

Inovação e interdisciplinaridade: um estudo de caso no desenvolvimento de competências no curso de engenharia civil

Innovation and interdisciplinarity: a case study in the development of competences in the civil engineering course

Karolina Muniz Freire Maggessi*
Luiz Otávio Moutinho Lopes**
Ana Carolina Cellular Massone***
Carlos Eduardo R. B. Barateiro****
José Rodrigues de Farias Filho*****
Alexandre do Valle Faria*****

Resumo

A inovação tecnológica é um processo complexo e o desempenho das organizações depende da sua capacidade de evoluir para se manter com sucesso em mercados cada vez mais globais e competitivos. A interdisciplinaridade é parte fundamental da inovação, porque as modernas soluções dependem da atuação integrada das diversas áreas do conhecimento para que os resultados sejam maximizados. A construção de uma abordagem interdisciplinar é, portanto, fundamental para promover a criação de respostas a quaisquer desafios que possam vir a confrontar as sociedades e organizações. Assim, este trabalho define esses conceitos relevantes e faz uma ligação entre o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades de forma interdisciplinar reunindo as bases para um processo de inovação tecnológica e acadêmica orientado à solução de problemas reais, através de ampla pesquisa bibliográfica e valendo-se de um estudo de caso aplicado em uma instituição de ensino superior. A proposta foi seguir as novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (DCN) (MEC, 2019), pela Resolução MEC nº 2, de 24 de abril de 2019 e propor melhorias nas grades do curso de engenharia civil. Adaptando a nova consciência que o curso pode ter – 25% da grade EAD (Ensino a Distância) – e que a interdisciplinaridade faz parte da inovação.

Palavras-chave: Inovação. Interdisciplinaridade. Competências. Ensino e Aprendizagem.

* Mestre em Sistemas de Gestão e doutoranda em Sistemas de Gestão Sustentáveis, pela Universidade Federal Fluminense, Brasil; E-mail: kmaggessi@hotmail.com

** Centro Universitário Unilasalle-RJ, Universidade Federal Fluminense, Brasil; E-mail: luiz.lope@soulasalle.com.br

*** Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Docente no Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, Brasil; E-mail: anacellular1@yahoo.com.br

**** Universidade Estácio de Sá, Universidade Federal Fluminense, Brasil; E-mail: cerbb@terra.com.br

***** Universidade Federal Fluminense, Brasil; E-mail: fariasfilho@gmail.com

***** Universidade Federal Fluminense, Brasil; E-mail: avalle.faria@gmail.com

Abstract

Technological innovation is a complex process and the performance of organizations depends on their ability to evolve to remain successful in increasingly global and competitive markets. Interdisciplinarity is a fundamental part of innovation, because modern solutions depend on the integrated performance of the various areas of knowledge so that the results are maximized. The construction of an interdisciplinary approach is, therefore, fundamental to promote the creation of responses to any challenges that may come to confront societies and organizations. Thus, this work defines these relevant concepts and makes a connection between the development of different competences and skills in an interdisciplinary way, gathering the bases for a process of technological and academic innovation oriented to the solution of real problems, through extensive bibliographic research and drawing on of a case study applied in a higher education institution. The proposal was to follow the new National Curriculum Guidelines for Engineering Courses (DCN) (MEC, 2019), by MEC Resolution No. 2, of April 24, 2019 and to propose improvements in the civil engineering course grades. Adapting the new awareness that the course may have 25% of the distance learning (EAD) grade and that interdisciplinarity is innovation.

Keywords: Innovation. Interdisciplinarity. Skills. Teaching and Learning.

1 Introdução

No início do século XVIII, com o iluminismo e o positivismo, a maior parte dos intelectuais ocidentais passou a acreditar no método científico da ciência clássica, ou moderna, dissociando a crença em Deus da crença no homem como conhecedor e inventor, capaz de resolver os problemas da humanidade. Mas foi, a partir do século XIX, que o método científico de produção do conhecimento positivista e experimental, de racionalidade exclusivamente formal, funcional e instrumental da ciência moderna tornou-se um paradigma hegemônico, um modelo global dominante, inclusive nas ciências sociais emergentes (ALVARENGA et al., 2011). O paradigma da ciência moderna caracteriza-se, principalmente, pelo pensamento simplificador, fundamentado em uma racionalidade estreita devido às suas implicações, assim como no reducionismo, e tem, como pilares fundamentais, a ordem, a disjunção ou separação, a redução e a lógica formal, que o sustentam como garantia da certeza do conhecimento científico.

Uma vez que admite a existência de apenas duas formas de conhecimento científico, as disciplinares formais da lógica e da matemática e as ciências empíricas, esse paradigma elimina tudo aquilo o que não é redutível à ordem, às leis gerais, às unidades elementares, inviabilizando o estudo de fenômenos complexos como objeto da ciência e gerando implicações, sobretudo, para as ciências biológicas e sociais, impedindo, desta forma, a contradição e paradoxos da realidade, ignorando as questões existentes entre e além das fronteiras disciplinares (ALVARENGA et al., 2011). Com a ciência moderna o conhecimento científico rompeu com o conhecimento comum, na medida que passou a privilegiar a forma como as coisas funcionam, e não a sua finalidade ou agente causador. Seu determinismo mecanicista busca um conhecimento que seja útil e funcional, que permita dominar e transformar a realidade, ao invés de compreendê-la em toda a sua profundidade e complexidade. Sendo assim, o paradigma da ciência moderna norteou o conhecimento disciplinar e originou o processo de fragmentação e compartimentação da ciência em especialidades bem definidas e delimitadas.

