



Correspondência aos Autores

<sup>1</sup> Rodrigo Costa Batista

E-mail: [rodrigo.cb@ifsp.edu.br](mailto:rodrigo.cb@ifsp.edu.br)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, RS, Brasil

CV Lattes

<http://lattes.cnpq.br/5702394893957395>

<sup>2</sup> Mateus das Neves Gomes

E-mail: [mateus.gomes@ifpr.edu.br](mailto:mateus.gomes@ifpr.edu.br)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, RS, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7153399270700704>

<sup>3</sup> Lucas Barbosa Pellissari

E-mail: [lucas.pelissari@ifpr.edu.br](mailto:lucas.pelissari@ifpr.edu.br)

Instituto Federal do Paraná

Paranaguá, PR, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8723394397607851>

Submetido: 26 jan. 2021

Aceito: 10 set. 2022

Publicado: 19 out. 2022

[doi> 10.20396/riesup.v9i0.8665040](https://doi.org/10.20396/riesup.v9i0.8665040)

e-location: e023047

ISSN 2446-9424

Checagem Antiplágio



Distribuído sobre



## Modelagem Computacional na Perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade: Cenário dos Currículos dos Cursos de Engenharia Mecânica em Instituições Federais

Rodrigo Costa Batista<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-2393-8379>

Mateus das Neves Gomes<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-3277-2553>

Lucas Barbosa Pellissari<sup>3</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-3659-5424>

### RESUMO

Novas tecnologias têm incentivado o debate sobre a necessidade de suas integrações no processo de ensino e aprendizagem, permitindo a formação de profissionais aptos para atender as demandas da sociedade e as exigências de um mercado de trabalho cada vez mais dinâmico. Somando-se a isto tem-se o surgimento de um novo perfil de estudantes, com a necessidade de uma educação voltada para a realidade em que estão inseridos. O presente artigo tem como objetivo analisar a presença da modelagem computacional (MC) como metodologia de aprendizagem nos currículos das graduações em engenharia mecânica em Instituições de Ensino Superior públicas federais, buscando verificar a existência de conexões e articulações com a área da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Para tanto foi realizado um estudo descritivo, por meio de uma abordagem qualitativa a partir de uma pesquisa documental. Os resultados permitiram identificar que os conceitos relacionados à MC e à abordagem CTS nos currículos dos cursos de engenharia mecânica não trabalham de maneira integralizada e contínua ao longo do curso. Constatou-se que não houve relação direta entre os conceitos analisados com os desempenhos das instituições em exames de avaliação de curso. Concluiu-se que juntamente com a necessidade de reformulação e adequação dos currículos dos cursos de engenharia mecânica, existe a necessidade de implementação de novas metodologias de avaliações. Buscando uma formação onde se trabalhe de forma articulada os conceitos de MC e o enfoque CTS de forma a atender os anseios dos estudantes e as demandas do mercado atual por profissionais capacitados.

### PALAVRAS-CHAVE

Aprendizagem por modelagem. Abordagem multidisciplinar. Conteúdo curriculares. Curso superior de tecnologia.

## Computational Modeling from the Science, Technology and Society Perspective: Scenario of the Curriculum of Mechanical Engineering Courses in Federal Institutions

### ABSTRACT

New technologies have encouraged the debate about the need for their integration in the teaching and learning process, allowing the training of professionals able to meet the demands of society and the demands of an increasingly dynamic job market. Adding to this is the emergence of a new profile of students, with the need for an education focused on the reality in which they are inserted. This research aimed to analyze the presence of computational modeling (MC) as a learning tool in the curricula of undergraduate mechanical engineering courses in federal public higher education institutions, seeking to verify the existence of connections and articulations with the area of Science, Technology and Society (CTS). As a methodology, a descriptive study was carried out, using a qualitative approach based on documentary research. The results allowed us to identify that the concepts related to MC and the CTS approach in the curriculum of mechanical engineering courses do not work in an integral and continuous way throughout the course. It was found that there was no direct relationship between the concepts analyzed and the institutions' performance in course evaluation exams. It was concluded that together with the need to reformulate and adapt the curricula of mechanical engineering courses, there is a need to implement new assessment tools. Seeking a training where the concepts of MC and the CTS approach are articulated in order to meet the students and as demands of the current market for trained professionals.

