada com a Curva de Valor definida para o setor em análise.

Por fim, os Grupos de Base e de Peritos deverão estar conscientes de que essa estratégia é aplicável e que representa todo o esforço coletivo realizado por cada componente dos grupos.

Esse modelo de Análise Estratégica, proposto na Figura 16, deverá auxiliar os Grupos de Base e de Peritos a desenvolverem seus trabalhos, de modo que seja possível compará-los entre si. Nesse sentido, o Modelo de Análise Estratégica cumprirá seu papel de ser uma ferramenta de trabalho para que os Grupos de Base e de peritos possam aprender, a partir da cooperação entre os componentes dos grupos de forma voluntária e colaborativa, para que o aprendizado possa se materializar de modo mais efetivo e seguro.

2. Atividades com foco na aprendizagem cooperativa

As atividades descritas na seção anterior foram desenvolvidas com base no método Jigsaw (Fatarel *et al.*, 2010; Johnson; Jonhson; Holubec, 1999; Eilks, 2005). A proposta de atividades a seguir visa contribuir com o processo de ensino-aprendizagem da disciplina e, também, trabalhar a autonomia dos estudantes e a cooperação como um indutor da aprendizagem. Nesse sentido, apresentaremos nossa proposta de trabalho dividida em 14 atividades, cujo objetivo principal é assegurar a busca, a transferência e a transformação de conhecimento, materializando, assim, o aprendizado pretendido. Essas atividades deverão ser realizadas no período de três dias de trabalho.

2.1 1ª atividade: O professor fará uma explanação dos assuntos e de todas as atividades a serem desenvolvidas pelos estudantes

Nessa atividade, o professor, diante de toda a turma, irá explicar, detalhadamente, as atividades a serem desenvolvidas e que valerão como nota da prova individual dos estudantes da disciplina. A Figura 20 explicita essa introdução, que ficará a cargo do professor. Ele também comentará e explicará a lógica pedagógica envolvida na análise estratégica, que constituirá, de fato, a aprendizagem cooperativa.

Figura 20 - Introdução ao processo de trabalho e aprendizagem cooperativa



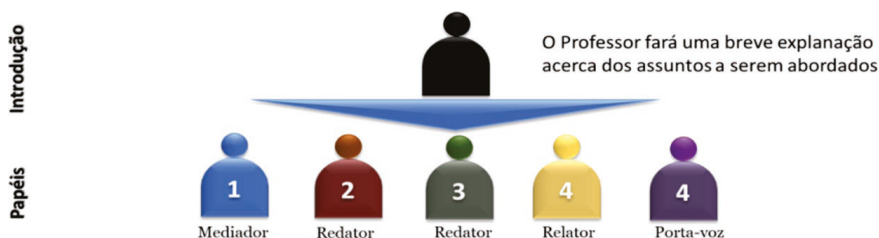
Fonte: Fatareli *et al.*, 2010.

Durante essa apresentação, o professor deverá esclarecer o que se espera como resultado final e o que se espera da participação de cada estudante nessa atividade de ensino-aprendizagem.

2.2 2ª Atividade: A montagem dos grupos de base e as definições dos papéis dentro dos grupos

Nessa atividade, os papéis desempenhados pelos estudantes (ver Tabela 1) são fundamentais para que todas as atividades sejam executadas de forma consistente e dentro do tempo disponível para cada uma. Esses papéis serão definidos pelos componentes dos grupos, de modo que as escolhas deverão ser em função das características individuais de cada componente. A Figura 21 ilustra a divisão de papéis dentro dos grupos.

Figura 21 - Definição dos grupos e dos papéis a serem desempenhados



Fonte: Fatareli *et al.*, 2010.

Os grupos de base serão, preferencialmente, compostos por cinco componentes. Entretanto, em função do tamanho da turma, é possível que, eventualmente, seja necessário que os grupos de base sejam maiores para acomodar todos de forma

equânime. O professor buscará dividir os grupos de base em tamanhos iguais para garantir equilíbrio, em termos de esforço e trabalho. O mediador, já empossado, deverá coordenar os demais colegas para que cumpram seus trabalhos nessa atividade dentro do prazo estabelecido.

2.3 3ª Atividade: Sorteio dos temas estratégicos e exposição dos respectivos óbices estratégicos

Com os Grupos de Base e os papéis internos definidos, o professor sorteará os Temas Estratégicos a serem trabalhados pelos Grupos de Base. O professor também fará uma breve exposição sobre os Temas Estratégicos a serem analisados e, por consequência, os Óbices Estratégicos envolvidos com cada Tema Estratégico.

Os Temas Estratégicos serão escolhidos de setores da economia que estejam passando por transformações estratégicas significativas. E, a partir dessas transformações, buscaremos tentar entender como analisar e compreender como atuar para atenuar ou eliminar os ditos Óbices Estratégicos.

Para esse trabalho, os estudantes irão examinar um dado Setor em análise e todas as dinâmicas competitivas que margeiam e condicionam as atuais e futuras iniciativas estratégicas, em prol do alcance e da manutenção de uma vantagem competitiva sustentável para o respectivo setor.

O mediador deverá coordenar os demais colegas para que eles cumpram seus trabalhos nessa atividade dentro do prazo estabelecido para ela.

2.4 4ª Atividade: Exposição do Modelo de Análise Estratégica e as Especialidades que compõem o referido Modelo de Análise Estratégica

O professor apresentará para toda a turma o funcionamento do Modelo de Análise Estratégica e seus elementos teórico-conceituais e práticos. Esses elementos serão chamados de Especialidades.

Nesse momento, é necessário que todos compreendam bem essa dinâmica e informem que os Conceitos-chave serão os elementos que agregarão os peritos em torno do desafio de buscar conhecimento para resolver o problema envolvido com o Óbice Estratégico estudado pelo Grupo de Base de origem.

As especialidades que compõem o Modelo de Análise Estratégica serão:

1. Análise do Ambiente, que busca avaliar externalidades que condicionam o ambiente competitivo e provocam a necessidade de entendê-lo, a fim de estabelecer mecanismos de proteção para assegurar e manter uma dada vantagem competitiva.

2. Análise Estrutural da Indústria, que busca entender a dinâmica de forças que conduzem o processo competitivo e condicionam o alcance ou não de uma dada vantagem competitiva sustentável.

3. Cadeia de Valor, que busca entender os fatores que proporcionam valor a todos que atuam na cadeia produtiva, ligando o mais básico fornecedor ao cliente final, assegurando valor a todos.

4. Modelo de Negócio, que busca entender os elementos que compõem um negócio dentro do contexto competitivo atual. Para isso, deve ser aderente às necessidades do próprio Setor, bem como às necessidades dos Clientes e Partes Interessadas.

5. Estratégias de Ação, que busca avaliar as diversas possibilidades de estabelecer alternativas viáveis para combater os efeitos danosos dos Óbices Estratégicos.

Os porta-vozes dos Grupos de Base devem conversar internamente com seus colegas visando levantar possíveis dúvidas, depois devem entrar em contato com o professor para dirimi-las e retornar ao grupo para esclarecer a todos o que conversou com o professor.

O mediador deverá coordenar os demais colegas para que cumpram seus trabalhos nessa atividade dentro do prazo estabelecido.

2.5 5ª Atividade: Os estudantes definem em qual especialidade atuarão

Depois da exposição do professor sobre o funcionamento do Modelo de Análise Estratégica e suas partes constituintes, os estudantes, por afinidade, escolherão os Conceitos-chave (Especialidades) em que atuarão como Peritos dentro do seu Grupo de Base específico.

Os estudantes, dentro do Grupo de Base, fecharão um acordo e escolherão por interesses pessoais e por consenso grupal os Conceitos-chave que investigarão e se tornarão os peritos específicos em cada Grupo de Base.

Os porta-vozes dos Grupos de Base devem conversar internamente com seus colegas visando levantar possíveis dúvidas, depois devem entrar em contato com o professor para dirimi-las e retornar ao grupo para esclarecer a todos o que conversou com o professor.

O mediador deverá coordenar os demais colegas para que escolham as suas especialidades de preferência e cumpram os prazos estabelecidos para a referida atividade.

2.6 6ª Atividade: Os estudantes, nos seus grupos de base, explorarão dados e informações sobre o setor/empresa

Nessa atividade, os estudantes buscarão mais informações sobre o setor em análise, a fim de obter mais detalhes que possam facilitar a compreensão do Óbice Estratégico que o setor está enfrentando. O mediador deverá organizar esforços para que sejam buscadas mais informações sobre o Setor em análise e sejam obtidas todas as informações possíveis e alcançáveis para fortalecer a compreensão sobre o Óbice Estratégico e facilitar o trabalho visando a soluções viáveis.

2.7 7ª Atividade: Os estudantes, sob o comando do mediador, desenvolverão uma discussão articulada e uma reflexão sobre o óbice estratégico a ser avaliado e, ao término, deverão propor uma estratégia a ser implementada

Nessa atividade, os estudantes, sob o comando do mediador, avaliarão qual a resposta mais adequada para a questão orientadora da Análise Estratégica. Essa resposta será fruto da exploração de mais informações sobre o setor em análise, bem como de uma articulação do possível comportamento do Modelo de Análise Estratégica dentro do contexto do Óbice Estratégico do setor em análise. Essa resposta será fruto do consenso do grupo em torno de todas as crenças e perspectivas acumuladas pelo próprio grupo.

Os porta-vozes dos Grupos de Base devem conversar internamente com seus colegas visando levantar possíveis dúvidas, depois devem entrar em contato com o professor para dirimi-las e retornar ao grupo para esclarecer a todos o que conversou com o professor.

O mediador deverá coordenar os demais colegas para realizarem suas tarefas individuais e coletivas e cumprirem os prazos estabelecidos para a referida atividade.

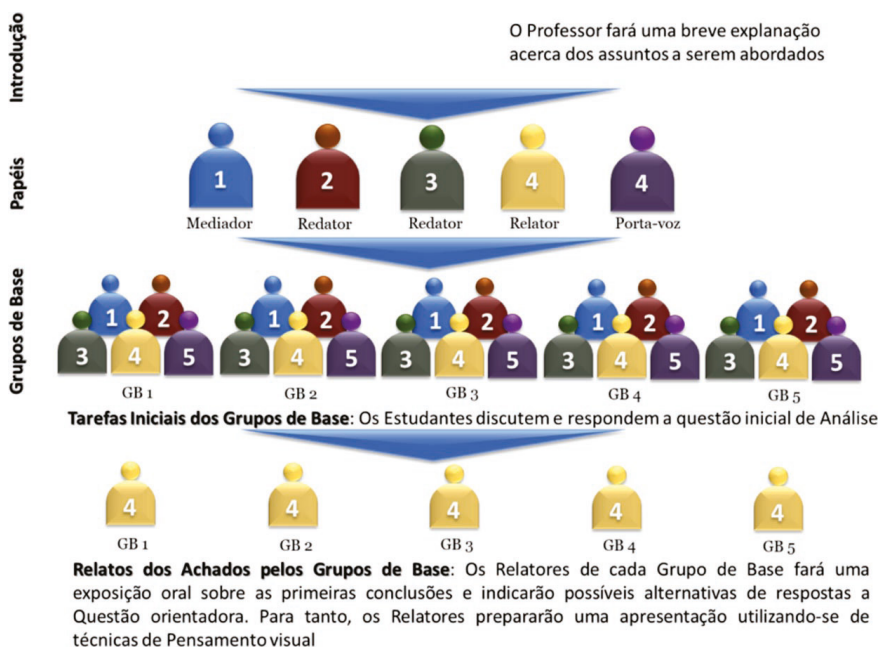
2.8 8ª Atividade: Os relatores apresentarão as primeiras conclusões sobre o Óbice Estratégico

Os relatores, com auxílio dos demais componentes, principalmente dos redatores, prepararão uma apresentação sobre as conclusões iniciais do grupo, conforme ilustrado na Figura 22. Essa apresentação deverá utilizar os princípios do pensa-

mento visual (Roam, 2012), com o intuito de esclarecer os principais achados pelo Grupo de Base.

O professor disponibilizará aos relatores papel e canetas multicoloridas para que eles, com o apoio dos redatores, desenvolvam uma apresentação de cinco minutos, cujo objetivo é expor, de forma visual, as primeiras conclusões sobre o Óbice Estratégico e a questão orientadora da Análise Estratégica.

Figura 22 - Tarefas iniciais dos Grupos de Base



Fonte: Fatareli *et al.*, 2010.

Os porta-vozes dos Grupos de Base devem conversar internamente com seus colegas visando levantar possíveis dúvidas, depois devem entrar em contato com o professor para dirimi-las e retornar ao grupo para esclarecer a todos o que conversou com o professor.

O mediador deverá coordenar os demais colegas para realizarem suas tarefas individuais e coletivas e cumprirem os prazos estabelecidos para a referida atividade.

2.9 9ª Atividade: Os estudantes se reagruparão em Grupos de Peritos em função das especialidades

O trabalho dos peritos estará focado em pesquisar e se informar sobre detalhes teóricos e práticos das Especialidades e como ela poderá, dentro da composição do Modelo de Análise Estratégica, pesquisar no âmbito do Óbice Estratégico e auxiliar na proposição de uma estratégia que conduza a uma resposta à Questão Orientadora.

Quando os peritos se agruparem, deverão aproveitar o primeiro encontro em sala de aula para definirem uma estratégia de pesquisa e atribuírem responsabilidades mútuas. Cada perito deverá buscar partes da sua Especialidade para que, no segundo encontro em sala de aula, possa compartilhar o que encontrou e juntos montarem um quadro maior e mais detalhado dos conceitos e práticas envolvidos com a especialidade em pesquisa. Uma boa prática é que cada perito deva levar para o segundo encontro em sala de aula um resumo sobre os fatos mais relevantes que encontrou na sua pesquisa individual.

Depois e durante o segundo encontro em sala de aula, cada perito deverá anotar e guardar todas as informações discutidas e adquiridas nas pesquisas grupais, a fim de poder repassar para os outros componentes do seu Grupo de Base original os conhecimentos adquiridos.

Para os peritos poderem repassar seus conhecimentos adquiridos durante a pesquisa e análise teórica e prática das Especialidades pesquisadas, deverão elaborar um resumo dos assuntos discutidos nas reuniões em sala de aula sobre as Especialidades pesquisadas. Para tanto, deverão procurar seguir as “Diretrizes para Elaboração do Resumo”, que são semelhantes às sugeridas por Massi, Cerruttie e Queiroz (2013). As diretrizes são:

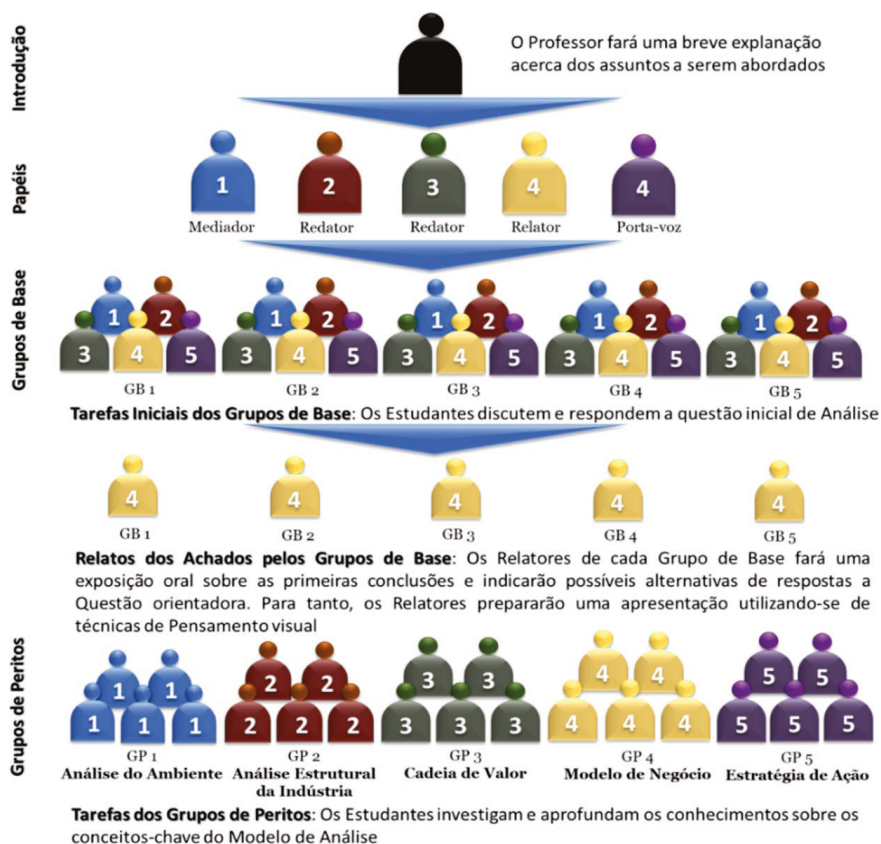
1. Enquanto cada perito lê cada parágrafo, ele deve escrever uma frase resumindo o parágrafo em questão. O perito deve fazer o mesmo com todos os parágrafos.
2. Ao término da leitura, o perito deverá elaborar uma única frase resumindo a ideia principal do texto.
3. Com base nas frases que o perito escreveu, para cada parágrafo produza um texto coeso que sintetize todo o conteúdo do documento lido. Esse resumo deverá conter no mínimo 2.500 caracteres.

Os peritos deverão levar os seus resumos para os seus Grupos de Base e de Peritos, a fim de poderem contribuir com aplicação dos conhecimentos adquiridos e com a resposta à Questão Orientadora proposta para essa atividade de aprendizagem. Os resumos deverão ser apresentados, lidos e repassados, a fim de transferirem os conhecimentos para, assim, ser definida a resposta mais adequada à referida questão orientadora.

Os peritos que, no seu Grupo de Base original, tiverem o papel de relator deverão, também, guardar uma parte do seu tempo de pesquisa para estudar técnicas e estratégias de pensamento visual para fins de apresentação dos achados do seu Grupo de Base. Nessa pesquisa, deverão escolher e propor técnicas visuais para expor os achados do Grupo de Base. Em função dessa escolha, deverão solicitar ao professor materiais que auxiliem na montagem da apresentação visual.

Os peritos relatores, no seu Grupo de Base original, deverão, também, compartilhar com os outros peritos relatores dos outros grupos de base seus achados sobre as pesquisas relacionadas com as técnicas e estratégias de pensamento visual, para buscarem uma solução de apresentação mais qualificada e fácil de ser realizada. A Figura 23 informa sobre essas tarefas dos Grupos de Perito.

Figura 23 - Tarefas dos Grupos de Peritos



Fonte: Fatarelli *et al.*, 2010.

Os porta-vozes dos Grupos de Base devem conversar internamente com seus colegas visando levantar possíveis dúvidas, depois devem entrar em contato com o professor para dirimi-las e retornar ao grupo para esclarecer a todos o que conversou com o professor.

O mediador deverá coordenar os demais colegas para realizarem suas tarefas individuais e coletivas e cumprirem os prazos estabelecidos para a referida atividade.

2.10 10ª Atividade: Os estudantes se reagruparão em Grupos de Base para resolverem os problemas provocados pelo Óbice Estratégico

Os estudantes, nos seus papéis de peritos, se reagruparão nos Grupos de Base para discutirem como irão usar os conhecimentos obtidos no trabalho de pesquisa no Grupo de Peritos. Com esses conhecimentos assimilados, a partir do Óbice Estratégico definido e da Questão Orientadora, deverão realizar uma profunda Análise Estratégica no Setor em análise, com o intuito de formular uma proposição de uma estratégia de ação que vise combater os efeitos do Óbice Estratégico e o alcance e a manutenção de uma vantagem competitiva, conforme a Figura 24.

O mediador deverá organizar os trabalhos, a fim de que todos possam participar e discutir, com vistas à obtenção de um consenso em torno da estratégia de ação a ser proposta e defendida pelo Grupo de Base.