Mas a prática reducionista, que resultou no crescimento e fragmentação das disciplinas científicas, não se consolidou como uma abordagem bem-sucedida para a integração dos saberes em busca da solução de problemas práticos, cuja amplitude transcende as fronteiras disciplinares, o que deu origem e reforçou a importância e o nível de dificuldade da pesquisa interdisciplinar (GIBBONS et al., 1994; GILBERT, 1998; HACKLIN; WALLIN, 2013). Contudo, a especialização da ciência contribuiu para a abordagem interdisciplinar no que tange à combinação dos diferentes campos do saber, tendo em vista a solução de problemas científicos e teóricos específicos (BORDONS; MORILLO; GÓMEZ, 2004). Desta forma, embora a prática reducionista não tenha perdido sua relevância para o progresso disciplinar, tornou-se necessário o surgimento de novas práticas e infraestruturas integradoras. Isso posto, as práticas reducionistas e interdisciplinares não podem ser entendidas como concorrentes ou exclusivas, uma vez que ambas devem ser utilizadas da forma mais eficiente e adequada possível (GILBERT, 1998; HACKLIN; WALLIN, 2013) para atender aos desafios da ciência. A partir da década de 1970, a busca pela interdisciplinaridade deu início a um movimento que tem evidenciando as possibilidades de inovação e o exame de problemas complexos reais de toda ordem (ALVARENGA et al., 2011).

No campo político, a pesquisa interdisciplinar tem se destacado como “mais bem-sucedida na obtenção de avanços e resultados relevantes, seja em termos de inovação para o crescimento econômico ou para necessidades sociais” (RAFOLS; MEYER, 2010), levando à condução de políticas que busquem promovê-la, principalmente nos domínios das ciências que emergiram através da convergência tecnológica, como a biotecnologia, a nanotecnologia e a engenharia genética (HACKLIN; WALLIN, 2013; RAFOLS; MEYER, 2010; RAYNAUT, 2011).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a associação entre inovação e interdisciplinaridade, evidenciando como vários conhecimentos podem ser parte integrante e constituinte da obtenção de um todo, que leva a soluções inovadoras para os desafios da sociedade e das organizações. O trabalho possui quatro sessões sendo o Capítulo 2 focado na definição dos conceitos através da pesquisa bibliográfica, o Capítulo 3 na descrição da metodologia de pesquisa empregada, o Capítulo 4 no Estudo de Caso, que evidencia a relação no objeto da investigação, e o Capítulo 5 no sumário dos resultados alcançados.

2 Fundamentação teórica

Inicialmente é preciso definir os vários aspectos que compõem as bases do trabalho que são a interdisciplinaridade, a inovação, a relação entre elas e o processo de aprendizagem.

2.1 Interdisciplinaridade

Como visto anteriormente, a interdisciplinaridade emergiu nos anos 1960 como uma forma alternativa de produção de conhecimento, que transcende o domínio disciplinar na tratativa de problemas reais com a proposta de religar os saberes e desenvolver conhecimento e tecnologia com base na complexidade do mundo contemporâneo, através de recombinações

construtivas dos limites da fragmentação que impedem o avanço científico. A interdisciplinaridade está fundamentada no princípio de que não há um vazio de realidade entre as fronteiras disciplinares, negando, dessa forma, o pressuposto básico do conhecimento objetivo da ciência moderna, passando a constituir um modo de pensamento alternativo, complementar e inovador de produção do conhecimento e tecnologia, posicionando o homem e o planeta Terra no cerne da questão (ALVARENGA et al., 2011; GILBERT, 1998).

A interdisciplinaridade tem a integração como seu elemento definidor, e não a transgressão das fronteiras disciplinares. Sendo assim, pode ser entendida como um modo de pesquisa que integra o conhecimento de diferentes saberes, seus conceitos, ferramentas, técnicas, informações e dados, gerando um novo saber, único e intelectualmente coerente, com um vocabulário comum, cujo todo consiste em mais do que a soma das partes (GILBERT, 1998; HACKLIN; WALLIN, 2013; KLEIN, 1990; RAFOLS; MEYER, 2010).

Entretanto, por ser um campo de conhecimento ainda em construção, de natureza polissêmica e multidimensional, não há um consenso quanto às concepções de interdisciplinaridade e suas variações (multi, trans, pluri e crossdisciplinaridade) (ALVARENGA et al., 2011; RAFOLS; MEYER, 2010). Segundo Gibbons et al. (1994), por exemplo, o que caracteriza a interdisciplinaridade é a formulação de “uma terminologia uniforme, disciplinadora ou de uma metodologia comum” adotada pelas disciplinas envolvidas através da cooperação científica com base na abordagem compartilhada de temas distintos em um contexto específico. O mesmo ocorre com relação aos possíveis indicadores e métodos de categorização (BORDONS; MORILLO; GÓMEZ, 2004; RAFOLS; MEYER, 2010). Avaliar o nível de integração do conhecimento científico, dada sua grandiosidade, implica em adotar fronteiras rígidas, o que contraria a dinâmica fluida da ciência e gera, consequentemente, opiniões conflitantes, principalmente em campos emergentes.

Ao abordar a relação complexa entre o homem e o planeta Terra, a produção do conhecimento interdisciplinar expande as fronteiras entre os indivíduos e ideias em um ambiente organizacional, configurando uma ameaça ao status quo e, consequentemente, um estresse nas comunidades e instituições de pesquisa. Mas, enfrentar os desafios com uma abordagem disciplinar cada vez mais ampla, pode reduzir o estresse gerado nessa transição e permitir a produção de um conhecimento significativamente mais amplo e integrado (GILBERT, 1998).

2.2 Inovação

A inovação tem um papel importante e influência significativa na competitividade dos países e organizações, sendo um processo-chave para o alcance da competitividade sustentada (BARBOZA; FONSECA; RAMALHEIRO, 2015; CARVALHO et al., 2015; CERETTA; REIS; ROCHA, 2016; BRUNO-FARIA; FONSECA, 2015; PAULA; STARLING, 2015; PIERRY et al., 2016; SILVEIRA et al., 2016). A habilidade da organização em mudar e se adaptar é essencial para sua sobrevivência no mercado (TROTT, 2012). O sucesso da inovação com foco na estratégia do negócio está na capacidade da organização de criar, desenvolver e explorar novas ideias, opções e oportunidades (PIERRY et al., 2016).