### KEYWORDS

Learning by modeling. Multidisciplinary approach. Curriculum contents. Higher technology course.

## Modelado Computacional desde la Perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad: Escenario del Currículo de las carreras de Ingeniería Mecánica en Instituciones Federales

### RESUMEN

Nuevas tecnologías han propiciado el debate sobre la necesidad de integración del proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiendo la formación de profesionales capaces de atender las demandas de la sociedad y las exigencias de un mercado dinámico. A esto se suma el surgimiento de un nuevo perfil de estudiantes, con la necesidad de una educación centrada en la realidad en la que están insertos. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la presencia del modelado computacional (MC) como herramienta de aprendizaje en los planes de estudio de los cursos de ingeniería mecánica en instituciones públicas federales, buscando verificar la existencia de conexiones y articulaciones con el área de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Como metodología se realizó un estudio descriptivo, utilizando enfoque cualitativo basado en la investigación documental. Los resultados permitieron identificar que los conceptos relacionados con el MC y el enfoque CTS en los planes de estudio de los cursos de ingeniería mecánica no funcionan de manera integral y continua a lo largo del curso. Se encontró que no existía una relación directa entre los conceptos analizados y el desempeño de las instituciones en los exámenes de evaluación de cursos. Se concluyó que junto con la necesidad de reformular y adecuar los planes de estudio de los cursos de ingeniería mecánica, existe la necesidad de implementar nuevas herramientas de evaluación. Buscando una formación donde se articulen los conceptos de MC y el enfoque CTS con el fin de satisfacer los deseos de los estudiantes y como demandas del mercado actual de profesionales cualificados.

### PALABRAS CLAVE

Aprendiendo modelando. Enfoque multidisciplinario. Contenidos curriculares. Curso de tecnología superior.

## Introdução

Tendências modernas no desenvolvimento das indústrias de manufatura devem impor novos requisitos aos engenheiros. Devido aos avanços tecnológicos na área da engenharia mecânica, um dos principais requisitos para a atividade profissional bem sucedida de especialistas técnicos é o domínio de ferramentas na área de tecnologia da informação (KURENNOV, 2020). Motyl (2017) acrescenta que os futuros engenheiros mecânicos vão trabalhar e lidar com um mundo cada vez mais globalizado, automatizado, virtualizado, em rede e flexível. Eles vão competir por emprego em um mercado global, desta forma, novas competências e habilidades se tornarão mais importantes.

Seguindo as mudanças mundiais em relação ao ensino de engenharia, declarações da indústria e do governo brasileiro indicam que o ensino em engenharia e ciência precisam preparar os alunos para lidar com problemas do mundo real em um contexto social, ambiental e financeiro realista (CAVALCANTE, 2018).

Desta forma os cursos de engenharia mecânica devem preparar o discente para o mundo do trabalho, proporcionando-lhe experiências diversificadas para enfrentar os desafios que a realidade irá lhe impor. Para auxiliar nesse processo de formação tem-se a necessidade da utilização de novas metodologias que auxiliem no processo de aprendizagem, contribuindo de forma a permitir que o discente construa sua prática, associando-a a teoria para produzir resultados. Essa articulação pode ser viabilizada pela modelagem computacional (MC), por meio da representação de condições da realidade prática, investigações através de simulações numéricas, ações que ocorrem na realidade, interagindo e modificando parâmetros do sistema que levarão a diferentes situações e resultados para atender os requisitos desejados (KHALIL, 2012).

A MC consiste na atividade humana de construir modelos no computador utilizando para tal, os recursos de representação e simplificação oferecidos pela máquina, com o objetivo de alcançar algum resultado específico (OLIVEIRA, 2015). Sendo assim, o estudo da MC atua como uma estratégia relevante, permitindo o aprimoramento da aprendizagem dos conceitos e do desenvolvimento de novos conhecimentos necessários para os desafios que se apresentam.