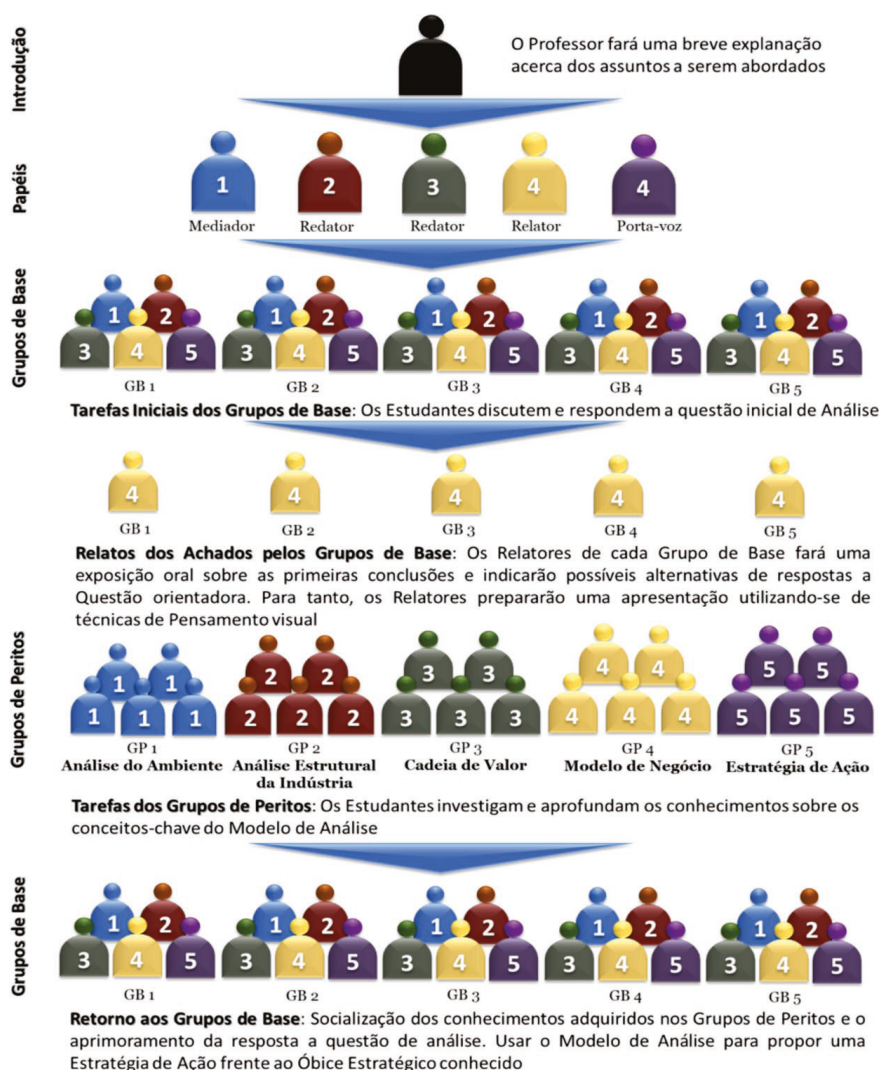
Uma das atividades a serem empreendidas pelo Grupo de Base é repassar a todos os resumos feitos pelos peritos e esclarecer dúvidas eventuais com o professor, via porta-voz. Após esse entendimento, faz-se necessário agrupar esses conhecimentos, tendo o Modelo de Análise Estratégica como mecanismo de agregação e alinhamento, a fim de usar o referido modelo como uma ferramenta de apoio e suporte à construção da solução da resposta à Questão Orientadora proposta para o Setor em análise.

Os Grupos de Base usarão o Modelo de Análise Estratégica para ser o arquétipo a ser trabalhado a partir do conhecimento adquirido sobre os dados e informações sobre o Setor em análise. Com isso, os Grupos de Base deverão realizar todas as seis etapas do Modelo de Análise Estratégica para que seja possível a proposição de uma estratégia, cujos propósitos são atuar sobre o Óbice Estratégico e assegurar uma vantagem competitiva sustentável.

Os redatores dos Grupos de Base deverão ter o cuidado de guardar e registrar todas as ações e os preenchimentos das tabelas e quadros que fazem parte das etapas do Modelo de Análise Estratégica. Isso irá facilitar a entrega da Folha de Cálculo do Grupo de Base e, também, o trabalho dos relatores.

Nesse momento, os estudantes deverão cumprir seus papéis (mediador, relator, redator e porta-voz) para que a referida Análise Estratégica seja realizada de forma efetiva. O mediador deverá ter um papel importante para mobilizar e conduzir os trabalhos do seu Grupo de Base, dentro do prazo definido, a responder à Questão orientadora feita para o setor em análise.

Figura 24 - Retorno aos Grupos de Base



Fonte: Fatarelli *et al.*, 2010.

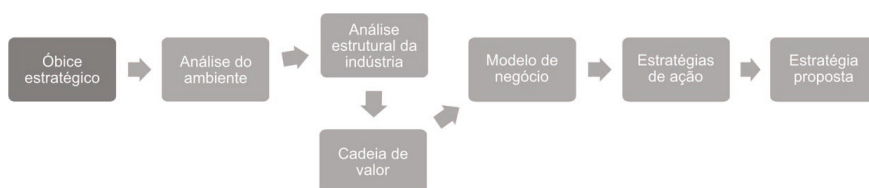
Os porta-vozes dos Grupos de Base devem conversar internamente com seus colegas visando levantar possíveis dúvidas, depois devem entrar em contato com o professor para dirimi-las e retornar ao grupo para esclarecer a todos o que conversou com o professor.

O mediador deverá coordenar os demais colegas para realizarem suas tarefas individuais e coletivas e cumprirem os prazos estabelecidos para a referida atividade.

2.11 11ª Atividade: Os estudantes, divididos em Grupos de Base, continuarão suas pesquisas, análises e reflexões sobre os Óbices Estratégicos e seus reflexos sobre a competitividade da empresa em análise

Os estudantes que compõem os Grupos de Base devem buscar mais informações e dados que possam ajudá-los nas análises e reflexões sobre as Fases que envolvem o Modelo de Análise Estratégica com vistas a resolver o Óbice Estratégico, conforme a Figura 25, propondo uma estratégia capaz de eliminar ou atenuar as ameaças advindas do dito Óbice Estratégico. Nesse contexto, cada Grupo de Base deverá concluir as fases e usar os achados de cada uma para incrementar as análises das fases seguintes, culminando com a proposição da estratégia que agirá sobre o Óbice Estratégico.

Figura 25 - Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Elaborado pelos autores.

A busca por mais informações deverá considerar:

1. Informações no site da Empresa ou das Empresas envolvidas com o setor em análise, tais como:

- informações gerais sobre a Empresa e sua estrutura de poder e governança;
- informações sobre o seu portfólio de produtos;
- relatórios de Gestão e detalhes contábeis e financeiros;

d. demais informações que possam ser úteis na compreensão do desafio estratégico.

2. Caracterização do ambiente contextual relacionado ao Óbice Estratégico definido para ser trabalhado e avaliado pelas Fases do Modelo de Análise Estratégica. Esse ambiente será composto por:

a. situações caracterizadas por informações noticiosas relacionadas com a Empresa e o seu ambiente concorrencial, encontradas na mídia tradicional. Essas informações poderão estar relacionadas com a economia, política de inovação, tendências tecnológicas, e de consumo, aquisições, captação de fundos de investimentos, lançamentos de novos produtos e demais informações que os componentes dos Grupos de Base considerarem importantes e relacionadas com o Óbice Estratégico definido para ser trabalhado e avaliado pelas Fases do Modelo de Análise Estratégica;

b. situações caracterizadas por informações noticiosas relacionadas com o setor industrial, encontradas nos órgãos governamentais e institutos de pesquisa. Essas informações poderão estar relacionadas com a economia, política de inovação, tendências tecnológicas, e de consumo, aquisições, captação de fundos de investimentos, lançamentos de novos produtos, leis específicas, lançamentos de fundos de investimentos e demais informações que os componentes dos Grupos de Base considerarem importantes e relacionadas com o Óbice Estratégico definido para ser trabalhado e avaliado pelas Fases do Modelo de Análise Estratégica;

c. situações caracterizadas por informações noticiosas relacionadas com o setor industrial, encontradas nas entidades de classe e institutos privados de pesquisa. Essas informações poderão estar relacionadas com a economia, política de inovação, tendências tecnológicas, e de consumo, aquisições, captação de fundos de investimentos, lançamentos de novos produtos, leis específicas, lançamentos de fundos de investimentos e demais informações que os componentes dos Grupos de Base considerarem importantes e relacionadas com o Óbice Estratégico definido para ser trabalhado e avaliado pelas Fases do Modelo de Análise Estratégica.

2.12 12ª Atividade: Os relatores apresentarão as conclusões sobre o Óbice Estratégico

Os relatores, com auxílio dos demais componentes dos Grupos de Base, usando técnicas de pensamento visual, deverão expor os resultados e achados da Análise Estratégica realizada e a correspondente proposição da Estratégia de Ação a ser implantada.

Os relatores definirão o esquema visual geral que irá representar os resultados e achados dos trabalhos realizados pelo Grupo de Base. Todos deverão participar dessa atividade, auxiliando o relator na construção do esquema visual. Nesse momento, os porta-vozes devem estar sempre em sintonia com o professor na busca por sugestões e *feedback* sobre a clareza e objetividade do esquema visual.

Os porta-vozes dos Grupos de Base devem conversar internamente com seus colegas visando levantar possíveis dúvidas, depois devem entrar em contato com o professor para solucioná-las e, por fim, retornar ao grupo e esclarecer a todos o que conversou com o professor.

O mediador deverá ter um papel importante para mobilizar e conduzir os trabalhos do seu Grupo de Base, dentro do prazo definido, a construir um esquema visual que represente as ideias sobre a resposta à questão orientadora feita para o Setor em análise.

A Figura 26 ilustra sobre o relato dos achados pelos Grupos de Base, referente à 12ª atividade a ser realizada.

2.13 13ª Atividade: O professor fará uma explanação final acerca de todos os assuntos tratados e de todas as atividades realizadas pelos estudantes

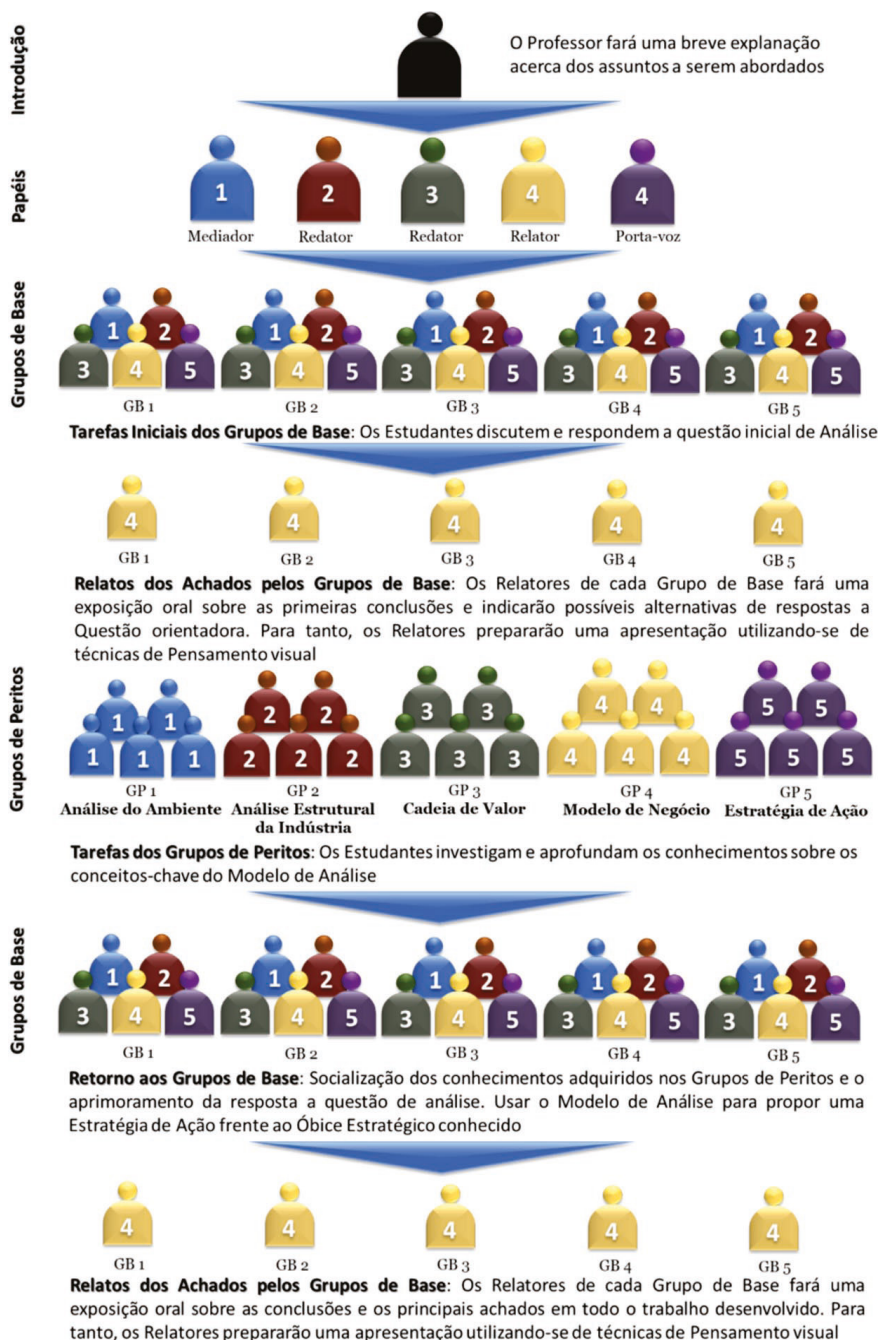
Nessa atividade, conforme a Figura 27, o professor, diante de toda a turma, irá expor as suas impressões sobre a qualidade do trabalho de todos os Grupos de Base e de Peritos. Além dessa avaliação sobre a qualidade, o professor deve comentar sobre os aspectos pertinentes sobre os trabalhos dos grupos, o compromisso e participação dos componentes e o quanto os resultados apresentados foram significativos.

O professor deve apresentar sua opinião sobre os resultados alcançados e o comportamento, não só a partir de seu ponto de vista, mas também dos estudantes, em relação à condução de suas tarefas individuais e coletivas, em prol do alcance dos objetivos e da contribuição, para que a cooperação conduza a aprendizagem e essa aprendizagem promova a cooperação.

Além disso, será concedida a palavra aos porta-vozes para que todos expressem suas dúvidas e/ou incompreensões ainda restantes, que serão esclarecidas pelo professor, a fim de encerrar essa etapa do processo de ensino-aprendizagem. Ao mesmo tempo, irá explicar as atividades restantes e o que cada componente dos Grupos de Base deverão ainda fazer para fechar o processo de ensino-aprendizagem.

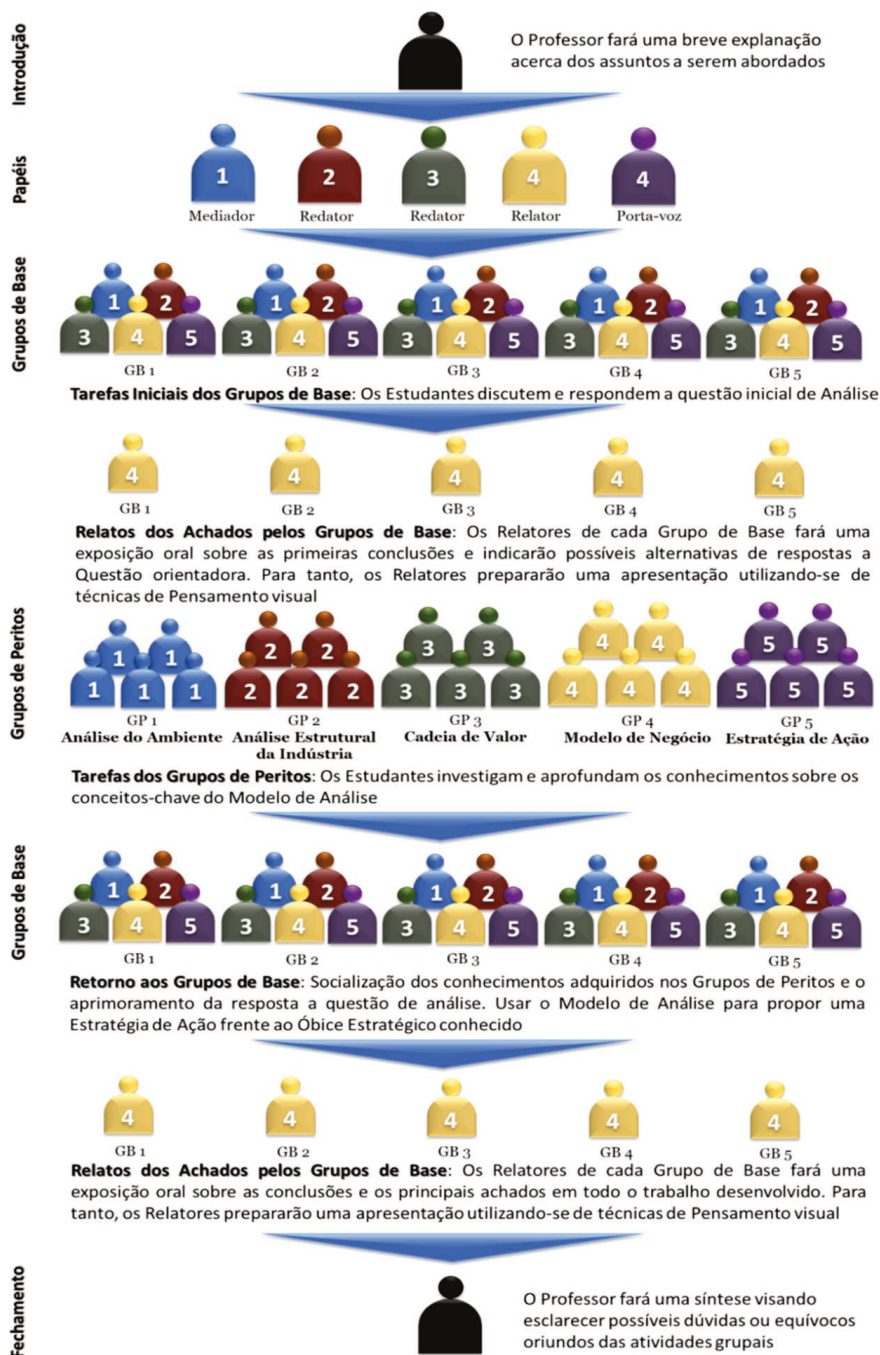
O mediador deverá coordenar os demais colegas para realizarem suas tarefas individuais e coletivas e cumprirem os prazos estabelecidos para a respectiva atividade.

Figura 26 - Relato dos achados pelos Grupos de Base



Fonte: Fatareli *et al.*, 2010.

Figura 27 - Encerramento da Análise Estratégica



Fonte: Fatareli *et al.*, 2010.

2.14 14ª Atividade: Processamento grupal realizado pelos estudantes

O Processamento Grupal terá dois momentos. O primeiro consiste na avaliação interna de cada Grupo de Base sobre o trabalho desenvolvido, revelando as impressões de cada componente, a partir de seu ponto de vista. Nesse contexto de Processamento Grupal, é conduzida uma reflexão sobre como o trabalho foi realizado e quais aspectos deverão ser avaliados e discutidos, a fim de fortalecer o Aprendizado Cooperativo de todos que participaram dos Grupos de Base. Para tanto, propomos a seguinte avaliação (Jonhson; Jonhson; Holubec, 1999, p. 61):

1. O professor solicitará que cada Grupo de Base que se concentre em um membro por vez. Os outros membros mencionam uma coisa que essa pessoa fez que o ajudou a aprender ou a trabalhar juntos de forma eficaz. O centro das atenções é girado até que todos os membros recebam *feedback*;
2. Peça aos membros do Grupo de Base que escrevam um comentário positivo sobre a participação de cada um dos outros componentes do seu Grupo de Base. Os estudantes então trocam seus cartões para que cada um tenha um *feedback* positivo por escrito feito por seus colegas;
3. Peça aos membros que completem um dos seguintes comentários sobre práticas sociais manifestadas por cada um deles:
 - a. Eu gostei que você tem.....;
 - b. Gostei de quanto você.....;
 - c. Eu admiro sua habilidade de.....;
 - d. Eu realmente gosto que você.....;
 - e. Você realmente ajudou o grupo quando.....;

Os estudantes poderão transmitir esses comentários por escrito ou oralmente. Quando o fizerem face a face, deverão lembrar de dizer o nome do parceiro que eles estão avaliando e olhar em seus olhos. O estudante que receberá o comentário positivo deverá olhar para o outro e não dizer nada, ou apenas dizer “obrigado”. O *feedback* positivo deverá ser expresso de forma clara e direta, e não rejeitado ou negado.