Há séculos, inúmeras pesquisas têm sido realizadas sobre o processo de inovação como motor do crescimento. A inovação foi entendida como um movimento cíclico até a primeira metade do século XIX. Segundo Trott (2012), Schumpeter destacou-se como um dos primeiros economistas a enfatizar, na década de 1930, a importância do desenvolvimento e da difusão de novas tecnologias para fomentar o crescimento econômico, mas foi Marx quem colocou primeiro que as inovações poderiam estar relacionadas às ondas, ou aos rompantes, do crescimento econômico, que não ocorre de forma regular. Essa abordagem de Marx foi adotada por outros estudiosos, como o próprio Schumpeter, Kondratieff e Abernathy e Utterback ao longo do século XX. Entretanto, enquanto Marx defendia a visão de que as economias capitalistas entrariam em declínio, Kondratieff sustentava que o crescimento econômico capitalista experimentaria ondas de crescimento e declínio. Já Abernathy e Utterback acreditavam que o surgimento de qualquer setor industrial ocorria com base em uma inovação radical de produto, seguida por inovações incrementais.

Porém, a abordagem de Abernathy e Utterback não explicava como se poderia atingir o sucesso com base na inovação. Após a segunda guerra mundial, a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) industrial surgiu como fator mais influente para a inovação. Contudo, os economistas perceberam não haver qualquer correlação direta entre os altos investimentos em P&D e as taxas de crescimento econômico das nações, constatando-se que o processo de inovação era de ordem bem mais complexa do que se imaginava até então. Na década de 1950, surgiram estudos sobre inovação com foco nas características internas do processo. Esses estudos tinham, como um de seus elementos, a abordagem interdisciplinar, integrando o conhecimento da economia, comportamento organizacional e gestão de negócios para análise do processo de inovação.

Como resultado, constatou-se que as organizações apresentavam comportamentos distintos quanto a geração de novos conhecimentos, aplicação desses novos conhecimentos no desenvolvimento de novos produtos e processos, e exploração comercial dos produtos e processos gerados no que tange à receita, fazendo com que umas fossem mais bem-sucedidas do que outras. Com base nesses estudos, a organização e a forma como aplicava seus recursos passaram a serem consideradas como principal influência no processo de inovação.

Robert Solow e Paul Romer incrementaram as teorias de Schumpeter. Romer sobressaiu-se e desenvolveu a moderna teoria do crescimento econômico, comumente denominada teoria de crescimento econômico schumpeteriana, na qual defende que o crescimento econômico surge de forma sustentada a partir da concorrência entre as organizações, que buscam elevar seus lucros através da criação de novos produtos e do desenvolvimento de novas formas de produção. Essa teoria considera que as organizações diferem umas das outras na forma como administram seus recursos e desenvolvem capacidades que influenciam no processo de inovação.

Pesquisas e discussões políticas recentes têm ressaltado a relevância de se analisar a inovação de um ponto de vista mais amplo, fundamentado no conhecimento criado e trocado através de processos interativos que ocorrem no interior das organizações e entre as mesmas (CERETTA; REIS; ROCHA, 2016; OECD, 2007). O panorama do processo de inovação proposto por Trott (2012), contempla as perspectivas econômica, de estratégia de gestão de negócio e do comportamento organizacional, além de incluir a avaliação das atividades internas, para análise da forma como a inovação ocorre. Esse panorama reconhece ainda que as

organizações se relacionam para comercializar, competir e cooperar entre si e que as atividades realizadas pelos colaboradores dentro das organizações influenciam o processo de inovação.

Há várias correntes que tratam o tema inovação com base em sua gênese epistemológica. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento (OCDE) (2007) define, no Manual de Oslo, a inovação como sendo “a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” (OECD, 2007).

2.3 Interdisciplinaridade e inovação

A vantagem competitiva obtida com o processo de inovação tem sua origem no sucesso da integração de conhecimentos organizacionais específicos, especializados, uma vez que é na fronteira dos saberes que ocorrem a maior parte das inovações (CARLILE, 2004; HACKLIN; WALLIN, 2013). Em geral, em atividades de pesquisa e desenvolvimento, quanto maior a diferença e dependência entre grupos de conhecimentos disciplinares distintos, maior a dificuldade para romper com a fronteira existente entre eles e gerenciá-los de forma estratégica (CARLILE, 2004). Uma ampla variedade de conhecimento contribui para a promoção da criatividade e da aprendizagem organizacional apenas quando há integração e diálogo dos saberes, assim como um conhecimento comum a respeito dos mesmos (GRANDORI, 2001).

Hacklin e Wallin (2013) afirmam que, na atual sociedade interdisciplinar em que estão inseridas, as organizações precisam não só adotar “práticas de gestão da inovação que permitam a tomada de decisões interdisciplinares”, como viabilizarem a criação do conhecimento interdisciplinar dentro e além de suas fronteiras, para serem bem-sucedidas. Adicionalmente, de acordo com Gilbert (1998), a forma como as pesquisas científicas são conduzidas, no que tange à articulação dos problemas de pesquisa, à organização das equipes e a propagação e avaliação dos resultados, deve ser revista, a fim de passar a incorporar esforços interdisciplinares.