O mercado de trabalho contemporâneo tem exigido cada vez mais profissionais qualificados e com capacidade crítica para atuação articulada nas áreas de ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e engenharia. Moran (2004) destaca que entre as principais inquietações por parte dos discentes nas universidades está o formato em que são ministradas as disciplinas, isto evidencia a necessidade de mudanças que aliem a inserção da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem. Frente a essa demanda destaca-se também a atual mudança no perfil dos estudantes ingressantes na graduação, os quais apresentam como características elevada cognição e baixa capacidade de lidar com problemas emocionais (TWENGE, 2017). Sendo assim, evidencia-se a necessidade de ocorrência de mudanças nas práticas pedagógicas dos cursos de graduação.

Arelada a esta necessidade de mudanças tem-se a Educação em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que representa “uma mudança de olhar”, onde a tecnologia deixa de ser enfocada em conteúdos distantes e fragmentados baseados em conhecimentos científicos supostamente neutros e autônomos e passa a ser abordada de maneira contextualizada, a partir de situações cotidianas vividas pelos alunos (LINSINGEN, 2007).

No cenário nacional, em abril de 2019, o Conselho Nacional de Educação (CNE) do Ministério da Educação (MEC) publicou as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia) visando “atender as demandas futuras por mais e melhores engenheiros” (BRASIL, 2019b), trazendo conceitos atuais como a formação baseada por competências, estímulo às atividades práticas para o exercício da criatividade e do espírito de inovação, a adoção de metodologias de aprendizagem ativa e uma maior flexibilidade na constituição do currículo.

Os pontos centrais apresentados nas DCNs estimulam a modernização de currículos de engenharia, ressaltando a relação deles com o enfoque CTS, por meio do incentivo à estudos de temas de caráter social envolvendo a ciência e a tecnologia, com a proposta de construção de um ensino voltado para o aluno, valorizando aspectos sociais e humanos, preparando-o para a vida em sociedade e para o mercado de trabalho.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar o cenário de cursos de engenharia mecânica, em instituições federais de ensino, no que se refere à abordagem da MC na composição curricular e suas articulações com a abordagem CTS, buscando verificar a existência de correlações com o desempenho das mesmas em exames de avaliação de cursos existentes no Brasil.

## Metodologia

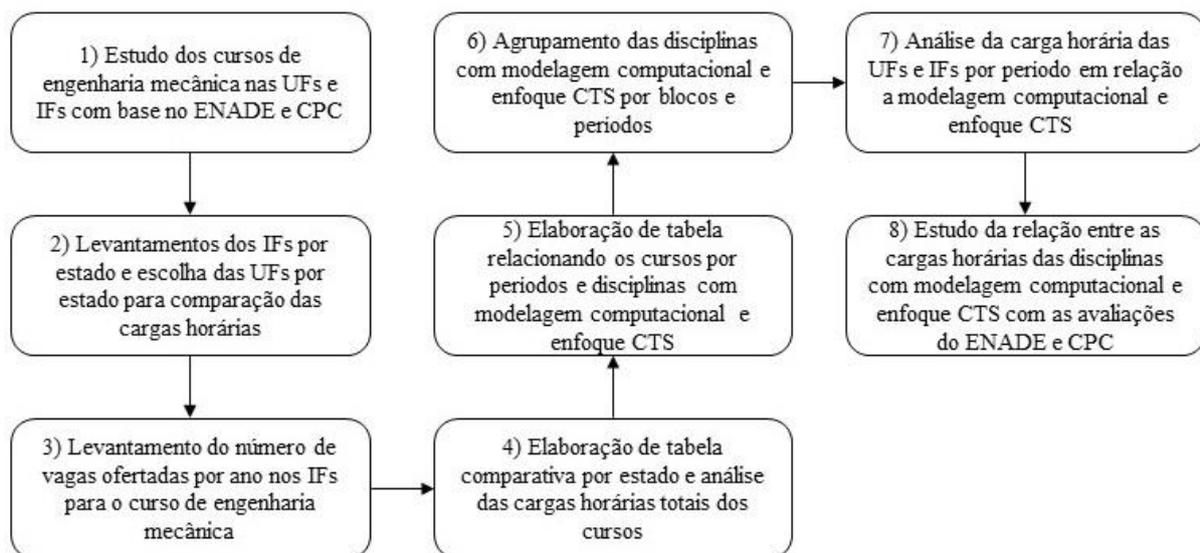
O presente estudo classifica-se como descritivo, por meio de uma abordagem qualitativa a partir de uma pesquisa documental, pois busca identificar as características de determinado grupo ou fenômeno, podendo estabelecer relações entre as variáveis pesquisadas (GIL, 2002); e sua escolha se deu pela necessidade de apresentar, em relação aos cursos de engenharia mecânica analisados, se a MC e a temática CTS são contempladas ou não nos cursos.