4. Indique a cada Grupo de Base para fazer uma síntese do seu Processamento Grupal e mantê-lo guardado. Isso ajuda o professor a estar ciente do funcionamento de cada Grupo de Base de Aprendizagem;
5. Indique a cada Grupo de Base para criar um mapa mental que represente os fatores determinantes do sucesso do Grupo de Base.

O segundo momento é individual e, assim, cada estudante fará um Processamento Grupal, a fim de discutir todo o processo de trabalho. Dentro dessa atividade, os estudantes deverão responder a um Questionário²⁰, composto por cinco questões abertas que objetivam entender o que deu certo e errado durante os trabalhos nos Grupos de Peritos e de Base. Nesse momento, é importante que as respostas sejam as mais verdadeiras possíveis, haja vista que são fundamentais para refletir sobre o trabalho realizado e as potencialidades de melhorias a serem introduzidas.

Ainda como parte do Questionário, faz-se necessário responder a 15 perguntas fechadas, com escala Likert, variando entre o Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF). A parte com as perguntas fechadas será anônima, de modo a auxiliar na fidelidade das respostas e na garantia de que os respondentes não serão identificados.

Outra ação que deverá ser realizada é a elaboração de uma redação, de gênero dissertativo²¹, na qual o estudante deverá explicar, com base em exemplos, o conhecimento adquirido em todo o processo de Análise Estratégica. Nessa redação dissertativa, o estudante deverá, obrigatoriamente, articular os conhecimentos adquiridos na Análise Estratégica com as competências (conhecimento, habilidade e atitudes) de sua formação profissional, dando especial destaque às questões técnicas e comportamentais ambicionadas por ele para se tornar um(a) engenheiro(a), de modo que possa contribuir com o sucesso de alguma organização na busca por sua vantagem competitiva sustentável.

É importante que a redação dissertativa não exceda duas páginas no formato A4. Para essa redação, o estudante deverá utilizar todos os conhecimentos adquiridos nos seus trabalhos nos Grupos de Peritos e de Base. É necessário, ainda, atentar para a elaboração de um texto coeso e coerente e que atenda, de forma consistente, as diretrizes estabelecidas na 18ª nota de rodapé deste capítulo.

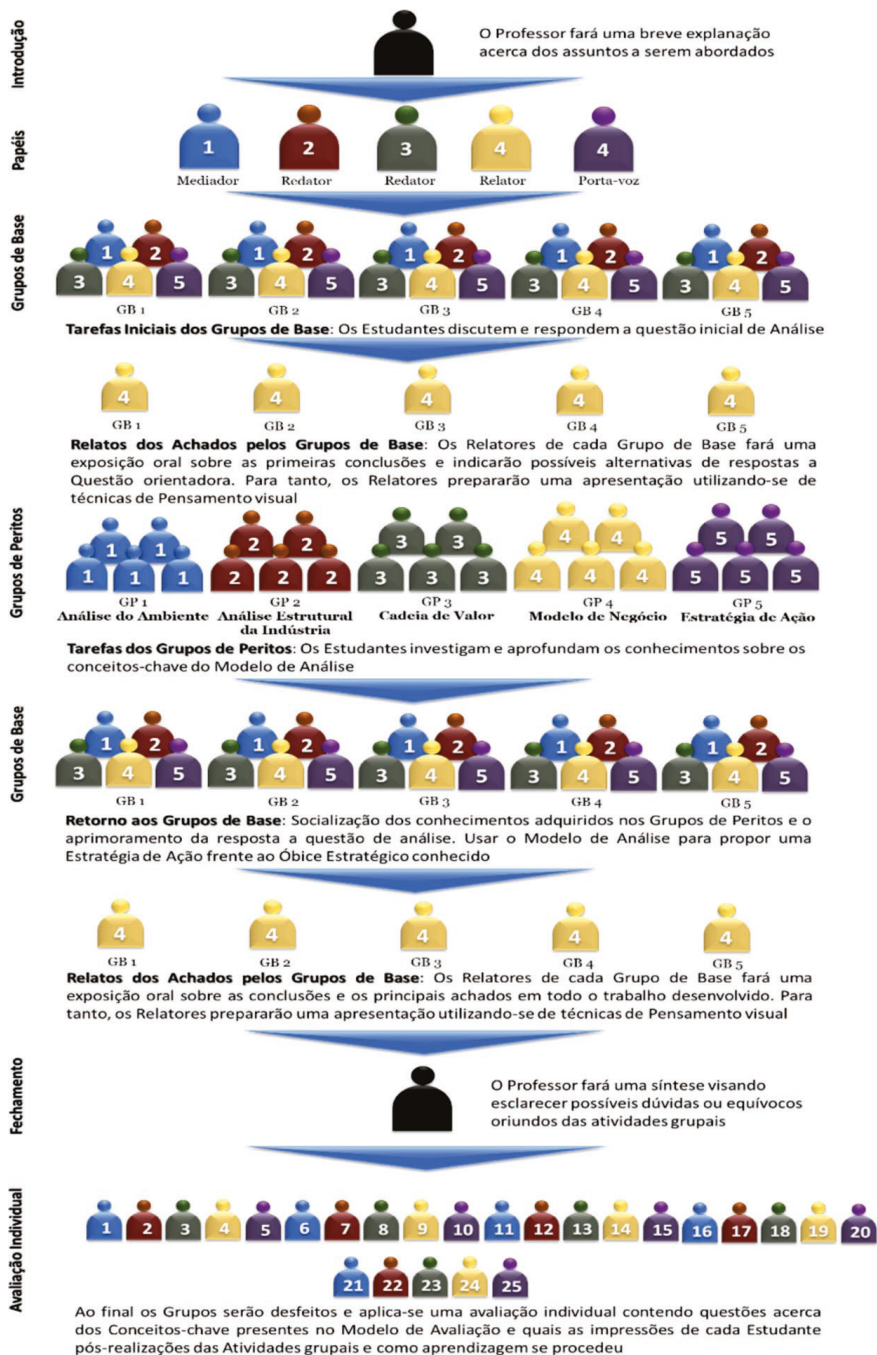
A Figura 28 sintetiza todo o processo de trabalho (da 1ª à 14ª atividade), proporcionando uma visão geral e global da prática pedagógica realizada.

Depois dessas 14 atividades, a Aprendizagem Cooperativa, conduzida à luz da estratégia Jigsaw, estará completa. Com isso, o propósito do Processo de Ensino-Aprendizagem será finalizado, com expectativa de que todas as etapas e todo o processo tenham ocorrido com sucesso.

²⁰ Adaptado de Fatarelli *et al.* (2010, p. 161-168), e de Eilks (2005, p. 316).

²¹ A redação dissertativa deverá seguir as boas práticas que envolvem a construção desse gênero textual. Serão utilizados os seguintes critérios para avaliação das redações: 1) identificar se existe uma proposta clara; 2) verificar desenvolvimento coerente com a proposta apresentada; e 3) identificar uma conclusão consistente e que esteja de acordo com a proposta e o desenvolvimento indicados.

Figura 28 - Avaliação Individual sobre o Modelo de Análise Estratégica



Fonte: Fatareli *et al.*, 2010.

3. Processo de trabalho cooperativo da Análise Estratégica de um setor econômico

O processo de trabalho será dividido em quatro aulas, de modo que cada uma será orientada por um propósito específico, conforme ilustrado na Figura 29. Na 1ª aula, o trabalho será iniciado com a formação dos Grupos de Base e o respectivo sorteio dos Temas Estratégicos. Após os grupos se constituírem e assumirem os papéis dentro do Grupo de Base, o professor apresentará os fundamentos do Modelo de Análise Estratégica que irá auxiliá-los no trabalho de Avaliação Estratégica sobre o setor econômico em análise.

Figura 29 - Dinâmicas das Atividades Cooperativas



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse contexto, os prazos a serem atribuídos às atividades são os seguintes, conforme a Tabela 7:

Tabela 7 - Prazos atribuídos às atividades da 1ª Aula

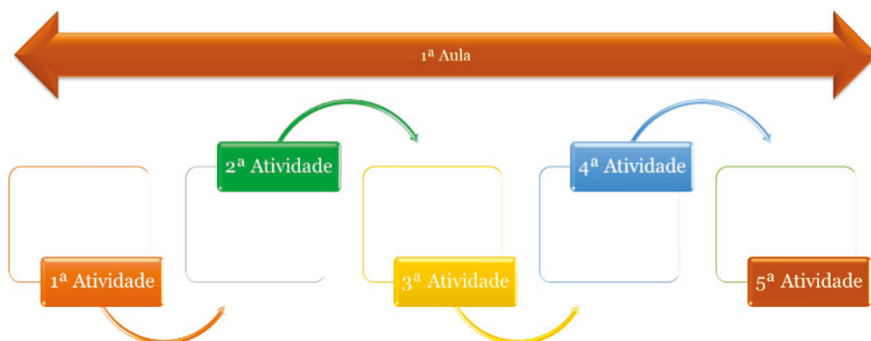
Atividades	Prazos Atribuídos
1ª Atividade	35 minutos
2ª Atividade	10 minutos
3ª Atividade	10 minutos
4ª Atividade	35 minutos
5ª Atividade	15 minutos
Total	105 minutos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse 1º Dia (Figura 30) as seguintes Atividades serão realizadas:

- 1ª Atividade: O professor fará uma explanação acerca dos assuntos e de todas as atividades a serem desenvolvidas pelos estudantes.
- 2ª Atividade: A montagem dos Grupos de Base e as definições dos papéis dentro dos Grupos.
- 3ª Atividade: Sorteio dos Projetos e exposição dos Problemas envolvidos com os referidos Setores/Empresas.
- 4ª Atividade: Exposição do Modelo de Análise Estratégica e as Especialidades que compõem o referido Modelo de Análise Estratégica.
- 5ª Atividade: Os estudantes definem em qual Especialidade irão atuar.

Figura 30 - Atividades da 1ª Aula



Fonte: Elaborado pelos autores.

No intervalo entre a 1ª e a 2ª aula (Figura 31), os estudantes, agrupados nos Grupos de Base, deverão desenvolver uma pesquisa coletiva sobre as características do setor econômico para compreendê-lo, com mais detalhes, e ampliar a sua visão sobre as condicionalidades provenientes do Óbice Estratégico envolvido com o setor.

Figura 31 - Atividade do intervalo entre a 1ª e a 2ª aula



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na semana entre o 1º dia e o 2º dia, a seguinte atividade será realizada:

- 6ª Atividade: Os estudantes, nos seus Grupos de Base, explorarão dados e informações sobre o Setor/Empresa.

Os estudantes deverão utilizar mecanismos de compartilhamento de trabalho, online, a fim de poderem escolher os melhores horários e fontes de busca de informações que, para eles, sejam ideais. Cada Grupo de Base deverá acumular informações, para que, posteriormente, sejam processadas e gerem, por fim, conhecimento. Nesse sentido, é importante que os estudantes cumpram com sucesso essa etapa para assegurar o domínio de informações para a 2ª aula.

Durante essa atividade, cada componente do Grupo de Base deverá elaborar um resumo sobre todas as pesquisas e análises feitas. Essa síntese irá auxiliar os estudantes na reflexão sobre os conhecimentos obtidos e aqueles que devem ser guardados para posterior transferência para os demais componentes do Grupo de Base original. Nesse contexto, os prazos a serem atribuídos às atividades são os seguintes, conforme a Tabela 8:

Tabela 8 - Prazos atribuídos às atividades entre aulas

Atividades	Prazos Atribuídos
6ª atividade	10 horas
Total	10 horas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na 2ª aula, Figura 32, o trabalho será iniciado com os estudantes organizados em seus Grupos de Base originais, refletindo sobre as pesquisas feitas durante a última semana, de modo a confirmar o Óbice Estratégico e avaliar as alternativas para responder à questão orientadora proposta. Outra atividade, após a definição dos peritos, será estudar e se aprofundar nos conhecimentos sobre as especialidades presentes no Modelo de Análise. Os estudantes, agrupados em seus Grupos de Base originais, refletirão sobre as pesquisas feitas durante a última semana, de modo a confirmar o Óbice Estratégico e avaliar as alternativas para responder à questão orientadora proposta.

Figura 32 - Atividades da 2ª aula



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse 2º dia as seguintes atividades serão realizadas:

- 7ª Atividade: Os estudantes, sob o comando do mediador, desenvolverão uma discussão articulada e uma reflexão sobre o Problema do Setor/Empresa a ser avaliado e, ao término, deverão propor uma estratégia a ser implementada.
- 8ª Atividade: Os relatores apresentarão as primeiras conclusões sobre o Problema do Setor/Empresa.
- 9ª Atividade: Os estudantes se reagruparão em Grupos de Peritos em função das Especialidades.

Com o término de todo o trabalho de análise e reflexão no Grupo de Base, os relatores de cada Grupo de Base apresentarão as conclusões do trabalho realizado. Após essa atividade, os estudantes se reagruparão no Grupos de Peritos para explorar as especialidades presentes no Modelo de Análise Estratégica. Nesse contexto, os prazos a serem atribuídos às atividades são os seguintes, conforme a Tabela 9:

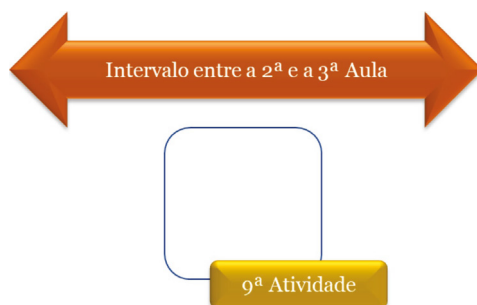
Tabela 9 - Prazos atribuídos às atividades da 2ª aula

Atividades	Prazos Atribuídos
6ª Atividade	20 minutos
7ª Atividade	115 minutos
8ª Atividade	30 minutos (15 minutos para cada grupo)
9ª Atividade	60 minutos
Total	225 minutos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante o intervalo entre a 2ª e a 3ª aula (Figura 33), os estudantes, agrupados nos Grupos de Peritos, deverão desenvolver uma pesquisa coletiva nas especialidades com as quais cada estudante estará envolvido, a fim de obter conhecimentos que auxiliem na proposição de uma Estratégia que vise resolver os problemas oriundos do Óbice Estratégico envolvido com o setor econômico.

Figura 33 - Atividade do intervalo entre a 2ª e a 3ª aula



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nessa semana entre o 2º dia e o 3º dia, a seguinte atividade será realizada:

- 9ª Atividade: Os estudantes se reagruparão em Grupos de Peritos em função das Especialidades.

Os estudantes deverão utilizar mecanismos de compartilhamento de trabalho, online, a fim de poderem escolher os melhores horários e fontes de busca de informações que, para eles, sejam as melhores fontes possíveis. Cada Grupo de Perito deverá acumular informações, para que, posteriormente, sejam processadas e gerem, por fim, conhecimento. Nesse sentido, é importante que os estudantes cumpram com sucesso essa etapa para assegurar o domínio de informações na 2ª aula.

Durante essa atividade, cada perito deverá construir um resumo sobre todas as pesquisas e análises feitas. Esse resumo auxiliará na reflexão sobre os conhecimentos obtidos e aqueles que devem ser guardados para posterior transferência para os demais componentes do Grupo de Base original. Nesse contexto, de acordo com a Tabela 10, os prazos a serem atribuídos às atividades são os seguintes:

Tabela 10 - Prazos atribuídos às atividades da 3ª aula

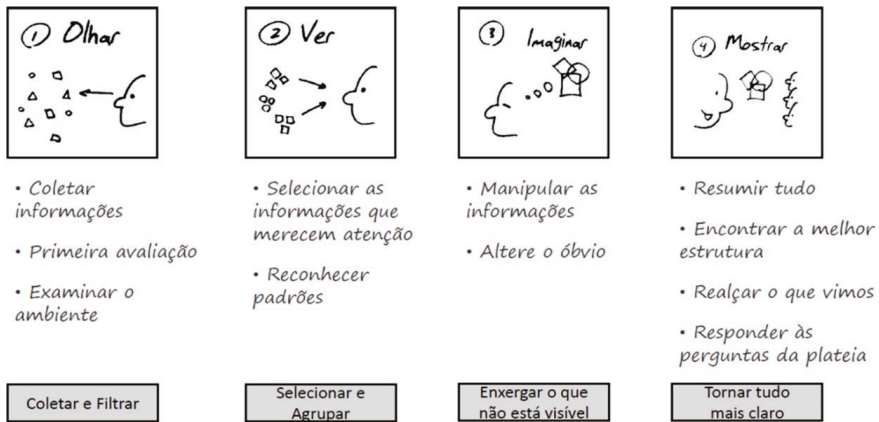
Atividades	Prazos Atribuídos
9ª atividade	08 horas
Pensamento Visual	02 horas
Total	10 horas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante as pesquisas, conforme a Figura 34, os peritos que estão no papel de relator de seu Grupo de Base de origem devem investigar sobre como desenvolver apresentações com o foco no Pensamento Visual (Roam, 2012). Nesse sentido, deverão privilegiar técnicas que visem à informação e comunicação por meio de uma estratégia visual de comunicação.

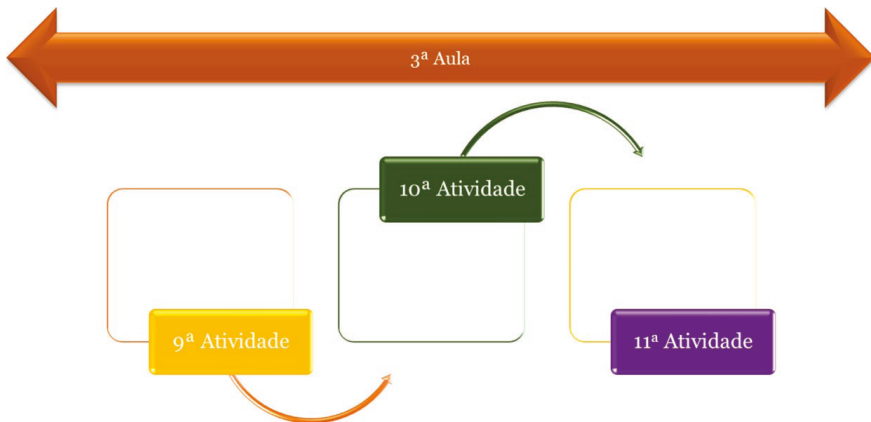
Na 3ª aula (Figura 35), o trabalho será iniciado a partir da formação dos Grupos de Peritos, que discutirão e refletirão sobre as informações que foram acumuladas e o respectivo domínio de conhecimento sobre a especialidade de cada Grupo de Perito.

Figura 34 - Etapas do Pensamento Visual



Fonte: Roam, 2012.

Figura 35 - Atividades da 3ª Aula



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse 3º dia, as seguintes atividades serão realizadas:

- 10ª Atividade: Os estudantes se reagruparão em Grupos de Base para resolverem os óbices provocados pelo Problema do Setor/Empresa.
- 11ª Atividade: Os estudantes, em Grupos de Base, continuarão suas pesquisas, análises e reflexões sobre os Óbices Estratégicos e seus reflexos sobre a competitividade da empresa em análise.