Na década de 1990, Gibbons et. al. (1994) afirmava haver uma tendência de mudança na forma como o conhecimento era produzido que não poderia ser ignorada; passou a ser gerado “em contextos sociais e econômicos mais amplos e transdisciplinares” (GIBBONS et al., 1994). O autor destaca que as inovações intelectuais costumam ser entendidas como equivocadas quando surgem por aqueles que defendem as ideias dominantes. Seja porque o novo fenômeno é descrito em termos do antigo ou porque cresce fora da racionalidade existente. Segundo Grandori (2001), romper com a valorização da premissa de uma racionalidade global que se opõe à racionalidade limitada seria um avanço tanto no diálogo interdisciplinar quanto no conhecimento a respeito do processo de tomada de decisão e dos comportamentos econômicos e organizacionais, tendo em vista que não pode haver uma racionalidade global, objetiva, ao se tratar de problemas complexos. Toda sorte de racionalidade limita o conhecimento humano ao vincular a racionalidade e a lógica científica a um modelo que pode ser válido ou não, onde nem todas as informações relevantes são levadas em consideração.

Em suma, pode-se afirmar que o conhecimento interdisciplinar expande o multidisciplinar ao explorar e desenvolver sobreposições, feedbacks e interconexões entre os resultados gerados por explorações disciplinares tradicionais (GILBERT, 1998) e permite às organizações obterem maior vantagem competitiva ampliando as perspectivas do processo de inovação.

2.4 Aprendizagem ativa e colaborativa

O conceito de aprendizagem ativa pode possuir muitos significados, já que este não possui um conceito único (NAVARRO, 2006), entretanto é sabido que ele se opõe à aprendizagem passiva ou expositiva, que é fundamentada apenas na exposição para a transmissão do conteúdo. A aprendizagem ativa trata de um método educativo focado no aluno, fazendo-o tomar atitudes que o envolvam na aula, principalmente na resolução de problemas propostos e motivados pelo professor (IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2005). Esse método de abordagem proporciona a criação de conhecimentos e enriquece habilidades em trabalhos/seminários, nos quais os próprios alunos são os responsáveis em planejar e escolher o método de como vão trabalhar o conteúdo com outros colegas, estimulando o pensamento crítico (NAVARRO, 2006). Essas teorias ganharam mais força no século XX, principalmente com Jean Piaget e Lev Vygotsky.

Um outro método de aprendizagem que torna o centro de todo contexto o aluno é a aprendizagem colaborativa, que propõe: definições de estratégias, leituras para discussão e desenvolvimento em grupos, desenvolvendo nos estudantes habilidades para resolver problemas e despertando o raciocínio crítico nos trabalhos propostos, que passam a ser mais complexos, com grau de dificuldade maior e que podem se aproximar muito de questões encontradas no mundo real em um local de trabalho (BARKLEY et al, 2014).

3 Metodologia de pesquisa

Como o objeto básico do trabalho é a comprovação da construção de processos inovativos a partir da interdisciplinaridade, fez-se uma ampla pesquisa bibliográfica em documentos disponíveis na academia e que foram coletados na base de indexação SCOPUS, que é a maior fonte referencial de literatura técnica e científica revisada por pares. A utilização de uma base de qualidade é fundamental para que as pesquisas tenham um embasamento atual com o estado-da-arte do desenvolvimento acadêmico. Para a obtenção do referencial teórico aplicável ao tema proposto, o mecanismo de busca foi parametrizado com a aplicação de um primeiro filtro com a palavra-chave “Innovation”, seguida da aplicação, no resultado obtido, do segundo filtro com a palavra-chave “Interdisciplinarity”, e posterior limitação para o período de 1973 a 2020.

A verificação da relação entre interdisciplinaridade e a inovação foi possível com a utilização de um Estudo de Caso, que é um método de pesquisa ampla sobre um assunto específico, permitindo aprofundar o conhecimento sobre ele e, assim, oferecer subsídios para novas investigações sobre a mesma temática e permitir a verificação da aplicabilidade das

soluções propostas. No presente estudo, a matriz curricular de um curso de Engenharia Civil de uma instituição de ensino superior (IES) particular atuante no Brasil foi relacionada com as especificações existentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (DCN) (MEC, 2019), que buscam uma formação de engenheiros com visão holística e humanista, capacidade de reflexão, julgamento, criatividade, cooperação, ética e forte formação técnica.

4 Estudo de caso

O presente capítulo tem como objetivo ilustrar a aplicação da teoria até aqui apresentada nesse trabalho. Ele foi dividido em três grandes blocos. A primeira parte apresenta a legislação vigente no país aplicável à formação dos engenheiros. A segunda consiste na apresentação da IES escolhida e da matriz curricular utilizada para a interpretação da teoria. Na terceira e última parte, é feita uma exposição e comentários dos resultados encontrados.

4.1 Legislação

O mercado educacional brasileiro de nível superior é regido pela Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior (SERES) vinculada ao Ministério da Educação (MEC). Nos últimos 20 anos, foram emitidas várias regulamentações que devem ser observadas pelas Instituições de Educação Superior (IES) na organização, no desenvolvimento e na avaliação dos cursos de Engenharia no âmbito dos Sistemas de Educação Superior vigentes no país.

A mais recente publicação de aspecto geral foi a das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (DCN) (MEC, 2019), pela Resolução MEC nº 2, de 24 de abril de 2019, que busca uma uniformização da forma como os engenheiros devem ser habilitados e capacitados para exercício de sua profissão. Esses objetivos são claramente definidos em dois artigos fundamentais: o terceiro, que define as características do egresso, e o quarto, que define as competências que devem ser desenvolvidas.

Como características de perfil do egresso dos cursos de engenharia as DCN especificam:

- a) Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- b) Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- c) Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- d) Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- e) Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho e
- f) Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Como competências são especificados:

- a) Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto;
- b) Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação;
- c) Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos;
- d) Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia;
- e) Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica;
- f) 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;
- g) Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão e
- h) 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.