A escolha pelo método de coleta de dados por meio de análise documental, na qual a fonte de coleta está restrita aos documentos, escritos ou não (MARCONI; LAKATOS, 2003), é justificada em função de o método ser utilizado quando se pretende complementar informações obtidas através de outros estudos para revelar aspectos novos do problema (LUDKE e ANDRÉ, 1986) e na análise da estrutura curricular o método permite a associação dos resultados obtidos com outros estudos em andamento.

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) a análise dos dados. Na pré-análise as ideias foram sistematizadas tornando-as operacionais no plano de análise, foram definidos os objetivos da pesquisa e foi realizada a seleção dos documentos em fontes de dados disponíveis que forneceram as informações necessárias, neste caso, os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) consultados nos websites das universidades, a plataforma Nilo Peçanha (PNP), a Sinopse da Educação Superior (BRASIL, 2019c) e o Sistema de Cadastro de Instituições e de Cursos Superiores (BRASIL, 2019a).

Na exploração do material foram realizadas operações de codificação e decomposição dos dados, ou seja, os dados brutos foram transformados para permitir a descrição das características do conteúdo. Os dados foram registrados em planilhas para posterior categorização. Na etapa final de tratamento os dados obtidos foram interpretados, visando dessa forma, tornar os dados brutos significativos e válidos (Figura 1).

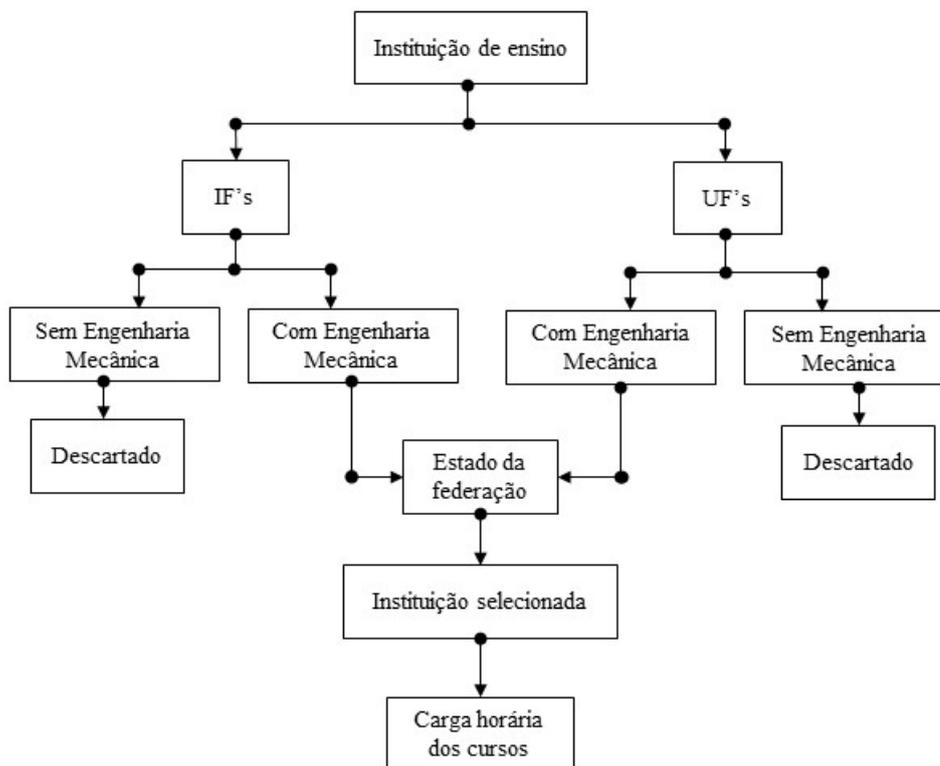
**Figura 1.** Metodologia para interpretação dos dados da pesquisa