Em seguida, os estudantes deverão se reagrupar em seus Grupos de Base de origem, para aplicar o Modelo de Análise, a fim de propor a Estratégia de Ação. Nesse contexto, os prazos a serem atribuídos às atividades são os seguintes, conforme a Tabela 11:

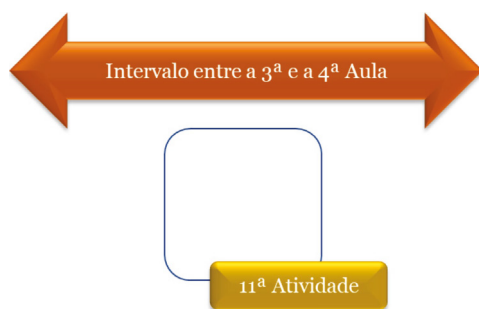
Tabela 11 - Prazos atribuídos às atividades da 3ª aula

Atividades	Prazos atribuídos
9ª Atividade	15 minutos
10ª Atividade	210 minutos
Total	225 minutos

Fonte: Elaborado pelos autores.

No intervalo entre a 3ª e a 4ª aula (Figura 36), os estudantes, agrupados nos Grupos de Base, deverão continuar as análises e discussões sobre os Óbices Estratégicos relacionados ao setor econômico, tendo como elemento de avaliação o Modelo de Análise Estratégica. Os Grupos de Base também buscarão conhecimentos sobre formas de apresentação utilizando os conceitos do Pensamento Visual.

Figura 36 - Atividade do intervalo entre a 3ª e a 4ª aula



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nessa semana entre o 3º dia e o 4º dia, a seguinte atividade será realizada:

- 11ª Atividade: Os estudantes, em Grupos de Base, continuarão suas pesquisas, análises e reflexões sobre os Óbices Estratégicos e seus reflexos sobre a competitividade da empresa em análise.

Nesse contexto, os prazos a serem atribuídos às atividades são os seguintes, conforme a Tabela 12:

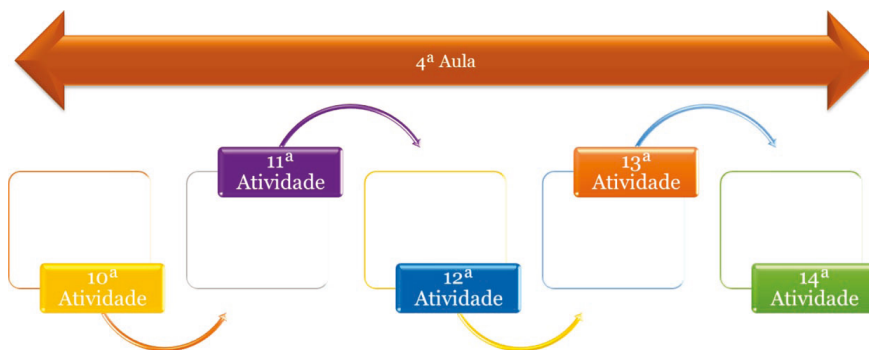
Tabela 12 - Prazos atribuídos às atividades entre aulas

Atividades	Prazos Atribuídos
11ª Atividade	08 horas
Pensamento Visual	02 horas
Total	10 horas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na 4ª aula, de acordo com a Figura 37, o trabalho será iniciado com a formação dos Grupos de Base, que continuarão suas análises e discussões sobre os Óbices Estratégicos relacionados ao setor econômico. Após a finalização das análises e reflexões, os relatores de cada Grupo de Base apresentarão as conclusões do trabalho realizado.

Figura 37 - Atividades da 4ª aula



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse 4º dia as seguintes atividades serão realizadas:

- 11ª Atividade: Os estudantes, em Grupos de Base, continuarão suas pesquisas, análises e reflexões sobre os Óbices Estratégicos e seus reflexos sobre a competitividade da empresa em análise.
- 10ª Atividade: Os estudantes se reagruparão em Grupos de Base para resolverem os óbices provocados pelo Problema do Setor/Empresa.
- 12ª Atividade: Os relatores apresentarão as conclusões sobre o Problema do Setor/Empresa.
- 13ª Atividade: O professor fará uma explanação final acerca de todos os assuntos tratados e de todas as atividades realizadas pelos estudantes.
- 14ª Atividade: Processamento grupal realizado pelos estudantes.

Em seguida, o professor fará uma discussão final e procurará sanar dúvidas ainda existentes. Por fim, será realizada uma Avaliação Individual, para encerramento do trabalho. Nesse contexto, os prazos a serem atribuídos às atividades são os seguintes, conforme a Tabela 13:

Tabela 13 - Prazos atribuídos às atividades da 4ª aula

Atividades	Prazos Atribuídos
10ª Atividade	15 minutos
11ª Atividade	140 minutos
12ª Atividade	30 minutos (15 minutos para cada Grupo)
13ª Atividade	25 minutos
14ª Atividade	15 minutos
Total	225 minutos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com isso, o processo de trabalho é concluído, considerando que, a partir dessas estratégias de ensino-aprendizagem, os estudantes obtenham conhecimentos necessários para auxiliá-los na resolução de problemas ocasionados pelo Óbice Estratégico envolvido com o setor econômico.

Considerações finais

A aplicação do método Jigsaw em atividades de Aprendizagem Cooperativa, à luz das proposições de Pujolàs e Lago (2011), com o objetivo de desenvolver um Modelo de Análise Estratégica, oferece uma abordagem eficaz para promover o aprendizado colaborativo e a construção conjunta de estratégias. Conforme demonstramos, o método Jigsaw promove a colaboração, a comunicação eficaz e a troca de conhecimento entre os membros dos grupos, dividindo a tarefa de análise estratégica em partes gerenciáveis, tal como observamos ao longo deste capítulo. Isso não apenas facilita a compreensão do conteúdo, como também estimula o aprendizado entre pares e promove o desenvolvimento de atividades colaborativas.

Além de estimular esse aprendizado colaborativo, o método Jigsaw também permite o desenvolvimento de habilidades sociais essenciais, as chamadas *soft skills*. Os alunos praticam a escuta ativa, a retórica, a resolução de conflitos e a cooperação, competências fundamentais não apenas na sala de aula, mas também no ambiente de trabalho e na vida cotidiana. Por ser uma abordagem ativa de aprendizagem, essa estratégia insere os alunos no centro do processo, tornando-os coautores de seu próprio conhecimento, o que deixa a aprendizagem mais envolvente, significativa e cooperativa.

Com a criação dos grupos e realização das atividades propostas para os Grupos de Base e Grupos de Peritos, os estudantes são expostos a diferentes pontos de vista. A partir da interação com diferentes grupos, eles têm a possibilidade de analisar, em conjunto, as especificidades de um determinado problema, refletindo sobre as pesquisas realizadas e demais informações, para, então, confirmar o Óbice Estratégico e avaliar as alternativas para responder à questão orientadora proposta. Nesse sentido, constata-se que essa abordagem possibilita uma visão mais abrangente e, em função de seu caráter cooperativo, permite o desdobramento de soluções mais criativas.

Além disso, o Modelo de Análise Estratégica, desenvolvido à luz do método Jigsaw, capacita os alunos a aplicarem habilidades analíticas e estratégicas no universo corporativo, principalmente quando trabalhamos com características, prazos e problemas de empresas reais. Certamente, esse é um conhecimento valioso tanto para estudantes que ingressarão em organizações como para aqueles que futuramente serão empreendedores.

Por fim, a implementação bem-sucedida do método Jigsaw depende da estrutura da atividade, da orientação do professor e do ambiente da sala de aula, que deve considerar, sobretudo, o sucesso do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma,

um planejamento cuidadoso e recursos adequados são fundamentais para garantir a eficácia dessa abordagem educacional.

Referências

BARNEY, Jay B.; HESTERLY, William S. **Administração Estratégica e Vantagem Competitiva**. Trad. Regina Macedo, revisão técnica Adalberto Fischmann. 5. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2017.

EILKS, I. Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemical lessons. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 2, p. 313-319, 2005.

FARIAS FILHO, José Rodrigues de. **Avaliação Estratégica de Negócios**. Versão Completa. Niterói: UFF/TEP, 2014.

FARIAS FILHO, José Rodrigues de. **Oficina de Estratégia sobre Administração Estratégica**. Niterói: UFF/TEP, 2019.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A. F.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem *jigsaw* no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

HAX, Arnaldo C. **The Delta Model: Reinventing Your Business Strategy**. Springer, 2009.

HILL, Terry. **Operations Management**. Houndmills, Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2005.

HITT, Michael A.; IRELAND, R. Duane; HOSKISSON, Robert E. **Administração Estratégica**. Trad. All Tasks. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

JOHNSON, David W.; JOHNSON, Roger T.; HOLUBEC, Edythe J. **Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela**. Virginia: Aique, 1999.

JOHNSON, Gerry; SCHOLLES, Kevan; WHITTINGTON, Richard. **Explorando a Estratégia Corporativa: Texto e Casos**. 4. ed. Trad. Luciana de Oliveira e José Edson Lara. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KIM, W. Chan; MAUBORGNE, Renée. **A Estratégia do Oceano Azul: como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante**. Tradução: Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

MASSI, Luciana; CERRUTTI, Bianca Machado; QUEIROZ, Salete Linhares. Metodologia de Ensino Jigsaw em Disciplina de Química Medicinal. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 6, p. 897-904, 2013.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2010.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves; BERNARDA, Greg; SMITH, Alan. **Value Proposition Design: como construir propostas de valor inovadoras**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2014.

PORTER, Michael E. **Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Trad. Elizabeth Maria de Pinho Braga. 3. ed. Rio de Janeiro: Campos, 1989.

PORTER, Michael E. **The Five Competitive Forces that Shape Strategy?** Harvard Business Review, 2008.

PUJOLÀS, Pere; LAGO, José Ramón *et al.* **El Programa CA/AC (“Cooperar Para Aprender /Aprender A Cooperar”) Para Enseñar a Aprender en equipo: Implementación Del Aprendizaje Cooperativo En El Aula**. Universidad De Vic. 2011.

ROAM, Dan. **Desenhando negócios: Como desenvolver ideias com o pensamento visual e vencer nos negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SLACK, Nigel; LEWIS, Michael. **Operating Strategy**. Upper Saddle River. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2001.



PROJETO DE CURSO DE ENGENHARIA COM FOCO NAS COMPETÊNCIAS DO EGRESSO

Patrícia Lizi de Oliveira Maggi¹

Olívia Alves Gomes Pessoa²

1. O que é um projeto de curso por competências?

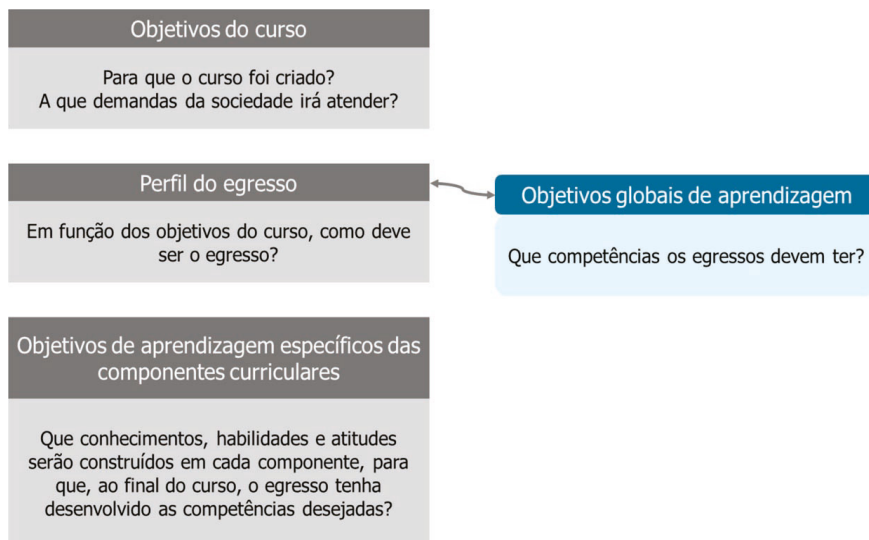
Para definir o que é um projeto de curso por competências é preciso entender, primeiramente, que se trata de um **projeto**, portanto, terá mais chances de sucesso se todas as suas partes estiverem integradas. A soma dos melhores resultados individuais não é, necessariamente, o melhor resultado para o todo. Logo, projetar um curso é muito mais que elaborar um conjunto de disciplinas isoladas e agrupadas em séries. É preciso ter uma visão global de onde se quer chegar e dos meios que serão utilizados para isso, ou seja, é preciso ter clareza dos objetivos que se pretendem atingir e dos métodos adotados para alcançá-los.

Este capítulo irá abordar quatro etapas da elaboração de um projeto de curso por competências, com exemplos voltados para os cursos de engenharia: definição das competências do egresso; elaboração e distribuição das atividades de aprendizagem; detalhamento dos componentes curriculares; e avaliação do aprendizado. Para tanto, serão adotados alguns conceitos, conforme a Figura 1.

¹ Universidade Positivo.

² Universidade Positivo.

Figura 1 - Objetivos do curso, perfil do egresso, objetivos globais de aprendizagem, competências e objetivos específicos de aprendizagem



Fonte: Elaborado pelas autoras.

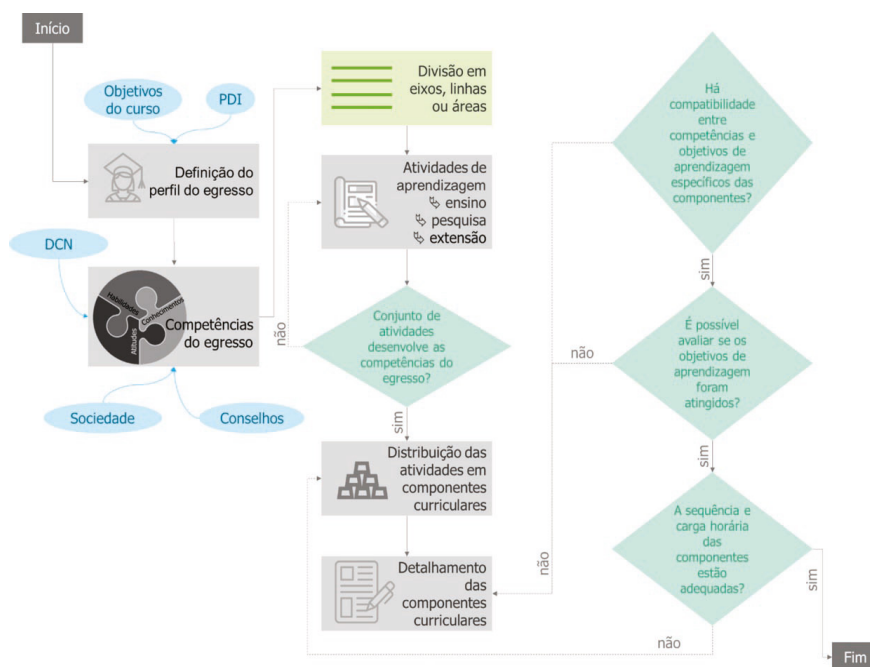
Conforme ilustrado na Figura 1, é a partir dos objetivos do curso que se estabelecem o perfil do egresso e os objetivos globais de aprendizagem que irão compor esse perfil. O conceito de objetivos globais de aprendizagem, discutido por Bloom (1956), refere-se aos objetivos que serão construídos ao longo de anos, ou seja, ao longo do curso. Quando se pretende elaborar um projeto de curso por competências, os objetivos globais de aprendizagem devem estar declarados na forma de competências do egresso. Bloom (1956) também discute objetivos de aprendizagem específicos, intermediários, que nesse caso podem estar associados aos componentes curriculares e que podem ser atingidos em semanas ou meses, ajudando a construir, ao longo do tempo, os objetivos globais de aprendizagem.

Cuidado! É possível entender, de forma equivocada, que para construir um projeto de curso por competência é suficiente listar os objetivos de aprendizagem na forma de competências. Essa é uma etapa fundamental, mas não suficiente. Existem mais três etapas, indispensáveis, que são: definição dos métodos que serão adotados para que os objetivos globais de aprendizagem sejam atingidos, ou seja, para que as competências do egresso sejam construídas; distribuição dessas atividades ao longo do tempo, relacionando-as com objetivos de aprendizagem intermediários, específi-

cos dos componentes curriculares; e avaliação dos resultados, verificando se os objetivos de aprendizagem realmente foram atingidos e prevendo alterações em qualquer etapa do processo, quando necessário.

Resumidamente, pode-se dizer que um projeto de curso por competências estabelece seus objetivos globais de aprendizagem na forma de competências do egresso e determina meios efetivos de construção e de verificação dessas competências. Na Figura 2 é apresentado um fluxograma resumido do processo de organização curricular de um projeto de curso por competências.

Figura 2 - Fluxograma para organização curricular de curso por competências

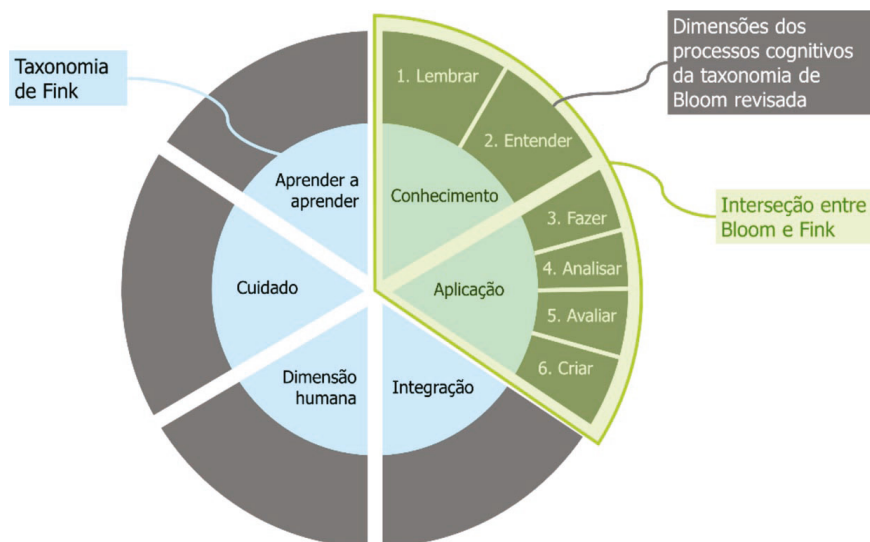


Fonte: Adaptado de PDI da Universidade Positivo (2023).

De acordo com o fluxograma da Figura 2, a definição do perfil do egresso deve ser feita a partir dos objetivos do curso e das diretrizes do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), podendo, a depender do tipo de instituição ou de curso, levar em conta outros fatores e diretrizes internos ou externos. Entendido o perfil geral do egresso, é possível detalhar as competências que ele deverá desenvolver ao longo

do curso. A partir dessas competências devem ser projetadas as atividades de aprendizagem, englobando, de forma integrada, atividades de ensino, de pesquisa e de extensão. Para facilitar a etapa de desenho das atividades de aprendizagem, é possível dividir as competências em eixos, áreas ou linhas. Antes de seguir para o desenho da matriz curricular, é importante realizar uma etapa de verificação na qual são comparadas as atividades e as competências. Nesse caso, além da experiência dos professores que estão participando do processo, é possível utilizar as taxonomias que classificam dimensões de objetivos de aprendizagem e verificar se há compatibilidade com as atividades propostas. Tendo em vista a objetividade da taxonomia de Bloom para o domínio cognitivo, revisada por Anderson *et al.* (2001), e a clareza da taxonomia de Fink (2003), que extrapola o domínio cognitivo, é possível associá-las, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Associação das taxonomias de Bloom revisada (Anderson *et al.*, 2021) e de Fink(2003)



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Nessa perspectiva, realizada a verificação da compatibilidade entre competências e atividades, segue-se para a etapa seguinte, que trata da distribuição dessas atividades nos componentes curriculares. Esse conjunto de componentes constitui a

matriz curricular. Componentes curriculares devem ser entendidos de forma ampla, como espaço de tempo no qual serão desenvolvidas experiências de aprendizagem que irão construir e avaliar objetivos específicos de aprendizagem que, acumulados ao longo do curso, irão desenvolver as competências do egresso.