Também há uma preocupação do MEC em fazer com que modernas tecnologias que empregam ambiente virtual de aprendizado (DCN, Art. 6º, § 6º) e de informação e comunicação (DCN, Art. 4º, V, a) sejam incorporadas nas matrizes curriculares. Assim foi editada a Portaria nº 2.117 em 6 de dezembro de 2019 (MEC, 2019), regulamentando oferta de carga horária na modalidade de Ensino a Distância - EaD em cursos de graduação presenciais.

Nessa portaria (Art. 2º), foi especificado que as IES poderiam introduzir a oferta de carga horária na modalidade de Ensino a Distância (EaD) na organização pedagógica e curricular de seus cursos de graduação presenciais, até o limite de 40% da carga horária total do curso. A incorporação das modernas tecnologias de ensino é claramente definida no artigo 4º dessa nova portaria.

A oferta de carga horária à distância em cursos presenciais deverá incluir métodos e práticas de ensino-aprendizagem que incorporem o uso integrado de Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC para a realização dos objetivos pedagógicos, material didático específico bem como para a mediação de docentes, tutores e profissionais da educação com formação e qualificação em nível compatível com o previsto no PPC e no plano de ensino da disciplina (Art. 4º, Portaria nº 2.117 em 6 de dezembro de 2019).

Com base nessa legislação foi dado um prazo de três anos, a partir da data de publicação da Resolução MEC nº 2, de 24 de abril de 2019, para que as IES fizessem a implementação completa das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia aprovadas e que deveriam ser demonstradas através da atualização do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) para cada curso ministrado e em atividade.

4.2 A instituição de ensino superior e sua matriz curricular

Para efeito da análise do Estudo de Caso, foi escolhida uma Instituição de Ensino Superior (IES) particular que opera no Brasil com mais de 40 campi e 300.000 alunos matriculados, dos quais aproximadamente 45.000 em na área de Engenharia.

Dessa IES, foi escolhido o curso de Engenharia Civil, que está sumarizado na Tabela 1 com as principais informações sobre a matriz curricular vigente no ano de 2015 e a que está sendo implementada em 2020, para atendimento às DCN de 2019.

Tabela 1 – Matriz Curricular Curso Engenharia Civil

Estudo de Caso - Engenharia Civil		Currículos	
		2015	2020
Disciplinas	Estágio	1	1
	TCC	2	1
	Disciplinas Eletivas a Cursar	2	0
	Demais Disciplinas Obrigatórias Presencial	46	32
	Demais Disciplinas Obrigatórias Online	15	10
	Disciplinas Total a Cursar	66	44
Créditos	Créditos Obrigatórios	187	183
	Créditos Eletivos	4	0
	Total créditos	191	183
Carga Horária Integralização do Currículo	Carga Horária das Disciplinas Obrigatórias	3490	3660
	Carga Horária das Eletivas	72	0
	Atividades Complementares	150	80
	Carga Horária Total	3712	3740
Tipo de Carga Horária	Carga Horária de Disciplinas Presencial (T, T+P, P e L)	2196	1920
	Carga Horária de Disciplinas Online	576	1440
	Carga Horárias de Disciplina Campo	418	0
	Carga Horária de Estágio	212	220
	Carga Horária de TCC	160	80
	Carga Horária Total	3562	3660
Prática de laboratório	Disciplinas com Carga Prática em Laboratório	14	13
	Carga Horária com Prática de Laboratório	504	420
Duração	Período de Integralização do Curso	5 anos	5 anos
	Formação Básica	1472	1600

Karolina Muniz Freire Maggessi; Luiz Otávio Moutinho Lopes;
 Ana Carolina Cellular Massone, Carlos Eduardo R. B. Barateiro;
 José Rodrigues de Farias Filho; Alexandre do Valle Faria.

Carga Horaria por Eixos Temáticos	Ambiental	94	80
	Construção e Gestão	484	640
	Estruturas	534	400
	Geotecnia	274	240
	Hidráulica	152	240
	Integração	408	300
	Sistemas	72	160
	Total dos Eixos Temáticos	3490	3660

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nessa Tabela 1, é possível verificar os seguintes componentes básicos da estrutura curricular do curso:

- Projeto de Final de Curso: é a exigência da entrega de um trabalho de conclusão ao final do curso para a demonstração dos conceitos adquiridos;
- Disciplinas Eletivas: são disciplinas que o aluno pode escolher entre as ofertas feitas pela IES e que servem para complementar a grade mínima obrigatória;
- Disciplinas Presenciais: são as disciplinas em que há o contato físico do aluno com o professor, seja através de aulas teóricas, teórico-práticas ou de laboratório;
- Disciplinas Online: são disciplinas em que não há contato físico e os conteúdos são passados através de meios digitais.
- Total de Disciplinas: totaliza-se os itens anteriores para apurar o quantitativo de disciplinas obrigatórias que compõem a grade do curso.

O currículo de 2020 apresentado foi construído relacionando as competências a serem adquiridas pelos egressos, de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, com as respectivas disciplinas que fazem parte da integralização curricular do curso de Engenharia Civil.

De acordo com as DCN, há oito competências básicas a serem desenvolvidas:

- Capacidade de conceber soluções de Engenharia;
- Capacidade de compreender fenômenos físicos e químicos;
- Capacidade de projetar soluções de Engenharia;
- Capacidade de implementar as soluções de Engenharia;
- Capacidade de Comunicação;
- Capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares;
- Conhecimento e aplicação com ética e atendimento à legislação e
- Capacidade de aprendizado autônomo e operar em contextos complexos.

Na Tabela 2, é apresentado como as disciplinas desse currículo foram distribuídas para atendimento a essas competências. É possível fazer algumas observações em relação à essa tabela. A primeira e mais fácil de verificar é que uma competência não pode ser estabelecida por apenas uma disciplina. Ela é criada com a participação do aluno em atividades e escopos diferentes.