Fonte: [Os autores, 2020]

Inicialmente realizou-se um estudo com as principais informações sobre os cursos de engenharia mecânica nas Universidades Federais (UFs) e nos Institutos Federais (IFs). Por meio da análise dos resultados do ciclo de avaliação de 2017 (BRASIL, 2018), foi possível ranquear os cursos de engenharia mecânica das UFs e IFs que obtiveram maiores e menores desempenhos de acordo com o Conceito ENADE e com o Conceito Preliminar de Curso (CPC). Nesta etapa as UFs que ofertaram cursos de engenharia mecânica com cargas horárias semestrais foram selecionadas para a análise seguindo o critério da existência de IFs que ofertassem o curso de engenharia mecânica no mesmo estado da federação e com carga horária semestral, a fim de facilitar as verificações e comparações (Figura 2).

**Figura 2.** Metodologia para a escolha das UFs e IFs



Fonte: [Os autores, 2020]

Ressalta-se que apenas a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) foi selecionada sem o critério da existência do curso de engenharia mecânica em um Instituto Federal no mesmo estado da federação, em função da mesma ser a instituição federal que mais oferta vagas para a graduação em engenharia mecânica e possuir o segundo maior CPC entre as Instituições de Ensino Superiores (IES) federais. Posteriormente foi realizado um levantamento do número de vagas anuais ofertadas pelos IFs (PNP, 2018) visando analisar seu objetivo de interiorização.

Posteriormente foram tabelados por estado todos os IFs e UFs selecionadas para a pesquisa e suas cargas horárias foram analisadas, definindo em sequência para cada curso e períodos, por meio da consulta aos PPCs, as disciplinas com MC e enfoque CTS. Para definição das disciplinas que utilizavam a MC foi realizado um estudo das ementas dos componentes curriculares e foram selecionadas as disciplinas que apresentavam o estudo de linguagens e ambientes de mediação para o desenvolvimento de simulações, analisando o acesso/utilização de ferramentas computacionais para processos de modelagem e simulações, ensino de programação e componentes que estimulassem nos discentes a lógica computacional.

O critério de definição de uma disciplina com enfoque CTS envolve diversas variáveis diretamente relacionadas às suas possibilidades estruturais e as propostas de ensino, conforme apresentado por diversos autores (YAGER, 1990; HEATH, 1992; ZIMAN, 1994;

AIKENHEAD, 1994; CACHAPUZ, 2000; SANTOS; MORTIMER, 2002; AULER, 2007; ROEHRIG; CAMARGO, 2014). Sendo assim, o estudo das ementas foi realizado buscando identificar características do ensino onde os conteúdos científicos são estudados em conjunto com os aspectos tecnológicos e sociais. As disciplinas foram analisadas visando à identificação das seguintes dimensões: enfoque na aplicação da ciência; enfoque vocacional, interdisciplinaridade; enfoque histórico; enfoque filosófico; enfoque sociológico e problematização, apresentadas por Ziman (1994). Para a identificação dos enfoques CTS abordados nos componentes curriculares foram utilizadas um conjunto de palavras chaves de acordo com a

Tabela 1 abaixo:

**Tabela 1.** Enfoques CTS com suas respectivas palavras chaves

<b>Enfoque CTS</b>	<b>Palavras – chaves</b>
<b>Filosófico</b>	Métodos científicos, validade, verdades absolutas
<b>Histórico</b>	Contribuições, compreensões, evoluções
<b>Sociológico</b>	Produção de conhecimento, interesses, influências na sociedade
<b>Problematização</b>	Consequências, cotidiano, visualização
<b>Aplicação da ciência</b>	Práticas, aplicações e tecnologias
<b>Vocacional</b>	Estudo crítico, responsabilidades, tomada de decisões
<b>Interdisciplinar</b>	Integração, aprendizagem, relações

Fonte: [Os autores, 2020]

As disciplinas de MC e com enfoque CTS foram categorizadas por blocos definidos em função dos conteúdos abordados (

Tabela 2).

**Tabela 2.** Agrupamento das disciplinas com enfoque CTS e MC

<b>Grupos - Enfoque CTS</b>	<b>Grupos – MC</b>
IE - Introdução à Engenharia	IP - Introdução à Programação
LN - Linguagens e Nivelamento	DAC - Desenho Assistido por Computador
ELH - Ética, Legislação e Humanidades	AP - Algoritmos e Programação
ECA - Educação, Ciência e Ambiente	AED - Algoritmos e Estrutura de Dados
PI - Projetos Integradores	EE - Eletrônica e Eletrotécnica
MCP - Metodologia Científica e de Projeto	MS - Modelagem de Sistemas
SHQ - Segurança, Higiene e Qualidade	MN - Métodos Numéricos
EA - Empreendedorismo e Administração	CPA - Controle de Processos Automatizados

Fonte: [Os autores, 2020]

Um estudo das cargas horárias dos componentes de MC e enfoque CTS dos IFs e UFs foi realizado, relacionando em sequência as cargas horárias dos componentes curriculares com enfoque CTS e MC com as avaliações do ENADE e CPC, visando identificar uma correlação entre esses conceitos com as cargas horárias dos componentes.

## Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados e as análises geradas nos estudos dos currículos das UFs e IFs referentes aos cursos de engenharia mecânica.

### *Cenário Atual dos Cursos de Engenharia Mecânica nas UFs e IFs*

No panorama nacional, de acordo com a Sinopse Estatística da Educação Superior (BRASIL, 2019c), em todos os estados brasileiros há, no mínimo, uma UF e um IF. Inicialmente as UFs foram implementadas em capitais e posteriormente expandiram seu raio para cidades de médio porte. Os IFs, embora tenham aproveitado a estrutura que já havia dos Cefets ou das escolas técnicas, promoveram uma interiorização das ações do MEC para municípios de pequeno porte.

O curso de engenharia mecânica é ofertado nas UFs e nos IFs, sendo que a oferta das vagas nos IFs é estabelecida pela Lei nº 11.982/2008 onde a educação básica, com o ensino médio integrado a um curso técnico e as licenciaturas devem corresponder a 50% e 20% do total de vagas, respectivamente. O restante das vagas é preenchido por cursos de bacharelados, técnicos concomitantes ao ensino médio, pós-graduações e pelo Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica, na Modalidade de Jovens e Adultos (PROEJA).

O Brasil possui um total de 2.537 IES, divididas em 199 Universidades, 230 Centros Universitários, 2.068 Faculdades e 40 Institutos Federais. As universidades subdividem-se em 107 instituições públicas e 92 privadas. Entre as universidades públicas as federais correspondem a 63 representando 2,3% das IES. Em relação ao número de IFs tem-se o valor de 40 IFs, que correspondem a 1,6% das IES.

Em relação ao total de 5.528 cursos de bacharelado existentes em IES públicas, 3.169 estão presentes em UFs e 500 em IFs, representando, respectivamente, 57,3% e 9% dos cursos de bacharelado em IES públicas. Dentro da categoria de cursos de bacharelado das IES, tem-se 58 cursos de engenharia mecânica nas UFs e 36 nos IFs, representando em relação ao número total de cursos da categoria de engenharia, produção e construção (5,870 cursos), 0,99% e 0,61%, respectivamente.