Depois de definidos todos os componentes curriculares, vem a etapa de detalhamento delas, contendo: objetivos específicos, metodologia, instrumentos e critérios de avaliação e bibliografia. Antes de terminar o processo são feitas ainda três verificações: se o conjunto de objetivos específicos são suficientes para a construção dos objetivos globais de aprendizagem; se é possível avaliar se os alunos atingiram os objetivos de cada componente e, ao final do curso, as competências do egresso; e se a sequência das componentes e suas cargas horárias estão adequadas.

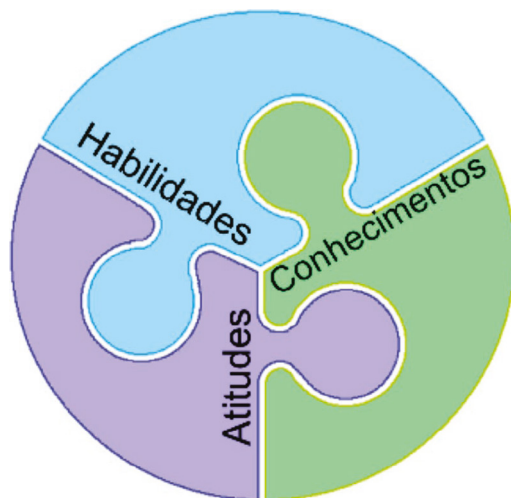
2. Definição e redação de competências do egresso

Ao se elaborar uma lista de competências é preciso estabelecer sua definição no contexto educacional, ou seja, competência como objetivo de aprendizagem, e escolher uma forma de redigir as competências do egresso de um determinado curso de graduação.

2.2 Definição de competência no contexto educacional

É possível encontrar diversas definições de competência na bibliografia educacional. De acordo com Zabala e Arnau (2014), pode-se entender competência como “intervenção eficaz nos diferentes âmbitos da vida, mediante ações nas quais se mobilizam, ao mesmo tempo e de maneira inter-relacionada, componentes atitudinais, procedimentais e conceituais”. Essa definição corrobora a de Scallon (2015), que define competência como um “saber agir” ou como a capacidade de “mobilizar seus saberes, saber-fazer e saber ser ou outros recursos”. De forma gráfica, é possível entender competência como a junção de conhecimentos, habilidades e atitudes, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Representação de competência, no contexto educacional



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Figura 4 é apenas uma ilustração do conceito de competência como associação entre conhecimentos, habilidades e atitudes, mas é importante ressaltar que as três dimensões de uma competência não aparecem, sempre, em proporções iguais. Existem competências nas quais o fator atitudinal se destaca em relação aos outros dois, bem como há competências nas quais as habilidades parecem prevalecer. A proporção, não mensurável, entre as habilidades, os conhecimentos e as atitudes das competências, pode variar em infinitas combinações. Em função desse peso maior de um ou outro elemento de uma competência é comum encontrar uma separação entre competências comportamentais e competências técnicas. As competências comportamentais, em geral, trazem um peso maior de atitudes e de habilidades, enquanto as competências técnicas têm maior ênfase nas habilidades e nos conhecimentos, sem negligenciar as atitudes associadas a elas.

1.1 Taxonomias dos objetivos de aprendizagem

A taxonomia de Bloom, revisada por Anderson *et al.* (2001), apresenta duas categorias de dimensões cognitivas dos objetivos de aprendizagem:

- Dimensões dos processos cognitivos, apresentadas na figura 3.
- Dimensões dos conhecimentos.

A *Iowa State University* organizou a relação entre essas duas categorias de dimensões, conforme reproduzido no Quadro 1, que pode ser usada para reconhecer as habilidades de dimensões cognitivas mais elevadas e para selecionar os verbos que irão descrever os objetivos de aprendizagem. Um projeto de curso de engenharia com foco em competências do egresso deve buscar desenvolver habilidades mais complexas, associando-as aos conhecimentos de cada habilitação e às atitudes necessárias para o exercício profissional.

Quadro 1 - Verbos classificados nas dimensões do conhecimento e dos processos cognitivos, de acordo com a taxonomia de Bloom, revisada por Anderson *et al.* (2001), disponíveis na página da *Iowa State University*

Os verbos representam objetivos de aprendizagem, não atividades de aprendizagem. Pensar da seguinte forma: Ao final do curso (no caso de objetivos globais) ou ao final da componente curricular (no caso de objetivos específicos), os estudantes serão capazes de...		Dimensões do conhecimento			
		Factual	Conceptual	Processual	Metacognitivo
Dimensões dos processos cognitivos	Lembrar	Listar	Reconhecer	Recordar	Identificar
	Entender	Resumir	Classificar	Esclarecer	Prever
	Aplicar	Responder	Providenciar	Executar	Usar
	Analisar	Selecionar	Diferenciar	Integrar	Desconstruir
	Avaliar	Selecionar	Determinar	Julgar	Refletir
	Criar	Generalizar	Montar	Projetar	Criar

Fonte: Adaptado de *Iowa State University*.

Assim como o Quadro 1, o Quadro 2, que descreve e lista exemplos de verbos associados à taxonomia de Fink, pode ser usado como auxiliar na redação de competências.

Quadro 2 - Classificação de objetivos de aprendizagem
conforme a taxonomia de Fink

Dimensão	Descrição	Alguns verbos de objetivos de aprendizagem da dimensão
Conhecimentos básicos (conhecimento)	Entender e lembrar	Nomear Listar Descrever
Aplicação	Criticar, criar, pensar de forma prática, resolver problemas	Analisar Interpretar Aplicar
Integração	Realizar conexões entre ideias, assuntos e pessoas	Descrever Integrar
Dimensão humana	Entender e modificar a si mesmo, entender e interagir com outras pessoas	Refletir Avaliar Comunicar Interagir
Cuidado	Identificar e mudar sentimentos, interesses e valores	Interpretar Cuidar Atender
Aprender a aprender	Aprender como elaborar e responder questões, ganhando autonomia no aprendizado	Criticar Analisar Avaliar Pesquisar

Fonte: Adaptado de Fink (2003).

A taxonomia de Bloom considera um grau crescente entre as dimensões, de 1 até 6 para os processos cognitivos e de 1 a 4 nas dimensões do conhecimento. Já a taxonomia de Fink classifica os objetivos de aprendizagem sem estabelecer uma escala de complexidade.

2.1 Redação de competências do egresso

Não existe uma regra fixa de como deve ser redigida uma competência. Um formato que evidencia os três elementos de uma competência é apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Redação de um objetivo de aprendizagem na forma de competência

Verbo no infinitivo, referente à habilidade	objeto, referente à dimensão do conhecimento	complemento, referente às atitudes
---	--	------------------------------------

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Como exemplo, a seguir serão apresentadas algumas competências técnicas extraídas dos Projetos Pedagógicos de Curso de diferentes cursos de Engenharia da Universidade Positivo:

1. Projetar obras geotécnicas considerando critérios de segurança, otimizando recursos e minimizando impactos ambientais.
2. Planejar sistemas de transporte promovendo desenvolvimento socioeconômico e minimizando os impactos das interferências humanas sobre o meio ambiente.
3. Projetar elementos de infraestrutura de transportes seguindo critérios de segurança, buscando soluções sustentáveis, inovadoras e que atendam às necessidades dos usuários.
4. Elaborar estudos geológicos e geotécnicos visando aplicação em obras de engenharia.
5. Desenvolver estudos preliminares de projetos de barragens e de reservatórios ponderando os impactos sociais, econômicos e ambientais.
6. Projetar estruturas seguindo critérios de segurança, buscando soluções sustentáveis e que atendam às necessidades dos usuários.
7. Realizar a gestão da implantação de obras civis analisando e compreendendo as necessidades do usuário e seu contexto, seguindo critérios de segurança, ergonomia, economia e sustentabilidade ambiental.
8. Fazer a gestão de projetos de engenharia, liderando equipes com empatia e assertividade, e otimizando os recursos disponíveis, respeitando os princípios do desenvolvimento sustentável.
9. Implementar sistemas de automação na produção industrial, avaliando criticamente os resultados obtidos para aumento de controle e conectividade.
10. Projetar processos operacionais, observando sistemicamente contextos complexos para melhoria e eficiência de produtos, de serviços e de processos.
11. Dirigir processos operacionais realizando controle de forma ética e humanista, com visão sistêmica e exercendo liderança horizontalizada.
12. Desenvolver produtos mecânicos funcionais e sustentáveis, participando de processos colaborativos, buscando soluções inovadoras para produção industrial.

13. Projetar máquinas e dispositivos de sistemas fluido mecânicos e térmicos, com foco nas necessidades dos usuários e na sustentabilidade econômica, social e ambiental.

14. Projetar sistemas estruturais mecânicos, máquinas e elementos de máquinas, aplicando os fundamentos de mecânica clássica e simulações computacionais, considerando aspectos éticos, econômicos, ambientais, de usabilidade e de segurança.

15. Planejar cadeias de valor de produtos, serviços e processos, de forma sistêmica, analisando e avaliando estratégias produtivas com foco na sustentabilidade econômica, social e ambiental.

16. Projetar processos e sistemas de qualidade, atendendo às necessidades dos usuários de forma ética e empática.

17. Implantar soluções de Engenharia que envolvam o uso de sistemas biológicos, organismos vivos ou derivados gerindo a força de trabalho e recursos materiais com ética e responsabilidade.

18. Desenvolver soluções biotecnológicas por meio de pesquisa científica de forma autônoma, buscando o estabelecimento de cooperação técnico-científica com parceiros nacionais e internacionais.

19. Conceber soluções que envolvam o uso de sistemas biológicos, organismos vivos naturais ou geneticamente modificados, para áreas relacionadas à Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia buscando alinhadas ao desenvolvimento socioeconômico e à integridade ambiental.

Nos verbos iniciais desses exemplos, evidencia-se a habilidade, que se associa a um objeto de conhecimento, e ao complemento, que declara as atitudes esperadas na mobilização de cada habilidade.

Nas competências comportamentais há maior ênfase nas habilidades e nas atitudes. A seguir são apresentadas competências comportamentais extraídas do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI, 2023) da Universidade Positivo. Essas sete competências são comuns a todos os cursos da IES e apontam para a principal diretriz desse PDI, que é a Educação para o Desenvolvimento Sustentável. São elas:

1. Trabalhar em equipes multidisciplinares de forma cooperativa, empática, resiliente e responsiva, considerando as singularidades e diferenças socioculturais dos indivíduos.

2. Comunicar-se, efetivamente, com empatia, nas formas escrita, oral e gráfica.
3. Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, buscando constante atualização e atuando na disseminação dos avanços da ciência e da tecnologia com atitude resiliente frente aos desafios de inovação.
4. Agir com responsabilidade social, visão crítica e pensamento sistêmico, atuando como agente transformador na sociedade.
5. Atuar no mundo do trabalho mobilizando e desenvolvendo conhecimento científico de forma coletiva em prol da solução de problemas ambientais.
6. Desenvolver soluções inovadoras para problemas da sociedade, mobilizando conhecimento científico, com visão holística e humanista.
7. Promover desenvolvimento econômico e social com atitude empreendedora, mobilizando conhecimento técnico e científico, com visão holística e humanista e com atenção à necessidade de preservação do meio ambiente.

3. Projeto das atividades de aprendizagem

Definidas as competências do egresso, ou seja, os objetivos globais de aprendizagem, é necessário escolher as atividades que serão desenvolvidas pelos estudantes, para que esses objetivos sejam alcançados. Quando os objetivos são declarados na forma de competências, observa-se uma relação direta entre o próprio objetivo e a atividade a ser desenvolvida. Isso pode ser observado na competência de “Projetar obras geotécnicas considerando critérios de segurança, otimizando recursos e minimizando impactos ambientais”. Para desenvolver essa competência, fica evidente que o aluno deverá desenvolver projetos de obras geotécnicas. Nessa fase de elaboração das atividades, cabe ao grupo que está projetando o curso determinar quais e quantos projetos de obras geotécnicas os alunos deverão desenvolver, em que momento e em que condições. Analisando um segundo exemplo, para construir a competência de “Desenvolver estudos preliminares de projetos de barragens e de reservatórios ponderando os impactos sociais, econômicos e ambientais”, as atividades devem contemplar o desenvolvimento desses estudos preliminares e estabelecer as condições para que as atitudes declaradas sejam trabalhadas durante sua execução. Na sequência serão discutidas algumas atividades compatíveis com objetivos de aprendizagem bastante comuns em cursos de engenharia.

3.1 Projetos

Tendo em vista que grande parte das competências dos engenheiros envolve habilidades da dimensão do criar, da taxonomia de Bloom, como conceber ou projetar, é esperado que, ao longo do curso de graduação, o aluno desenvolva um número significativo de projetos.

Numa organização curricular mais tradicional, os projetos são solicitados em etapas mais avançadas do curso, depois de serem estudados conhecimentos básicos, teorias e conceitos que deverão ser articulados para aplicação em atividades mais próximas da prática profissional. Olhando apenas para uma componente curricular, nessa metodologia mais tradicional o professor apresenta todos os conceitos, resolve exemplos simplificados e, depois, pede que os alunos desenvolvam um projeto. Muitas vezes o momento de sala de aula é utilizado para exposições teóricas do professor e para resolução de exercícios e o projeto deve ser desenvolvido como atividade extraclasse. A avaliação do trabalho, geralmente, é feita com base no resultado apresentado.

Uma alternativa a essa metodologia tradicional é a metodologia de projetos, também conhecida como PjBL (*Project Based Learning*). A diferença, nesse caso, é que o projeto é solicitado no início do processo de aprendizagem e o aluno aprende conceitos e teorias, enquanto desenvolve projetos. Novamente, olhando para uma única componente curricular, na metodologia de projetos o professor apresenta o desafio no início do período letivo e orienta os estudantes, ao longo do semestre, para que eles adquiram os conhecimentos necessários.

Nesse caso, podem ser intercalados momentos de exposição, de resolução de exercícios, de leitura, ou de outras atividades que auxiliem na construção do aprendizado. É comum e desejável que a prática seja desenvolvida, em grande parte, em sala de aula ou em laboratórios, com acompanhamento e avaliação contínua do professor, que irá oferecer *feedback* constante, avaliando todo o processo e não apenas a entrega final. Uma boa prática para a metodologia de projetos consiste em buscar situações reais ou realísticas, nas quais nem todos os dados são fornecidos pelo docente, estimulando o aluno a identificar os requisitos necessários e a buscar fontes de informação. A metodologia de projetos pode ser adotada já no início do curso, desde que a escolha dos desafios seja proporcional à maturidade do aluno em cada etapa. Quando a estrutura curricular é desenhada dessa forma, componentes que serão desenvolvidas por metodologia de projetos são distribuídas ao longo de todo o curso e os projetos são escolhidos com crescente grau de

complexidade. A metodologia pode ser adotada em diferentes formatos de estruturação curricular.

Uma vantagem da metodologia de projetos com relação à tradicional é o aprendizado com significado. O aluno só é instigado a buscar determinado conhecimento depois que já identificou sua aplicação, aumentando o interesse pelo aprendizado em si, já que irá ajudar a resolver um desafio que já está posto.

Figura 6 - Comparação entre a sequência de atividades da metodologia tradicional com projeto e da metodologia de aprendizagem baseada em projetos



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Figura 6 mostra uma sequência simplificada das duas metodologias. A critério do professor, as etapas podem ser subdivididas, a fim de contemplarem outras atividades, por exemplo, podem ser estipuladas entregas intermediárias do projeto.

3.2 Simulação

Para objetivos de aprendizagem que envolvem, por exemplo, gerenciamento de pessoas, implantação de sistemas, gestão de recursos, ou seja, que estejam na dimensão humana ou na dimensão de integração da taxonomia de Fink, a simulação se apresenta como uma boa alternativa, tanto para a construção dessas habilidades quanto para sua avaliação. Quanto mais próxima da realidade estiver a situação simulada, maior a possibilidade de verificação das competências desenvolvidas, possibilitando a aferição das habilidades e das atitudes dos estudantes. Enquanto aulas teóricas e provas são excelentes instrumentos para a dimensão dos conhecimentos

de uma competência, as dimensões das habilidades e das atitudes costumam exigir outros formatos, mais práticos e realísticos para sua construção efetiva.

A simulação pode ser feita por meio de treinamento de papéis, no qual cada estudante assume uma posição na equipe de trabalho e vivencia uma situação, sob condução e supervisão docente. Também é possível a realização de simulações em laboratório, com a realização de ensaios que simulem situações reais.

3.3 Solução de problemas

A solução de problemas se apresenta bastante eficiente para objetivos de aprendizagem da dimensão do analisar e do avaliar, da taxonomia de Bloom, mas também pode ser usada para objetivos de dimensões anteriores, como a do aplicar ou a do entender. É importante ressaltar que atividades de dimensões cognitivas mais altas podem ser usadas para atingir objetivos de aprendizagem de dimensões cognitivas mais baixas, enquanto o contrário, em geral, não acontece.

Assim como os projetos, os problemas podem ser apresentados em diferentes etapas do aprendizado.

A alternativa mais tradicional é aquela na qual o professor apresenta os conceitos, desenvolve exemplos simplificados e, depois, mais complexos, propõe exercícios e, na sequência, traz um desafio para que os alunos resolvam.

Inspirado no aprendizado baseado em problemas, ou PBL (*Problem Based Learning*), o professor pode apresentar o desafio antes de esgotar os assuntos necessários para sua solução e conduzir os estudantes na busca do conhecimento. Nesse caso, o aluno aprende enquanto resolve o problema proposto. Assim como na metodologia de projetos, a metodologia de aprendizagem por meio da solução de problemas possibilita ao aluno a visualização de aplicações práticas do conteúdo que está sendo estudado. Tendo em vista que alguns conhecimentos são aplicáveis a mais de um tipo de problema, é preciso elaborar experiências que permitam ao aluno desenvolver um grau de abstração tal que ele consiga reconhecer situações diferentes das vivenciadas durante a graduação, na qual aqueles conceitos poderão ser aplicados, saindo do conhecimento específico para o geral.

3.4 Extensão

A Resolução nº 7, de dezembro de 2018 do MEC/CNE/CES, determina que 10% da carga horária de todos os cursos de graduação precisam ser atribuídas a ati-

vidades de extensão. Entendendo a extensão como atividade que se integra ao ensino e à pesquisa, que estabelece relação dialógica com comunidades externas à instituição de ensino, que planeja e executa ações transformadoras com essas comunidades e onde o estudante deve exercitar autonomia, ela se apresenta como uma alternativa eficiente na construção de competências comportamentais, não ficando restrita a elas.

A resolução da extensão prevê as seguintes modalidades: programas; projetos; cursos e oficinas; eventos; e prestação de serviço.

Em geral, um programa de extensão, seja ele institucional ou de natureza governamental, não constitui uma atividade em si, e sim um conjunto de atividades. Cada aluno, que se insere em um programa, irá desenvolver uma ou algumas de suas atividades. Portanto, cabe à equipe que projeta o curso determinar que tipos de atividades irão contribuir, efetivamente, para a construção dos seus objetivos de aprendizagem.

Os projetos de extensão, além de possibilitarem o aprendizado de objetivos da dimensão do criar e de todas as anteriores da taxonomia de Bloom, também têm grande potencial para desenvolver competências das dimensões: humana, de integração e do aprender a aprender, da taxonomia de Fink. Essa é uma modalidade bastante completa e aderente aos objetivos de aprendizagem dos cursos de engenharia. Um projeto de extensão parte de um problema, identificado junto e por meio de relação dialógica com a comunidade, passa pela etapa de pesquisa, na qual os estudantes irão buscar alternativas de solução para a questão identificada, evolui para a fase de desenvolvimento, na qual alternativas são desenvolvidas e negociadas, também por meio de relação dialógica com a comunidade, até chegar a sua fase de implantação, em que as propostas são aplicadas à comunidade e seus resultados são avaliados. Dependendo dos resultados, podem ser identificadas novas questões a serem tratadas em novos ciclos.