Como exemplo desse processo, na competência V – Capacidade de Comunicação na DCN é especificado que o engenheiro deve “ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na

Karolina Muniz Freire Maggessi; Luiz Otávio Moutinho Lopes;
Ana Carolina Cellular Massone, Carlos Eduardo R. B. Barateiro;
José Rodrigues de Farias Filho; Alexandre do Valle Faria.

língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação, mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis” (Resolução MEC nº 2, de 24 de abril de 2019).

Tabela 2 – Disciplinas e a Formação de Competências

Modalidade	Disciplinas	Competências								Total
		I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	
Presencial (com 25% digital)	BIM-Modelagem da Informação da Construção	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Engenharia Hidráulica	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Engenharia, Sociedade e Sustentabilidade	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Fundações e Obras de Terra	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Materiais de Construção Civil	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Pavimentos de Concreto Armado	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Representação Gráfica para Projeto	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Sistemas Estruturais de Concreto	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Sistemas Prediais e Domótica	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Topografia e Geomática	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Vias de Transporte	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Análise, Modelagem e Simulação de Estruturas	X	X	X	X	X	X		X	7
	Eletricidade Aplicada	X	X	X	X	X	X		X	7
	Eletricidade e Magnetismo	X	X	X	X	X	X		X	7
	Fenômenos Físicos	X	X	X	X	X	X		X	7
	Física Teórica Experimental - Fluidos e Calor	X	X	X	X	X	X		X	7
	Física Teórica Experimental - Mecânica	X	X	X	X	X	X		X	7
	Química Tecnológica	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Inovação, Empreendedorismo e Projeto Final	X		X	X	X	X	X	X	7

Karolina Muniz Freire Maggessi; Luiz Otávio Moutinho Lopes;
 Ana Carolina Cellular Massone, Carlos Eduardo R. B. Barateiro;
 José Rodrigues de Farias Filho; Alexandre do Valle Faria.

	Tecnologia da Construção	X		X	X	X	X		X	6
	Análise de Estruturas Isostáticas	X	X	X		X			X	5
	Fenômenos de Transporte	X	X	X	X		X		X	6
	Mecânica dos Sólidos	X	X	X	X		X		X	6
	Mecânica dos Solos	X	X	X	X		X		X	6
	Resistência dos Materiais em Estruturas	X	X	X	X		X		X	6
	Sistemas Estruturais de Aço e Madeira	X		X	X		X		X	5
	Princípios de Gestão	X			X	X	X	X	X	6
	Matemática Instrumental		X			X			X	3
	Cálculo Diferencial e Integral		X			X			X	3
	Cálculo de Múltiplas Variáveis		X			X			X	3
	Modelagem Matemática		X	X	X	X	X		X	6
	Planejamento, Orçamento e Controle de Obras			X	X	X	X	X	X	6
	Supervisão de Estágio e Pré-Projeto	X		X	X	X	X	X	X	6
	Lógica de Programação			X	X		X		X	4
Online (100% digital)	Hidrologia e Usos da Água	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	Canteiro de Obras	X		X	X	X	X		X	6
	Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo	X		X		X		X	X	5
	Pontes	X	X	X					X	4
	Mobilidade e Sistemas de Transportes	X		X					X	3
	Obras de Infraestrutura	X		X				X	X	4
	Análise de Dados	X	X			X			X	4
	Equações Diferenciais		X			X			X	3

Karolina Muniz Freire Maggessi; Luiz Otávio Moutinho Lopes;
 Ana Carolina Cellular Massone, Carlos Eduardo R. B. Barateiro;
 José Rodrigues de Farias Filho; Alexandre do Valle Faria.

Geometria									
Análítica e Álgebra Linear	X				X			X	3
Pensamento Computacional		X	X		X			X	4
Total de Disciplinas por Competência	35	32	37	33	34	33	19	44	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A competência (V) é desenvolvida através de 34 disciplinas que compreendem desde as relacionadas com aspectos da matemática básica (Matemática Instrumental, Cálculo Diferencial e Integral, Cálculo de Múltiplas Variáveis, Modelagem Matemática, Análise de Dados, Equações Diferenciais e Geometria Analítica e Álgebra Linear), passando pelas que representam como o engenheiro comunica as soluções criadas (BIM-Modelagem da Informação da Construção, Representação Gráfica para Projeto, Supervisão de Estágio e Pré-Projeto, Sistemas Estruturais de Aço e Madeira, Sistemas Estruturais de Concreto e Sistemas Prediais e Domótica). Essa abordagem, com perfil interdisciplinar, permite a tratativa de problemas reais através da integração de diferentes saberes.

O segundo aspecto que podemos observar é a incorporação de 25% da carga das disciplinas presenciais através de ferramentas digitais. Ou seja, o aluno passa a ter contato com modernas metodologias em todas as disciplinas do curso. Essa mudança configura uma inovação que permite a incorporação de novas tecnologias de aprendizado, mantendo, ainda assim, o imprescindível contato com o professor, porém de forma diferenciada.

Cabe destacar que essa inovação no ensino da engenharia só foi possível com as mudanças implementadas pela Portaria nº 2.117 em 6 de dezembro de 2019: a soma da carga horária digital das disciplinas presenciais com a carga horária das dez disciplinas totalmente online ficou abaixo do limite de 40% definido no Art. 2º.

4.3 Exposição e comentários

O novo Projeto Pedagógico do Curso rompeu paradigmas até então consolidados no ensino superior, promovendo a incorporação de modernas ferramentas ao trabalho executado pelo professor.

O primeiro paradigma superado foi a incorporação do ensino EAD para ministrar conteúdo relevante no desenvolvimento das atividades da disciplina presencial. Esse modelo de conjugação simultânea do EAD-Presencial permite que o aluno efetivamente seja protagonista do processo de aprendizado exatamente como as DCN preconizam. Ao mesmo tempo, enriquece o aprendizado com recursos tecnológicos que dificilmente poderiam ser disponibilizados no ambiente de uma sala de aula convencional. Adicionalmente, permite que o egresso passe a ter uma efetiva capacitação no aprendizado autônomo, desenvolvido ao longo de todo o curso.