Os cursos, as oficinas e os eventos podem surgir como ações de um projeto de extensão. É importante ressaltar que, apesar de prever a orientação docente, quem realiza a extensão é o aluno. Logo, caso seja identificada a necessidade de oferta de curso, oficina ou a realização de um evento, seu planejamento e organização devem ser feitos pelos alunos, lembrando sempre do requisito da extensão de se manter a relação dialógica com a comunidade.

A prestação de serviço também pode ser um tipo de ação proposta no contexto de um projeto de extensão. Para que essa modalidade possa atender aos requisitos

da extensão, é preciso atenção especial à relação dialógica, evitando ações verticalizadas. A relação dialógica com a comunidade é um dos pilares da extensão universitária. Sendo assim, conforme afirma Imperatore (2019), nessa dinâmica, todo conhecimento deve ser visto como válido, seja do aluno, seja do membro da comunidade, em um processo de democratização desse conhecimento ao colocar em evidência a contribuição de atores não universitários em sua produção e difusão.

A escolha das modalidades de extensão faz parte do projeto do curso e deve levar em conta tanto os objetivos de aprendizagem quanto os do curso, que podem contemplar o tipo de impacto que se pretende causar nas comunidades que se relacionam com a instituição.

Analisando as características da extensão, conforme preconizado pela Resolução nº 7, de 2018 do MEC/CNE/CES, é possível observar que ela pode ser adotada como metodologia para desenvolvimento de competências declaradas na resolução nº 2, de abril de 2019 do MEC/CNE/CES, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, conforme ilustrado no Quadro 3.

3.5 Pesquisa

A pesquisa pode ser um método de aprendizagem por si só, mas também pode, e deve, ser combinada com outras estratégias. Grande responsável pela dimensão do aprender a aprender, da taxonomia de Fink, ela aparece como etapa da metodologia de projetos ou da solução de problemas, mas também pode ser adotada como metodologia principal em determinados componentes curriculares, nos quais o estudante segue todos os passos da metodologia científica para encontrar a resposta para um problema de pesquisa que, a depender do objetivo de aprendizagem, pode ser proposto pelo professor ou escolhido pelo próprio aluno.

4. Detalhamento dos componentes curriculares

Cada componente curricular deve ter sido, inicialmente, planejado como parte de um todo. Sua duração, sua posição na matriz curricular e suas atividades-mestre devem ter sido escolhidas de forma que ela contribua e faça sentido dentro do encaimento de experiências que irão formar o perfil do egresso.

Quadro 3 - Competências das DCN de Engenharia e a extensão universitária

Competência	Detalhamento da competência	Características da extensão que podem ajudar a construir a competência	Especificações que podem ajudar na construção da competência
Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto.	Ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos. Formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas.	Relação dialógica com a comunidade externa. Integração com a pesquisa. Desenvolvimento de ação transformadora na comunidade.	Preparação das equipes para abordagem inicial com as comunidades. Pesquisa sobre a cultura e a realidade da comunidade. Adotar a modalidade de projeto de extensão e orientar os estudantes a elaborarem propostas aderentes às necessidades da comunidade, com interação constante com seus membros ou representantes.
Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica.	Ser capaz de expressar-se adequadamente, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação, mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis.	Relação dialógica com a comunidade externa.	Organização do trabalho em equipes. Preparação das equipes para abordagem inicial com as comunidades. Uso de ferramentas como o mapa de empatia. Uso de tecnologias para comunicação com as comunidades. <i>Feedback</i> contínuo do professor. Avaliação dos pares.

Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares.	Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva. Atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede. Reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua.	Relação dialógica com a comunidade externa.	Organização do trabalho em equipes multidisciplinares. Preparação das equipes para abordagem inicial com as comunidades. Pesquisa sobre a cultura e a realidade da comunidade. Uso de ferramentas como o mapa de empatia, matriz SWOT e outras.
	Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos. Preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado.	Autonomia do aluno. Desenvolvimento de ação transformadora na comunidade.	Adotar a modalidade de projeto de extensão. Solicitar que os alunos proponham, planejem e executem as ações transformadoras. <i>Feedback</i> contínuo do professor. Avaliação dos pares.
Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.	Ser capaz de assumir atitude investigativa e autonomia, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias. Aprender a aprender.	Autonomia do aluno. Integração com a pesquisa. Desenvolvimento de ação transformadora na comunidade.	Garantir que todos os alunos passem pela etapa de pesquisa na realização de um projeto de extensão. Estimular a elaboração de ações inovadoras dentro da realidade da comunidade.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A partir disso, é possível passar para a etapa de detalhamento dessas componentes, dividida em dois estágios:

- Plano de ensino
- Plano de aulas

O plano de ensino é um documento que faz parte do projeto do curso e que contém as informações gerais da componente curricular, tais como: nome, carga horária, ementa, objetivos específicos de aprendizagem, conteúdo, metodologia, avaliação e bibliografia. Como faz parte do projeto do curso, uma componente curricular terá o mesmo plano de ensino para todas as suas turmas, num determinado intervalo de tempo. Cada instituição estabelece a periodicidade de revisão dos planos de ensino. O ideal é que os planos de ensino sejam desenvolvidos de forma colegiada, seguindo a mesma lógica do projeto do curso.

O plano de aulas é o documento no qual o professor possui mais autonomia, podendo incorporar suas características individuais. Ele é preparado a partir do plano de ensino, mas contém um detalhamento maior tanto das atividades de formação quanto das atividades de avaliação. Cada professor especifica as etapas e o cronograma das atividades, a partir das atividades-mestre do plano de ensino; e os critérios, instrumentos e períodos de avaliação. Como o plano de aulas depende do calendário acadêmico e dos dias da semana nos quais serão realizadas as atividades, ele poderá ser diferente para turmas ou grupos distintos.

4.1 Objetivos específicos de aprendizagem

Os objetivos de aprendizagem específicos dos componentes curriculares devem completar a seguinte sentença: após concluir a componente curricular o aluno será capaz de...

Logo, são objetivos que deverão ser atingidos no tempo máximo de duração da componente curricular, a partir das atividades de aprendizagem que foram atribuídas a ela. No Quadro 4, exemplifica-se a relação entre objetivos globais de aprendizagem (competências do egresso) e objetivos de aprendizagem específicos de componentes curriculares.

Quadro 4 - Comparação entre objetivos globais de aprendizagem e objetivos específicos de aprendizagem de componentes curriculares

Objetivo global de aprendizagem (competência). Sentença: Ao final do curso o egresso será capaz de:	Exemplos de alguns objetivos de aprendizagem específicos de componentes curriculares que ajudam a construir a competência do egresso. Sentença: Após concluir a componente curricular o aluno será capaz de:
Projetar obras geotécnicas considerando critérios de segurança, otimizando recursos e minimizando impactos ambientais.	Projetar implantações de edificações quantificando volumes de corte e aterro.
	Especificar a execução e o controle de compactação de aterros, considerando critérios de segurança, otimizando recursos e minimizando impactos ambientais.
	Zelar pela segurança dos usuários de obras geotécnicas.
	Projetar aterros em solos moles seguindo critério de segurança e minimizando impactos ao meio ambiente.
	Projetar barragens de terra seguindo critérios de segurança e minimizando impactos ao meio ambiente.
	Projetar fundações superficiais seguindo critérios de segurança, buscando soluções sustentáveis e que atendam às necessidades dos usuários.
Comunicar-se, efetivamente, com empatia, nas formas escrita, oral e gráfica.	Projetar fundações profundas seguindo critérios de segurança, buscando soluções sustentáveis e que atendam às necessidades dos usuários.
	Comunicar-se objetivamente com clientes utilizando instrumentos formais e linguagem culta.
	Representar elementos do mundo físico por meio de projeções com uso de ferramentas manuais e computacionais.
	Comunicar-se de forma oral defendendo ideias e pontos de vista de forma objetiva e não agressiva.
	Desenvolver representações gráficas e memorial de cálculo de treliças em madeira.
	Comunicar resultados de pesquisa nas formas oral e escrita.
	Elaborar memorial de projeto de obras hidráulicas.
	Comunicar, por meio de apresentações de estudos, memoriais descritivos, de cálculo e de representações gráficas, projetos de pavimentação e sinalização rodoviária e de engenharia de tráfego.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

4.2 Experiências de aprendizagem

Durante o projeto do curso são atribuídas atividades-mestre a cada componente curricular. Na etapa do detalhamento da componente curricular, essa atividade será descrita, a fim de viabilizar sua execução. Por exemplo: uma determinada componente recebeu a incumbência de desenvolver projetos de máquinas térmicas. Na fase de detalhamento das experiências de aprendizagem, os projetistas do curso irão detalhar, no plano de ensino:

- Que tipos de máquinas térmicas serão projetadas durante o tempo de curso da componente curricular?
- Qual será o formato de entrega?
- Que conteúdo deverá ser abordado e em que momento?

No plano de aulas o professor poderá descrever ainda mais as atividades de aprendizagem indicando:

- Quais máquinas térmicas serão projetadas?
- Que dados serão fornecidos pelo professor?
- Quais, quantas e com que prazo serão realizadas as entregas?
- Qual será a forma de abordagem do conteúdo? Exemplos: aulas expositivas, leitura, pesquisa, debate, aprendizagem por pares, aprendizagem em equipes, sala de aula invertida.

Depois do detalhamento dos planos de ensino, é preciso avaliar se o tempo atribuído à componente curricular está adequado e voltar à etapa de distribuição das atividades na componente, caso necessário.

5. Avaliação

Quando se refere à avaliação, algumas perguntas precisam ser feitas:

1. Quem está sendo avaliado?
2. Para que avaliar?
3. O que se pretende avaliar?
4. Que instrumentos serão utilizados?

6. Foco da avaliação

A resposta à primeira pergunta estabelece quem é o foco da avaliação, que pode ser o aluno ou o curso e seus componentes curriculares. Caso o foco seja o aluno, a avaliação acontece ao longo do curso e busca estabelecer medida para o aprendizado de cada discente. As avaliações individuais dos estudantes podem fornecer subsídios para avaliação do curso como um todo. Outra forma de avaliar o curso acontece por meio de um relacionamento com seus egressos, qualificando sua atuação no mundo do trabalho a partir das competências que foram trabalhadas na graduação.

7. Objetivos da avaliação

A resposta à segunda pergunta pode levar à divisão clássica da avaliação, em função de seu objetivo, conforme classificam Bloom, Hastings e Madaus (1983):

- Avaliação diagnóstica
- Avaliação formativa
- Avaliação somativa

A avaliação diagnóstica pode ser realizada no início do curso, de uma série ou de uma componente curricular e tem como objetivo medir o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao aprendizado que está planejado ou a seus pré-requisitos.

A avaliação formativa geralmente é realizada ao longo do processo com o objetivo de contribuir com o aprendizado do aluno, fornecendo subsídios para mudança de estratégias e tomada de decisão. A avaliação formativa contribui para a construção da autonomia do aluno à medida que oferece informações sobre seu aproveitamento, permitindo que ele reconheça suas facilidades e dificuldades, adotando posturas adequadas a suas características pessoais e a seu contexto.

A avaliação somativa é aquela que tem por objetivo atribuir grau ao aprendizado e fornecer parâmetros para a decisão sobre a progressão do aluno para outras etapas.

8. Objetos da avaliação

A terceira pergunta estabelece o que se pretende avaliar, ou seja, qual aprendizado está sendo verificado. A avaliação pode estar focada apenas em um dos elemen-

tos de uma competência ou em qualquer combinação possível entre eles, ou mesmo nos três elementos combinados (conhecimentos, habilidades e atitudes). Em função do objetivo de aprendizagem que se pretende avaliar são escolhidos e construídos os instrumentos de avaliação.

Em um projeto de curso por competências é importante estabelecer procedimentos para avaliação dos objetivos de aprendizagem específicos dos componentes curriculares e procedimentos para avaliação das competências do egresso. A avaliação de competências pode acontecer em momentos diferenciados, desenhados especificamente para esse fim, mas também pode ser embutida na avaliação de componentes curriculares que estejam no final de uma trilha de desenvolvimento de uma determinada competência.

9. Instrumentos de avaliação

Assim como as atividades de aprendizagem devem ser compatíveis com os objetivos de aprendizagem, os instrumentos de avaliação devem ser capazes de avaliar todos os elementos e as dimensões dos objetivos de aprendizagem. Por vezes, é preciso utilizar mais de um instrumento, avaliando, de forma separada, as habilidades, os conhecimentos e as atitudes dos estudantes. O Quadro 5, extraído do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI, 2023) da Universidade Positivo, infere sobre a relação entre as dimensões dos objetivos de aprendizagem com instrumentos de avaliação. É recomendável que cada curso ou instituição analise suas práticas e avalie a compatibilidade de seus instrumentos com seus objetivos de aprendizagem.

No Quadro 5, as cores mais escuras apontam para uma adequação maior do instrumento à dimensão do objetivo de aprendizagem, enquanto as cores mais claras indicam menor adequação. Qualquer que seja o instrumento utilizado, sua aderência ao objetivo de aprendizagem em questão irá depender da qualidade das perguntas elaboradas e dos critérios estabelecidos.

Uma prática exitosa para elaboração dos critérios de avaliação, para diferentes instrumentos, é o uso de rubrica. As rubricas devem ser desenvolvidas, especificamente, para uma tarefa e devem descrever níveis de desempenho, relacionados às dimensões da competência que estão sendo avaliadas. Não existe um formato único para a elaboração de rubricas. O Quadro 6 apresenta um exemplo.

Quadro 5 - Relação entre instrumentos de avaliação e as dimensões dos objetivos de aprendizagem das Taxonomias de Bloom revisadas e de Fink

Instrumento de avaliação/ Dimensão do objetivo de aprendizagem	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar	I, H, C, L*
Prova de múltipla escolha							
Prova dissertativa							
Trabalho escrito							
Apresentação oral							
Debate / júri simulado							
Projeto / problema							
Estudo de caso							
Painel / mostra							
Seminário							
Portfólio							
Relatório							
Observação direta							
Avaliação por pares							

*I = Integração, H = Dimensão Humana, C = Cuidado, L = Aprender a aprender

Fonte: PDI da Universidade Positivo (2023).

Quadro 6 - Exemplo de rubrica de avaliação

Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
O aluno não participou da realização do trabalho ou deixou de executar tarefas que ficaram sob sua responsabilidade.	O aluno participou da realização do trabalho executando as tarefas que lhe foram atribuídas por outros membros da equipe sem demonstrar interesse no seu próprio aprendizado ou no dos colegas.	O aluno participou de forma colaborativa da realização do trabalho contribuindo para a construção do projeto e para o aprendizado de seus pares.	O aluno participou de forma colaborativa da realização do trabalho, apresentando ideias inovadoras para o desenvolvimento do projeto, além de ter contribuído para a aprendizagem coletiva, exercendo liderança horizontalizada, democrática e empática.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Considerações finais

As Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia, de 2019, trouxeram à tona uma discussão significativa sobre o que deve ser aprendido pelo estudante de engenharia. O Parecer nº 1/2019 do MEC/CNE/CES ressalta a necessidade de os projetos de curso enfatizarem as competências do egresso, entendendo que elas não excluem um forte embasamento teórico, mas que devem contemplar, também, as habilidades e atitudes, tanto técnicas quanto comportamentais. Nesse contexto, a forma de se conceber e projetar um curso de engenharia deve ser revista, deixando de focar apenas nos conhecimentos, ou seja, no conteúdo a ser estudado. Habilidades e atitudes necessárias para mobilização e aplicação desses conhecimentos em situações reais precisam ser trazidas para primeiro plano.

Nessa perspectiva, ao se estabelecer a necessidade de elaborar projetos de curso com foco nas competências do egresso, emergem alguns pontos relevantes, tais como: a natureza interdisciplinar das competências; a complexidade dos objetivos de aprendizagem quando declarados na forma de competências; os diferentes níveis de detalhamento dos objetivos de aprendizagem; e a necessidade de se compatibilizar as atividades de formação e de avaliação aos objetivos complexos que foram estabelecidos para o curso.

Neste capítulo foi sugerida uma forma de organização curricular que parte do perfil e das competências do egresso, passa para o projeto de experiências de apren-

dizagem para, depois, distribuir e detalhar componentes curriculares, permitindo que essas não sejam determinadas pela divisão clássica dos conteúdos, e sim pelo espaço de tempo necessário para a realização de uma atividade de aprendizagem, abrindo espaço para uma abordagem interdisciplinar e com complexidade crescente de acordo com o desenvolvimento da maturidade do estudante.

Ressaltam-se a importância de um projeto de curso ser desenvolvido de forma colegiada e com visão global e integrada das partes e a necessidade de avaliações e revisões periódicas, a fim de aperfeiçoar as práticas do curso com base nas próprias experiências.

Referências

ANDERSON, L. W. *et al.* **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.** New York: Longman, 2001.

BLOOM, B. (ed.). **Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain.** New York: McKay, 1956.

BLOOM, B.; HASTINGS, J. T.; MADAUS, G. F. **Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar.** São Paulo: Pioneira, 1983.

BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Parecer n. 1/2019.** Disponível em: <https://acesse.one/IiNYV>. Acesso em: 12 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Resolução n. 2/2019.** Disponível em: <https://acesse.one/oHImx>. Acesso em: 11 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Resolução n. 7/2018.** Disponível em: <https://acesse.one/3qHUF>. Acesso em: 11 out. 2023.

FINK, L. D. **Creating significant learning experiences: An integrated approach to designing college courses.** San Francisco: Jossey-Bass, 2003.

IMPERATORE, S. **Curricularização da extensão**: experiência da articulação extensão-pesquisa-ensino-extensão como potencializadora da produção e aplicação de conhecimentos em contextos reais. Rio de Janeiro: Gramma, 2019.

IOWA STATE UNIVERSITY. **A Model of Learning Objectives**. Disponível em: <https://acesse.dev/cRyUU>. Acesso em: 11 out. 2023.

SCALLON, G. **Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências**. Curitiba: PUC Press, 2015.

UNIVERSIDADE POSITIVO. **Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI): 2021-2025**. 3. ed. Curitiba: Universidade Positivo, 2023.

ZABALA, A. Arnau, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Penso, 2014.



DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM PROJETOS DE ALTA COMPLEXIDADE – ABORDANDO DESAFIOS DO MUNDO REAL NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

André L. M. Santana¹

Roseli de Deus Lopes²

Introdução

A Aprendizagem Ativa envolve estratégias que focam na educação centrada no aluno, mudando a dinâmica da sala de aula e o papel do professor. Elas podem incluir o desenvolvimento de atividades práticas ou teóricas em equipes (Aprendizagem Baseada em Equipes e sala de aula invertida), pautadas na criação de projetos (Aprendizagem Baseada em Projetos e Aprendizagem Baseada em Problemas), no desenvolvimento de soluções para problemas reais (Problemas do Mundo Real e Aprendizagem Baseada em Projetos), no desenvolvimento de iniciativas empreendedoras e na concepção de uma solução para um desafio acadêmico ou de empresas. Essas estratégias podem ser empregadas tanto em disciplinas teóricas, quanto em disciplinas práticas (Freeman *et al.*, 2014; Zappe *et al.*, 2009; Hernández-De-Menéndez *et al.*, 2019; Jacques *et al.*, 2016; Santana; Lopes, 2023a).

Pesquisas como as de Goldberg (2014), Goldberg e Somerville (2015), e Santana e Lopes (2020) discutem o papel das universidades na estruturação do perfil do engenheiro moderno, e as principais competências requeridas para o profissional de engenharia no século XXI. Essas mudanças são impulsionadas pelos avanços da indústria 4.0 (Hormigo; Rodriguez, 2019; Morrar; Arman; Mousa, 2017) e

¹ Instituto de Ensino e Pesquisa (Insper). Universidade de São Paulo (USP).