Outro paradigma rompido trata do uso da tecnologia em nível até então nunca imaginado para a formação superior. O ensino remoto desenvolve as competências com a aplicação de ferramentas diferenciadas para o ensino e aprendizagem, dentre as quais pode-se destacar o uso de simuladores, vídeos e todo tipo de conteúdo disponível em meios digitais,

além do acesso a especialistas de qualquer local do mundo para a realização de debates, palestra, dentre outras interações, o que antes era difícil ou até mesmo inviável em função do deslocamento, da disponibilidade e do alto custo envolvido.

Na aprendizagem ativa, o aluno fica no centro do aprendizado, interagindo com os demais alunos e com o professor durante as propostas feitas em aula. Nesse método de ensino coloca-se o aluno no centro do saber para promover descobertas e investigações (BARKLEY et al, 2014). Quando o método da aprendizagem ativa está consolidado e as cargas horárias e atividades avaliativas estão adaptadas, é possível evoluir para um método que proporciona maior liberdade aos estudantes, apesar de exigir maior maturidade, que é a aprendizagem colaborativa.

A aprendizagem colaborativa, como foi visto, é um conceito amplo, que trata de algo além da aprendizagem ativa e, para que ocorra, é necessário que as atividades sejam realizadas em grupos e formuladas para desenvolver o máximo de competências e cooperação entre os alunos. (BARKLEY et al, 2014).

Ela pode ser aplicada em 4 etapas (ALMEIDA et al., 2016):

- Identificar a competência a ser desenvolvida;
- Identificar as habilidades que compõem essa competência, como, por exemplo, saber utilizar determinado software ou ferramenta, pesquisar determinada tecnologia, problematizar a experiência do usuário e medir a satisfação;
- Identificar as atitudes que compõem essa competência. Ex.: colaboração, proatividade, conforto com o erro, perseverança, escuta genuína e
- Identificar os conhecimentos relacionados às habilidades e atitudes mapeadas. Ex.: um determinado processo, ferramenta ou conceito

Esse método de ensino apresenta um desafio muito maior para o estudante, professor e instituição. Ele promove o diálogo, aprimorando o comportamento social. Durante as atividades colaborativas são desenvolvidas situações pensadas para que agreguem: desenvolvimento da autonomia, articulação cognitiva, pensamento crítico e oportunidades de crescimento intelectual colaborativo. As tarefas são pensadas de forma inclusiva, fazendo com que todo o grupo trabalhe junto para que o resultado seja alcançado. Para que isso seja possível, os educadores precisam criar condições adequadas de aprendizagem. A interação entre diferentes cursos da mesma área ou alunos de diferentes períodos dentro da instituição deve ser encorajada, com a realização de atividades integradoras que trabalhem a pesquisa, iniciação científica e com isso a autonomia do aluno e a sua inclusão no ambiente de aprendizado.

Na metodologia colaborativa, os alunos podem ser avaliados em atividades baseadas em projeto, focando na pesquisa e extensão de forma integrada, diferente do modo tradicional em que apenas alguns poucos têm contato com a realização de iniciação científica ou pesquisa, as quais devem ser estimuladas e compor o processo avaliativo. Essa nova abordagem associada ao uso de novas tecnologias promove o conhecimento de novas ferramentas e aumenta o interesse do aluno durante o curso.

Portanto, o novo Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil atende às DCN e, consequentemente, à legislação. Apresenta uma importante inovação que foi construída a partir de uma abordagem interdisciplinar, holística e integradora, mas há importantes aspectos que devem ser considerados para sejam alcançados resultados efetivos com essa proposta. Cabe ao

professor ressignificar sua profissão, desenvolvendo novos conhecimentos, habilidades e atitudes que promovam um ensino mais dinâmico, colaborativo, integrado e global, com o uso das novas tecnologias e suas aplicações. Ele deixa de ser o protagonista, mas precisa estar motivado e comprometido com tamanha ruptura com um ensino clássico passivo e disciplinar.

5 Considerações finais

Os conceitos de inovação e interdisciplinaridade são bem conhecidos e há muita literatura na academia abordando os vários aspectos e relações entre ambos. A interdisciplinaridade é hoje uma realidade e um desafio que caracteriza uma nova abordagem científica, cultural e epistemológica. Ela exige uma compreensão mais avançada do sempre crescente progresso científico e tecnológico. Ainda que difícil de definir, é possível indicar alguns atributos que permitem especificar o termo interdisciplinar, como: integração, flexibilidade, multidimensionalidade, ampliação das áreas do saber e aproximação dos problemas, do conhecimento e da pesquisa de diferentes perspectivas, em um contexto mais próximo da realidade.

Os conceitos de desenvolvimento sustentável, aquecimento global e bioética são exemplos, entre outros muitos, que, se por um lado facilitam o esclarecimento e a confirmação desse pressuposto, por outro desafiam os profissionais e instituições que os formam, por exigirem o desenvolvimento de novas habilidades, competências e conhecimentos, que vão além da própria especialização profissional. O aprendizado expandido de um conjunto de saberes agrega valor e diferencia a trajetória das pessoas e sua atuação profissional no trabalho ou função que desempenham.

Através do estudo de caso proposto foi possível analisar e construir um processo inovativo de ensino a partir da interdisciplinaridade. A utilização de novas formas de aprendizagem é uma inovação propriamente dita e contribui para um desenvolvimento livre das barreiras disciplinares simplistas. A educação é o ponto chave para a evolução e o incentivo à aprendizagem colaborativa corrobora para que novos profissionais com pensamento autônomo sejam incorporados ao mercado.