² Universidade de São Paulo (USP).

pela expectativa de formar profissionais aptos a resolver problemas práticos do dia a dia.

Ehlers (2020) indica que as competências do futuro, no contexto do ensino superior em engenharia, devem incluir o pensamento de design, competências para inovação, capacidade de decisão, cooperação, comunicação, meta-aprendizagem, pensamento crítico, competências éticas. Pontua ainda que essas competências podem ser divididas em três categorias (i) **relacionadas à organização**, ou seja, referem-se às competências que se conectam com a interação do indivíduo com o ambiente social, organizacional e institucional; (ii) **relacionadas ao desenvolvimento pessoal**, ou seja, referem-se às competências que estão relacionadas à capacidade de desenvolvimento da própria pessoa; e (iii) **relacionadas ao objeto de estudo**, ou seja, referem-se à maneira como um indivíduo lida com certos objetos, tarefas de trabalho e problemas.

Conforme apresentado na Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Engenharia, divulgada pela Abenge (2018), as atualizações curriculares devem abranger competências fundamentadas nos **quatro pilares essenciais da educação superior**: (i) aprender a conhecer; (ii) aprender a fazer; (iii) aprender a conviver; e (iv) aprender a ser. Essas diretrizes destacam que os currículos modernos de engenharia e as abordagens pedagógicas praticadas em sala de aula devem valorizar a experiência do aluno. Isso significa que a educação não deve focar somente em habilidades técnicas e não técnicas, mas também deve ser capaz de engajar os estudantes a resolverem problemas reais, de pessoas reais, e que possuam necessidades autênticas. Ao lidar com problemas concretos apresentados por indivíduos reais, os alunos devem desenvolver a habilidade de aplicar seus conhecimentos técnicos para criar soluções que sejam viáveis, factíveis e desejáveis, abordando efetivamente os problemas apresentados.

Nessa perspectiva, pesquisas de Abualigah *et al.* (2022), Afify (2008) e Molderez e Fonseca (2018) ressaltam a importância de incorporar problemas do mundo real no ambiente do ensino superior. Os autores reforçam a necessidade de confrontar os estudantes com problemas reais, vivenciados em cenários autênticos. Molderez e Fonseca (2018), Perloth (2013) e Raju e Sankar (1999) enfatizam que a integração do pensamento de design, em conjunto com a habilidade de aproximar o usuário do desenvolvimento de soluções, está intrinsecamente ligada à competência do projetista para lidar com problemas complexos.

Como uma proposta para encorajar estudantes a resolverem problemas do mundo real, o curso “Startup Garage”, oferecido pela Universidade de Stanford, ca-

racteriza-se como um programa intensivo e prático no qual os estudantes, organizados em equipes, têm a oportunidade de projetar e testar novos modelos de negócios que buscam solucionar problemas concretos da sociedade (Stanford University, 2022). Wright, Siegel e Mustar (2017), Reis *et al.* (2019) e Leal *et al.* (2020) descrevem o “Startup Garage” como um curso voltado ao empreendedorismo, cujo objetivo principal é capacitar os estudantes por meio de uma experiência empreendedora profunda, culminando na criação de um modelo inovador, sustentável e conectado às necessidades de usuários reais. Dentro dessa abordagem, os indicadores de sucesso são medidos por meio de análises e devolutivas obtidas diretamente dos usuários das soluções desenvolvidas.

Diante desse contexto, este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados de um método estruturado a partir do Design-Based Research, destinado a viabilizar o desenvolvimento de competências em engenharia através da resolução de problemas do mundo real, em cursos de graduação em engenharia.

1. Problemas do mundo real e codesign

O termo “problemas do mundo real”, conforme descrito por Sanger e Ziyatdinova (2014), pode ser tratado como questões ou desafios práticos, que refletem as complexidades encontradas tanto no ambiente profissional, quanto na vida cotidiana do projetista, e que ultrapassam as fronteiras do contexto acadêmico. Logo, não são restritos a um ambiente controlado. Esses problemas, do ponto de vista pedagógico, são caracterizados devido (i) a sua relevância prática, pois abordam problemas enfrentados por comunidades, indústrias ou sociedades reais; (ii) à complexidade e ambiguidade, pois não possuem uma única resposta correta, e demandam que os estudantes esclareçam os requisitos para criar suas hipóteses; (iii) ao desenvolvimento de competências e aplicação de conhecimento, pois faz-se necessário criar soluções práticas e inovadoras, em cenários originais; (iv) ao valor real para usuários reais, uma vez que os problemas são estruturados por demandas reais; e (v) à meta-aprendizagem, uma vez que o estudante precisa aprender a aprender, para exercer julgamento e tomar decisões de forma autônoma.

Nagel (1996) caracteriza problemas do mundo real como uma abordagem de ensino-aprendizagem na qual os estudantes desenvolvem projetos em equipes, engajam-se em ações destinadas a resolver questões significativas para eles ou suas comunidades. Em seu estudo, a pesquisadora destaca que esse tipo de abordagem es-

estimula os estudantes a romperem a barreira superficial, de se perguntar “Por que estou estudando isso?” e avançarem para um debate mais profundo e um envolvimento que inclui diversas formas de (i) coletar dados; (ii) construir hipóteses e elencar restrições; (iii) implementar estratégias pautadas no método científico; e (iv) estabelecer uma conexão mais forte com suas comunidades.

Van Merriënboer (2012) apresenta o conceito de “Resolução de Problemas da Vida Real”, referindo-se a estratégias direcionadas para solucionar dilemas práticos do cotidiano. Em seu trabalho, o autor destaca que a abordagem eficaz para resolver esse tipo de problema requer uma estratégia híbrida, englobando técnicas aplicáveis tanto a desafios bem definidos, quanto a problemas mais complexos e ambíguos (frequentemente descritos como “wicked-problems”).

Merriënboer ressalta que, embora a aprendizagem baseada na resolução de problemas seja um elemento importante para o processo educativo, ela pode representar um desafio particular para alunos menos experientes, que ainda estão no processo de desenvolver as competências necessárias para integrar conhecimentos de diferentes domínios. No entanto, o autor defende que, com orientação adequada do professor e as ferramentas apropriadas para monitorar o progresso dos estudantes, essa metodologia pode ser extremamente eficaz, conduzindo os aprendizes desde a concepção inicial de um projeto até a implementação de uma solução que seja factível, viável e desejável.

Graham (2018) e Dennehy *et al.* (2019) reforçam a importância de que as abordagens educacionais no ensino de engenharia sejam centradas no usuário. Além disso, os autores destacam que o desenvolvimento de soluções para problemas reais deve envolver uma imersão do projetista no universo do problema. Essa ação permite que os estudantes desenvolvam empatia, conectem-se com o universo do problema, e sejam capazes de estruturar melhor uma pergunta norteadora, e elencar restrições e requisitos que sejam coerentes com as necessidades reais de um usuário. No entanto, o processo de definição de um problema não é uma tarefa simples, e exige uma atenção do estudante às variáveis que nem sempre fazem parte de sua realidade.

Para ilustrar esse processo vamos considerar o seguinte enunciado-problema:

- *Como podemos viabilizar uma infraestrutura física que permita com que estudantes possam enviar uma mensagem de 255 caracteres entre dois dispositivos móveis, utilizando a rede de conexões de internet, por meio do protocolo Hypertext Transfer Protocol (HTTP)?*

Rittel e Webber (1973) classificam esse tipo de problema como “Problemas Domesticados”, que têm parâmetros e soluções claras, como garantir a infraestrutura básica de internet para uma escola para uma troca de mensagens bastante específicas. No entanto, quando consideramos variáveis complexas, como a disparidade de recursos entre escolas urbanas e rurais ou as diferentes necessidades tecnológicas dos alunos, esses problemas se tornam “**Problemas Capciosos**” (*Wicked Problems*).

Os Problemas Capciosos exigem uma compreensão profunda do contexto social e das variáveis envolvidas, que muitas vezes são dinâmicas e não lineares (Saraty, 2018). Portanto, soluções eficazes para questões de conectividade nas escolas não dependem apenas de conhecimento técnico, mas também de uma análise cuidadosa do ambiente educacional, das necessidades dos alunos e professores, e da infraestrutura disponível. Os estudantes passam a se perguntar, por exemplo:

- *Se uma mensagem de 255 caracteres é o suficiente para as necessidades dos usuários?*
- *Como os usuários se conectarão à rede de internet?*
- *Como as características dos usuários podem afetar o planejamento da solução? Existe algum conteúdo que deve ser verificado antes do envio da mensagem?*
- *O que acontece se chover na região?*
- *A cidade possui infraestrutura para suportar a troca de mensagens? Caso não, quem fornecerá essa infraestrutura?*
- *Qual o objetivo principal dessas trocas de mensagem? Existe alguma infraestrutura que possa ser aproveitada para resolver esse problema?*
- *Como os diferentes atores irão interagir com as mensagens? É necessária alguma camada de segurança?*
- *Como a troca de mensagens se adequa às leis locais?*

Sem responder a essas perguntas, possivelmente a solução elaborada para esse problema apresentará alguma fragilidade. Essa solução pode ter baixa desejabilidade, pois pode não atender às expectativas dos usuários envolvidos. Podem apresentar baixa factibilidade, pois as características estabelecidas pelo contexto para o qual a solução deve ser projetada podem não funcionar fora de um ambiente controlado. Ou pode apresentar baixa viabilidade, uma vez que pode depender de recursos que fogem do controle e/ou acesso dos projetistas.

Dessa forma, o processo de concepção de um enunciado de um problema passa a ser mais complexo e desafiador, e talvez seja relevante para o processo de ensino-aprendizagem garantir que o estudante parta de um cenário mais abrangente, e caminhe em direção a um cenário menos abrangente.

Ao tratar de problemas do mundo real, é imprudente presumir que a compreensão total do problema recaia apenas sobre os estudantes, pois o contexto no qual o problema está inserido frequentemente apresenta múltiplas facetas. Colocar a responsabilidade de entender completamente um problema nas mãos de um grupo de alunos pode ser não apenas excessivamente ambicioso, mas também potencialmente tendencioso.

1.1 Definindo o enunciado de um problema

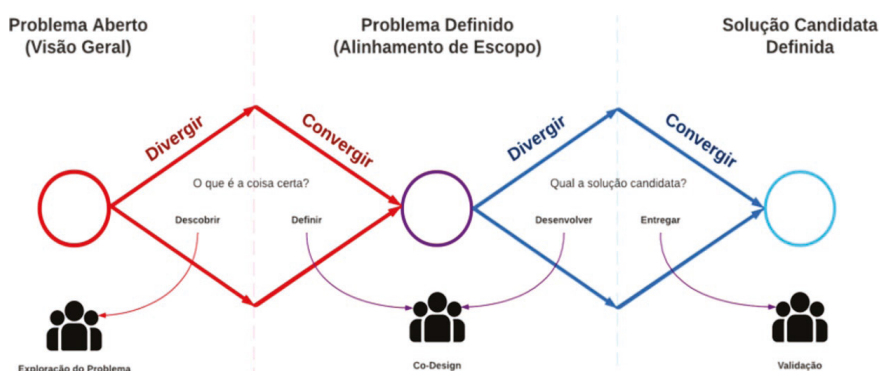
Quando tratamos de uma abordagem de projetos, focada na resolução de problemas do mundo real, é importante presumir que as metodologias empregadas em sala de aula serão pautadas em uma abordagem ativa de aprendizagem. No entanto, o processo de concepção de um enunciado deixa de ser uma responsabilidade apenas do professor, do estudante e da instituição de ensino, e passa a incluir os usuários que vivenciam de fato o problema. Para isso, podemos sugerir que os projetos partam de um tema norteador mais abrangente, como:

- *Como podemos garantir um ensino remoto com conexão de qualidade para estudantes brasileiros?*

Dessa forma, partimos de um problema maior que pode ser especializado e ter seu escopo definido pelos próprios estudantes. Embora ocorra uma redução da complexidade do problema, é fundamental que os desafios sejam vencidos em pequenas etapas de trabalho, e principalmente envolvam resultados que sejam significativos, viáveis e factíveis, para um contexto real.

O ciclo apresentado por Santana e Lopes (2023a), adaptado de Gustafsson (2019), na Figura 1, destaca a participação de usuários reais no processo do duplo diamante proposto por Banbury (2012) e que ilustra o pensamento de design de Brown (2008).

Figura 1 - Ciclo do duplo diamante, e codesign de soluções



Fonte: Santana (2023), adaptado de Gustafsson (2019).

Nessa abordagem, entende-se que para elaborar o enunciado de um problema pode ser importante garantir (i) uma **pesquisa** bem conduzida em **fontes secundárias**, para buscar inspirações tanto no estado da arte quanto no estado da prática; e (ii) uma **pesquisa primária** com usuários reais, para refinar o problema, e assim, desenhar um enunciado mais conectado com um grupo de usuários que acompanhará todo o processo de desenvolvimento.

Para auxiliar nesse processo, é proposto um Canvas de Definição de Problemas apresentado na Figura 2. Nesse instrumento, os estudantes concebem uma definição de enunciado após realizarem pesquisas e interações com usuários reais, em quatro dimensões distintas: (i) **Pilares do Projeto**, que tratam das inspirações que vieram das pesquisas secundárias do estado da arte (literatura) e da prática (mercado); (ii) **Restrições do Projeto**, que tratam das imposições ou limitações, que conscientemente são abordadas como imposição dos recursos disponíveis para o projeto e que precisam ser resolvidas; (iii) **Benefícios e Impactos ao público-alvo**, que devem ser estruturados com base nos resultados das interações com usuários reais; e (iv) **Nossos Diferenciais**, que podem ser tratados como requisitos estruturados com base nas interações com os usuários, e que serão definidos como diferenciais da solução proposta, ante as soluções identificadas na literatura e no mercado.

Figura 2 - Canvas de Definição de Problemas

Ponto de Vista

[WHO?] needs [WHAT?] because [HOW DOES THAT IMPACT THEWHO?] or [TO SOLVE WHICH PROBLEM?]

Equipe

- Name 1
- Name 2
- Name 3
- Name 4
- Name 5

Canvas de Definição de Problemas

Histórico de Mudanças

Versão 1.: PoV será alterado pois a [REFERÊNCIA ou ENTREVISTA COM USUÁRIO] nos permitiu entender melhor [O QUÊ?], e isso precisa de mais atenção.


Pilares do Projeto

Trata-se de uma pesquisa secundária, em que a equipe deve apresentar pelo menos duas referências de mercado, e duas referências da literatura, que abordem problemas semelhantes aos seus. Ainda, a equipe precisa descrever como as pesquisas colaboram para compreensão do problema.

Protocolo:

[A REFERÊNCIA] é uma inspiração para este projeto pois permite compreender melhor [COMO FAZER ou O QUÊ?]


Restrições do Projeto

Definições importantes para que o projeto seja coerente, viável e factível. Nesta dimensão, os estudantes devem listar as limitações impostas acerca do desenvolvimento do projeto e devem estabelecer limites, que ajudem a definir o escopo e a estabelecer estratégias para lidar com as restrições elencadas.

Protocolo:

Dado que [O QUÊ/QUEM] restrinja este projeto [DE QUE FORMA?] então [O QUE SE PRETENDE FAZER?]


Benefícios e Impactos ao Público-Alvo

Nesta dimensão os estudantes devem mapear como possíveis usuários estão relacionados com o problema que eles pretendem resolver. Além disso, assume-se que uma solução não gere impacto apenas para a Pessoa, mas sim, que pode atingir inclusive pessoas ao redor do usuário. Desta forma, a equipe precisa ilustrar as contribuições genuínas para cada perfil de usuário que interage com o problema.

Protocolo:

Ao resolver este problema o(s)/a(s) [PÚBLICO-ALVO] serão impactados [DE QUAL FORMA?]


Nossos Diferenciais

Nesta dimensão, os estudantes devem mapear as oportunidades que existem no universo deste problema, ou as falhas que existem nas soluções existentes. De modo geral, esta dimensão ajuda a equipe a elaborar uma justificativa para escolher um problema, pois muitas vezes, os estudantes escolhem desenvolver um produto que já possui uma solução bem estabelecida no mercado, e neste caso, vale empregar os esforços em aprimorar a solução existente. Nesta dimensão, os estudantes também devem buscar uma caracterização de sua contribuição.

Protocolos:

Este problema precisa ser resolvido pois considera [O QUE? QUAL O DIFERENCIAL?]

ou

Este problema precisa ser resolvido pois as soluções existentes não foram construídas considerando [O QUÊ?]

Estado da Arte

Utilize este espaço para apresentar links/referências de materiais que você julga importante para o seu projeto e que possam ser utilizados como fonte de inspiração para que você possa compreender melhor como seu problema vem sendo abordado na literatura.

Conectar com os Pilares do Projeto


Inspirações

Estado da Prática

Utilize este espaço para apresentar links/referências de materiais que você julga importante para o seu projeto e que possam ser utilizados como fonte de inspiração para que você possa compreender melhor como seu problema vem sendo abordado na por outros entusiastas ou com soluções já comercializadas no mercado.

Conectar com os Pilares do Projeto

Fonte: Santana e Lopes (2023a).

2. Metodologia da pesquisa e principais resultados

Easterday, Lewis e Gerber (2018) definem a Pesquisa Baseada em Design (Design-Based Research - DBR) como uma metametodologia, que permite que pesquisadores educacionais utilizem métodos de pesquisa básica dentro de um contexto de pesquisa aplicada. Além disso, a DBR entende que nem a estrutura teórica nem as intervenções em sala de aula são suficientes para determinar relações de causa e efeito de forma isolada. O processo que a DBR propõe capacita os pesquisadores a projetarem e analisarem intervenções através de ciclos iterativos de desenvolvimento, formulando hipóteses que são continuamente testadas e aprimoradas em cooperação com os interessados (Brown, 1992; Collins; Joseph; Bielaczyc, 2004).

Nobre e Martin-Fernandes (2021) salientam que a DBR é uma fusão de várias tendências metodológicas com a intenção de transformar práticas educativas, baseando-se em teorias e práticas preexistentes para gerar novos conhecimentos ou dissipar dúvidas teóricas no contexto de uma pesquisa. Eles frisam que o objetivo da DBR está no desenvolvimento e na análise de designs para práticas de pesquisa educacional.

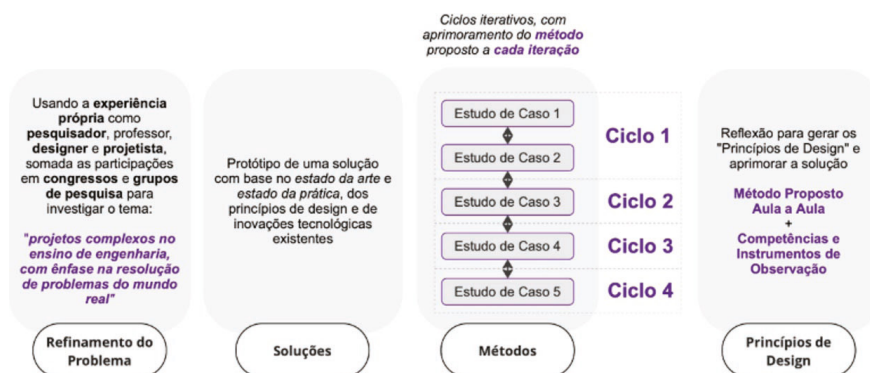
Por sua vez, Barab e Squire (2004) observam que, em contraste com métodos de pesquisa mais tradicionais, a DBR implica um processo de revisão mais adaptável. Eles reforçam que os participantes da pesquisa não devem ser vistos meramente como o “objeto de estudo”, mas precisam estar ativamente envolvidos na configuração da investigação, oferecendo insights através de um envolvimento reflexivo.

Para validar o método proposto na pesquisa, foi aplicada a DBR com quatro ciclos, percorridos de forma iterativa, e conduzidos em cinco estudos de caso. Ao final de cada ciclo foram evidenciados os princípios de design, com o intuito de identificar os resultados generalizáveis para o uso do método proposto nesta pesquisa.