Referências

ALMEIDA, T. et al. **Guia conceitual da liga 3.0:** Aprendizagem colaborativa baseada em competências modelo pedagógico da Celso Lisboa. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

ALVARENGA, A. T. de et al. Histórico, fundamentos filosóficos e teórico-metodológicos da interdisciplinaridade. In: PHILIPPI JR, A.; NETO SILVA, A. J.. **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação**. Barueri, São Paulo: Manole, 2011, p. 3–68.

BAR-ILAN, J. Which h-index? - A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar. **Scientometrics**, v. 74, n. 2, p. 257–271, 2008.

Karolina Muniz Freire Maggessi; Luiz Otávio Moutinho Lopes;
Ana Carolina Cellular Massone, Carlos Eduardo R. B. Barateiro;
José Rodrigues de Farias Filho; Alexandre do Valle Faria.

BARBOZA, R. A. B.; FONSECA, S. A.; RAMALHEIRO, G. C. F. Inovação em micro e pequenas empresas por meio do serviço brasileiro de respostas técnicas. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 330–349, set. 2015.

BARKLEY, Elizabeth. **Students engagement Techniques**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2010.

BARKLEY, Elizabeth, et al. **Técnicas de aprendizagem colaborativa**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2014.

BORDONS, M.; MORILLO, F.; GÓMEZ, I. Analysis of Cross-Disciplinary Research Through Bibliometric Tools. In: Moed H. F., Glänzel W., Schmoch U. (eds) **Handbook of Quantitative Science and Technology Research**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, p. 437–456.

BRASIL. Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. Portaria nº 2.117, de 6 de dezembro de 2019. Dispõe sobre a oferta de carga horária na modalidade de Ensino a Distância - EaD em cursos de graduação presenciais ofertados por Instituições de Educação Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino. **Diário oficial da união**, Brasília, DF, 11 de nov. 2019. p. 131. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portarian2.117de6dedezembrode2019232670913#:~:text=1%C2%BA%20Esta%20Portaria%20disp%C3%B5e%20sobre,da%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20educacional%20em%20vi%20gor>. Acesso em: 10 nov. 2020.

BRUNO-FARIA, M. DE F.; FONSECA, M. V. DE A. Medida da cultura de inovação: uma abordagem sistêmica e estratégica com foco na efetividade da inovação. **Revista de Administração e Inovação**, v. 12, n. 3, p. 56–81, set. 2015.

CARLILE, P. R. Transferring, Translating, and Transforming: An Integrative Framework for Managing Knowledge Across Boundaries. **Organization Science**, v. 15, n. 5, p. 555–568, 2004.

CARVALHO, G. D. G. DE et al. Radar da inovação como ferramenta para o alcance de vantagem competitiva para micro e pequenas empresas. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 162–186, dez. 2015.

CERETTA, G. F.; REIS, D. R. DOS; ROCHA, A. C. DA. Inovação e modelos de negócio: um estudo bibliométrico da produção científica na base Web of Science. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 433–444, jun. 2016.

GIBBONS, M. et al. **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies**. Thousand Oaks, CA: [s.n.], 1994.

GILBERT, L. E. Disciplinary breadth and interdisciplinary knowledge production. **Knowledge, Technology & Policy**, v. 11, n. 1, p. 4–15, mar. 1998.

Karolina Muniz Freire Maggessi; Luiz Otávio Moutinho Lopes;
Ana Carolina Cellular Massone, Carlos Eduardo R. B. Barateiro;
José Rodrigues de Farias Filho; Alexandre do Valle Faria.

GRANDORI, A. Methodological Options for an Integrated Perspective on Organization. **Human Relations**, v. 54, n. 1, p. 37–47, jan. 2001.

HACKLIN, F.; WALLIN, M. W. Convergence and interdisciplinarity in innovation management: a review, critique, and future directions. **Service Industries Journal**, v. 33, n. 7–8, p. 774–788, mar. 2013.

IKEDA, A. A.; VELUDO-DE-OLIVEIRA, T. M.; CAMPOMAR, M. C. A Tipologia do Método do Caso em Administração: Usos e Aplicações. **Organização & Sociedade**, Salvador, v. 12, n. 34, jul./set. 2005.

KLEIN, J. T. **Interdisciplinarity: History, theory and practice**. 1st ed. ed. Detroit, MI: Wayne State University Press, 1990.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Governo do Brasil**, Edição: 80 | Seção: 1 | Página: 43. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

NAVARRO, Leonor Prieto. Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado em problemas. **Revista Miscelánea Comillas**, Madrid, v. 64, n. 124, p. 173-196, jan./jun. 2006.

OECD. **Manual de Oslo: Diretrizes para a Coleta e Interpretação de dados sobre Inovação Tecnológica**. 3. ed. ed. Rio de Janeiro: FINEP, 2007.

DE PAULA, H. C. et al. Mensuração da inovação em empresas de base tecnológica. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 232–253, out./dez. 2015.

PIERRY, T. et al. Ideias para a inovação: um mapeamento sistemático da literatura. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 1, p. 60–83, jan./mar. 2016.

RAFOLS, I.; MEYER, M. Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: Case studies in bionanoscience. **Scientometrics**, v. 82, n. 2, p. 263–287, 2010.

RAYNAUT, C. Interdisciplinaridade: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos. In: PHILIPPI JR, A.; SILVA NETO, A. J. (Eds.) **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação**. Tamboré: Manole, [s.l: s.n.], 2011, p. 69–105.

SILVEIRA, A. D. et al. Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras. **Cad. EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 14, n. Edição Especial, Artigo 6, p. 506–526, jul. 2016.

Karolina Muniz Freire Maggessi; Luiz Otávio Moutinho Lopes;
Ana Carolina Cellular Massone, Carlos Eduardo R. B. Barateiro;
José Rodrigues de Farias Filho; Alexandre do Valle Faria.

TROTT, P. J. *Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos*. 4a ed. ed. [s.l.]
Bookman, 2012.