A Figura 3 ilustra a metodologia empregada nesse estudo. O detalhamento da pesquisa, do método proposto e os resultados completos podem ser encontrados em Santana (2023a).

O Ciclo 1 foi conduzido com duas turmas distintas (Turma A1) de Engenharia elétrica, de uma instituição pública brasileira, com 50 estudantes, da disciplina Introdução à Engenharia Elétrica, e que vivenciaram 13 semanas de aula (com 3h/semana) e uma (Turma B) de Engenharia Mecânica, de uma instituição privada brasileira, com 54 estudantes, da disciplina Elementos de Máquina, e que vivenciaram 18 semanas de aula (com 3h/semana). O Ciclo 1 foi realizado presencialmente.

Figura 3 - Metodologia de Pesquisa



Fonte: Santana e Lopes (2023a).

O Ciclo 2 foi conduzido em uma instituição privada brasileira, no curso de Engenharia da Computação, na disciplina Microcontroladores e Internet das Coisas, em um período de 18 semanas (3h/semana) no formato remoto-síncrono.

O Ciclo 3 foi realizado com 15 professores de instituições públicas brasileiras, e que participaram do projeto "Internet das coisas para jovens do ensino médio". Os docentes lecionam disciplinas no ensino médio público paulista, e participaram de 36 horas de formação (6 semanas) e 6 horas de mentoria (1h/semana). Por fim, o Ciclo 4 foi conduzido nos cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ciência da Computação e Sistemas de Informação, com 107 estudantes da disciplina Laboratório de Software e Projetos, de uma instituição privada brasileira, num período de 18 semanas (3h/semana). Tanto o Ciclo 3 quanto o Ciclo 4 foram conduzidos remotamente devido ao período de pandemia de Covid-19 no Brasil.

Os resultados de cada uma das etapas permitiram refinar o modelo proposto na Figura 4 e auxiliaram a identificar um conjunto de competências que são favorecidas pelo processo de resolução de problemas do mundo real, com uma abordagem centrada no usuário e pautada na Aprendizagem Baseada em Projetos.

Ao final do processo, foi respondida a seguinte pergunta de investigação:

- Como podemos operacionalizar a resolução de problemas do mundo real, por meio do desenvolvimento de projetos, no ensino superior de engenharia, de forma que priorize o codesign de soluções, e em diferentes fases da formação de um engenheiro?

3. Método proposto - Guia de aulas

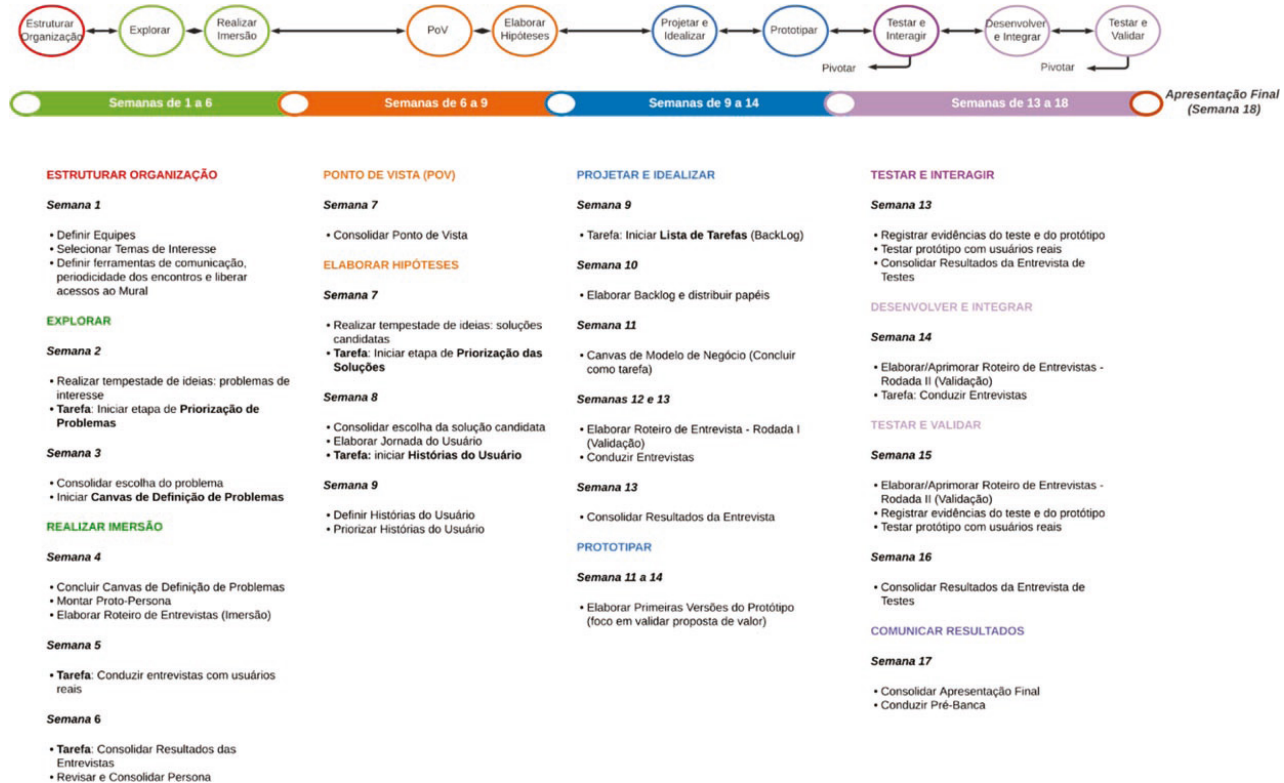
Os quatro ciclos dessa pesquisa possibilitaram a avaliação e o refinamento de um método para estimular o desenvolvimento de competências voltadas à execução de projetos complexos no ensino de engenharia, enfatizando a solução de problemas reais.

O método ilustrado na Figura 4 apresenta um cronograma de aulas de semana a semana, aplicável tanto em modalidades presenciais quanto remotas. É importante ressaltar, contudo, a existência de dois cenários distintos que possuem características específicas, cruciais para a implementação desse método: (Cenário 1) no qual a disciplina enfoca a estruturação de um projeto, como discutido no Ciclo 4 desta pesquisa; e (Cenário 2) no qual a disciplina ocorre em paralelo à expectativa de integração de outros conteúdos técnicos aos objetivos de aprendizado. Esse último cenário é evidenciado nos Ciclos 1 e 2 da pesquisa.

Para o Cenário 1, prevê-se que as aulas sigam o cronograma detalhado na Figura 4. É crucial que os projetos desenvolvidos pelos alunos sejam monitorados pelo professor responsável, com devolutivas fornecidas ao término de cada etapa do projeto: *organização, exploração, imersão, definição do Ponto de Vista (PoV), formulação de hipóteses, design e ideação, prototipagem, testes e interação, desenvolvimento e integração, testes e validação, comunicação dos resultados e apresentação*. Adicionalmente, o professor pode escolher avaliar a conclusão de cada “diamante” do método de duplo diamante do Design Thinking. Os resultados do Primeiro Diamante englobam as fases de organização, exploração e imersão, concluindo-se com a definição do problema. O Segundo Diamante inclui as etapas de formulação de hipóteses, design de soluções, prototipagem, testes, integração e comunicação dos resultados.

Um aspecto importante a ser considerado no **Cenário 1** é o nível de maturidade dos participantes. Em projetos como os abordados no Ciclo 1, destinados a turmas de Introdução à Engenharia Elétrica, é aconselhável que o professor proponha temas alinhados ao domínio técnico e à formação acadêmica dos alunos, assim como relevantes para outras disciplinas do semestre em curso. Para alunos mais avançados, como os do Ciclo 4, recomenda-se uma seleção de temas mais aberta, incentivando a exploração de problemas, além das experiências pessoais dos alunos, mas que sejam pertinentes à sua comunidade ou contexto social.

Figura 4 - Método Proposto



Fonte: Santana e Lopes (2023^a).

No **Cenário 2**, as aulas devem ser segmentadas em dois blocos, conforme demonstrado nos Ciclos 1 e 2 da pesquisa, aplicáveis às turmas de Engenharia Mecânica e Engenharia da Computação. Nesse contexto, o método exibido na Figura 4 precisa ser adaptado para que as aulas teóricas ou técnicas ocupem apenas metade do tempo de aula, assegurando a conclusão das atividades antes do início da semana subsequente. O critério de avaliação pode permanecer inalterado. Quanto à avaliação dos alunos, é sugerido o emprego de rubricas para avaliação de cada uma das etapas do projeto, e uma banca de apresentações com convidados externos (quando possível). Os artefatos propostos para operacionalizar esse método podem ser verificados em Santana e Lopes (2023b).

Considerações finais

Os resultados obtidos com a aplicação do método proposto apontam para evidências de que ele pode ser utilizado em diferentes disciplinas nas áreas de engenharia, tanto em aulas presenciais quanto remotas. Os resultados indicam que, ao inserir uma abordagem que permite aos alunos dialogarem com seu contexto e projetarem soluções para problemas do mundo real, é necessário adaptar as estratégias metodológicas, que são tradicionalmente conduzidas na sala de aula. O processo torna-se descentralizado, gerando autonomia e independência de uma abordagem centrada na relação entre aluno e professor, inserindo novos atores.

Além disso, o aluno assume o papel de protagonista, compartilhando a responsabilidade de definir problemas e criar soluções, com usuários reais. No entanto, entende-se que é necessário revisar o programa para que seja capaz de abordar exercícios técnicos de alta complexidade, principalmente no domínio tecnológico das disciplinas do ciclo básico das engenharias, uma vez que para algumas equipes foi constatada a necessidade de interações extraclasse para garantir acesso a conteúdos complementares e materiais extras.

Ao final do processo, os estudantes evidenciaram o desenvolvimento de competências em cinco dimensões diferentes: (H1) resolução de problemas do mundo real em vários níveis; (H2) trabalho em equipe; (H3) liderança e gestão de projetos; (H4) resolução de problemas com o uso de tecnologia; (H5) codesign; e (H6) comunicação. As avaliações foram conduzidas utilizando diversos instrumentos distintos, mas que priorizaram o acompanhamento da jornada dos estudantes com rubricas, relatórios escritos e apresentação dos principais resultados do projeto.

Referências

- ABENGE. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação em Engenharia**. 2018. Disponível em: http://www.abenge.org.br/arquivos/Diretrizes_Curriculares_Abenge_2018.pdf. Acesso em: 15 mar. 2023.
- ABUALIGAH, L. *et al.* Meta-heuristic optimization algorithms for solving real-world mechanical engineering design problems: a comprehensive survey, applications, comparative analysis, and results. **Neural Computing and Applications**, v. 34, p. 4081-4110, 2022. DOI: 10.1007/s00521-021-06747-4.
- AFIFY, M. F. Action Research: Solving Real-World Problems. **Tourism and Hospitality Research**, v. 8, n. 2, p. 153-159, 2008. DOI: 10.1057/thr.2008.13.
- BANBURY, Annie *et al.* Using the Double Diamond model to co-design a dementia caregivers telehealth peer support program. **Journal of Telemedicine and Telecare**, v. 27, n. 10, p. 667-673, 2021.
- BROWN, T. Design thinking. **Harvard business review**, v. 86, n. 6, p. 84, 2008.
- DENNEHY, Denis *et al.* A Lean Start-up approach for developing minimum viable products in an established company. **Journal of Decision Systems**, v. 28, n. 3, p. 224-232, 2019.
- EHLERS, U.-D. **Future Skills: The future of learning and higher education**. BoD—Books on Demand, 2020.
- FREEMAN, S. *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.
- GOLDBERG, D. E.; SOMERVILLE, M. **A whole new engineer: The coming revolution in engineering education**. Douglas MI: Threejoy, 2014.
- GOLDBERG, D. E.; SOMERVILLE, M. The making of a whole new engineer: Four unexpected lessons for engineering educators and education researchers. **Journal of Engineering Education**, v. 104, n. 1, p. 2-6, 2015.

GRAHAM, Ruth. **The global state of the art in engineering education**. Massachusetts Institute of Technology (MIT) Report, Massachusetts, USA, 2018.

GUSTAFSSON, Daniel *et al.* **Analysing the Double diamond design process through research & implementation**. 2019.

HERNÁNDEZ-DE-MENÉNDEZ, M. *et al.* Active learning in engineering education: A review of fundamentals, best practices, and experiences. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, p. 1-14, 2019.

HORMIGO, J.; RODRIGUEZ, A. Designing a project for learning industry 4.0 by applying IoT to urban garden. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje**, v. 14, n. 2, p. 1-1, 2019. DOI: 10.1109/rita.2019.2922857.

JACQUES, S. *et al.* Multidisciplinary project-based learning within a collaborative framework: A case study on urban drone conception. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 11, n. 12, p. 36-44, 2016. DOI: 10.3991/ijet.v11i12.5996.

LEAL, L. F. *et al.* Fábrica de ensino em indústria 4.0: proposição de modelo de negócios. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, 2020.

MOLDEREZ, I.; FONSECA, E. The efficacy of real-world experiences and service learning for fostering competences for sustainable development in higher education. **Journal of cleaner production**, v. 172, p. 4397-4410, 2018.

MORRAR, R.; ARMAN, H.; MOUSA, S. The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. **Technology Innovation Management Review**, v. 7, n. 11, p. 12-20, 2017.

NAGEL, Nancy G. **Learning through Real-World Problem Solving: The Power of Integrative Teaching**. Thousand Oaks: Corwin, 1996. 184 p.

PERLROTH, N. Solving problems for real world, using design. **The New York Times**, 29 abr. 2013.

RAJU, P. K.; SANKAR, C. S. Teaching real-world issues through case studies. **Journal of Engineering Education**, v. 88, n. 4, p. 501-508, 1999.

REIS, D. A. *et al.* Application of new agile approaches at University of São Paulo innovation agency's entrepreneurship and innovation course. **Gestão & Produção**, v. 26, 2019.

RITTEL, Horst W.J.; WEBBER, Melvin M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy sciences**, v. 4, n. 2, p. 155-169, 1973.

SANGER, Phillip A.; ZIYATDINOVA, Julia. Project based learning: Real world experiential projects creating the 21st century engineer. **2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)**. IEEE, 2014. p. 541-544.

SANTANA, André Luiz Maciel. **Educação em engenharia na era da indústria 4.0**: um método para operacionalizar o desenvolvimento de competências para a realização de projetos complexos, baseados na resolução de problemas reais. Tese (Doutorado). Orient. Roseli de Deus Lopes, Escola Politécnica. 2023a.

SANTANA, A. L. M.; LOPES, R. D. Active learning methodologies and industry 4.0 skills development - a systematic review of the literature. **2020 XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologías de Aprendizaje (IACLO)**. IEEE, 2020.

SANTANA, André Luiz Maciel; LOPES, Roseli de Deus. **Resolução de Problemas do Mundo Real por meio de Projetos**: uma abordagem centrada no usuário. 2023. Disponível em: https://miro.com/app/board/uXjVPStK_9g=/. Acesso em: 10 out.2023b.

SARATHY, Vasanth. Real world problem-solving. **Frontiers in human neuroscience**, v. 12, p. 261, 2018.

STANFORD UNIVERSITY. **Startup Garage Innovation Process**. Disponível em: <https://www.gsb.stanford.edu/experience/learning/entrepreneurship/courses/startup-garage>. Acesso em: 16 out. 2022.

VAN MERRIENBOER, Jeroen JG. Perspectives on problem solving and instruction. **Computers & Education**, v. 64, p. 153-160, 2013.

WRIGHT, M.; SIEGEL, D. S.; MUSTAR, P. An emerging ecosystem for student start-ups. **The Journal of Technology Transfer**, v. 42, n. 4, p. 909-922, 2017.

ZAPPE, S. *et al.* **“Flipping” the classroom to explore active learning in a large undergraduate course**. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2009.

SOBRE A AUTORA

Adriana Maria Tonini. Mestrado em Tecnologia (Modelos Matemáticos e Computacionais) pelo Cefet-MG (1999), doutorado em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2007) e pós-doutorado em Educação em Engenharia pela UFOP e University of Missouri - EUA. Graduação em Engenharia Civil pela UFMG (1992), graduação em licenciatura plena pela Utramig (1995). Avaliadora institucional Inep/MEC. Presidente da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge). Vice-presidente da SME. Membro do Colégio de Entidades Nacionais do Sistema Confea/Crea - CDEN. Professora associada da UFOP. Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Cefet-MG. Pesquisadora líder do grupo de pesquisa Mulheres e Meninas em STEM (Science, Technology Engineering and Mathematics), certificado pelo CNPq. Coordenadora nacional do grupo de trabalho: Mulheres nas Engenharias da Abenge. Foi diretora de Engenharias, Ciências Exatas, Humanas e Sociais do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), membro do Conselho de Ciência e Tecnologia da FIEMG, membro efetivo do Comitê Consultivo Scientific Electronic Library Online (SciELO). Foi diretora de Ciências Exatas e Tecnologias (UNI-BH) e membro da comissão técnica de ensino de engenharia da SME.



RESUMO

O mundo contemporâneo, configurado como a “era do conhecimento”, apresenta um cenário de competição entre as organizações e, por consequência, o mercado de trabalho vem demandando trabalhadores cada vez mais eficazes, multifuncionais e competentes.

A universidade, então, passa a ter um compromisso com a sociedade e com o aluno, no sentido de oferecer um ensino que propicie condições para o profissional ingressar e se manter no mercado de trabalho e, nesse contexto, é fundamental que sejam desenvolvidas competências, durante a formação universitária, compatíveis com aquelas necessárias para a sua atuação profissional. Destaca-se que isso não significa que o foco da educação profissional seja exclusivamente o atendimento das demandas do mercado de trabalho, reafirmando-se, também, a importância de uma formação generalista, humanística, crítica e reflexiva.

Nesse cenário, passa a ser relevante identificar e analisar as competências que o engenheiro contemporâneo deve desenvolver, já que esse profissional está diretamente envolvido em processos de trabalho, manufatura de produtos e prestação de serviços, nos mais diversos setores econômicos do mundo globalizado.

Na área da engenharia, o conceito de "conhecimento" vai além do domínio técnico, abrangendo interações complexas com as esferas sociais, culturais, de poder e ambientais. Essa abordagem é fundamental para construir um conhecimento teórico, científico e cultural essencial para a formação em engenharia.

Para preparar engenheiros capazes de enfrentar as demandas de um mercado de trabalho em constante evolução, é crucial que os currículos adotem uma abordagem multidisciplinar e transdisciplinar. Isso integra conhecimentos científico-tecnológicos com as áreas humanas e sociais, formando profissionais críticos, comprometidos com as necessidades da sociedade e do país, capazes de atuar como especialistas e profissionais adaptáveis a um mercado global dinâmico.

A flexibilidade é essencial, transformando o conhecimento descontextualizado em metodologias de ensino-aprendizagem, como a aprendizagem baseada em projetos e resolução de problemas, e promovendo a aprendizagem ativa em laboratórios para desenvolver competências ao longo da formação.

No entanto, é necessário ir além da simples inclusão ou exclusão de disciplinas. É preciso conceber novos modelos para a engenharia, renovando os currículos para incorporar a realidade profissional, promovendo emancipação, inovação e humanização.

As reformulações curriculares, os projetos político-pedagógicos e as novas dinâmicas em sala de aula têm o potencial de transformar a educação em engenharia. Estratégias que aumentem a motivação e a criatividade dos alunos são essenciais, tornando-os facilitadores da aprendizagem e promovendo uma melhor apropriação dos conteúdos através do desenvolvimento de competências.

Nesse contexto, o currículo por competências exige a redefinição dos conteúdos de ensino, dos objetivos de aprendizagem e das estratégias de ensino. Isso torna o conhecimento escolar relevante e prático, baseado em situações concretas e nas competências necessárias para resolvê-las. O desenvolvimento de competências na formação de engenheiros é uma consequência natural, não apenas um objetivo isolado.

Adriana Maria Tonini
Presidente da Abenge