Quanto aos instrumentos de avaliação dos cursos de graduação no Brasil tem-se o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), exame que é aplicado periodicamente aos estudantes de cursos de graduação, durante o primeiro (ingressantes) e último (concluintes) ano do curso, e que tem como objetivo o acompanhamento do processo de aprendizagem e do desempenho acadêmico dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares dos respectivos cursos de graduação.

Os ingressantes e concluintes das áreas/cursos/habilitações definidos pelo MEC/INEP, devem ser inscritos para participar do exame, sendo que apenas os alunos concluintes respondem ao questionário do estudante e realizam a prova. Para os ingressantes, são usados os resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Os resultados do ENADE produzem dados por instituição de educação superior, categoria administrativa, organização acadêmica, município, estado, região geográfica e Brasil. Dessa forma, é possível a construção de referenciais que permitem a definição de ações voltadas à melhoria da qualidade dos cursos de graduação por parte de professores, técnicos, dirigentes e autoridades educacionais.

Em relação ao curso de engenharia mecânica as três maiores notas no ENADE 2017 (BRASIL, 2018) foram alcançadas pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) (4,843), com curso de engenharia mecânica focado em armamento, seguida pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) (4,799) e a terceira maior nota foi alcançada pelo IME (4,776) com curso de engenharia mecânica voltado para automóveis.

Outro mecanismo de avaliação dos cursos de graduação no Brasil refere-se ao Conceito Preliminar de Curso (CPC). Seu cálculo e divulgação ocorrem no ano seguinte ao da realização do ENADE. Sendo composto pela avaliação de desempenho de estudantes, o valor agregado pelo processo formativo e os insumos referentes ao corpo docente, infraestrutura e recursos didático-pedagógicos. Classifica-se em faixas que variam de 1 a 5. As faixas 1 e 2 representam cursos insatisfatórios, a faixa 3 representa os cursos que atendem aos critérios mínimos de qualidade, a faixa 4 representa os cursos que atendem plenamente aos critérios de qualidade para funcionarem e a faixa 5 refere-se aos cursos de excelência.

As IES que obtiveram os três maiores valores de CPC para os cursos de engenharia mecânica em 2017 foram o IME (4,35), seguido pela UTFPR (4,11) e o Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) (3,69) respectivamente. Destaca-se que nenhuma UF ou IF obteve o conceito CPC 5, o qual possui interdependência com o ENADE, com a infraestrutura da instituição, corpo docente e metodologia pedagógica.

No presente estudo foram analisados 35 cursos de engenharia mecânica em IFs e outros 21 em UFs (**Erro! Autoreferência de indicador não válida.**), distribuídos nas instituições selecionadas, ressaltando que algumas instituições apresentaram mais de um campus (unidade) onde eram ofertados o referido curso. Os 56 currículos de cursos de engenharia mecânica selecionados na pesquisa, apresentaram divergências entre as cargas horárias dos cursos disponíveis nos sites das instituições com os apresentados na plataforma

Nilo Peçanha e no Cadastro de Instituições e de Cursos Superiores. Sendo assim, os dados dos sites das instituições relacionados à carga horária foram descartados optando-se pelos dados da plataforma Nilo Peçanha e do Cadastro de Instituições e de Cursos Superiores em função da maior confiabilidade.

**Tabela 3.** Relação de instituições de ensino por estado da federação

Estado	IFS	UFS
AM	IFAM	UFAM
BA	IFBA	UFBA
PB	IFPB	UFPB
CE	IFCE	UFCE
ES	IFES	UFES
GO	IFGO	UFGO
MA	IFMA	UFMA
MG	IFMG	UFMG
PE	IFPE	UFPE
PI	IFPI	UFPI
RS	IFRS	UFRGS
SC	IFSC	UFSC
SP	IFSP	UFSCAR
RJ	IFRJ	UFRJ
PR	-	UTFPR

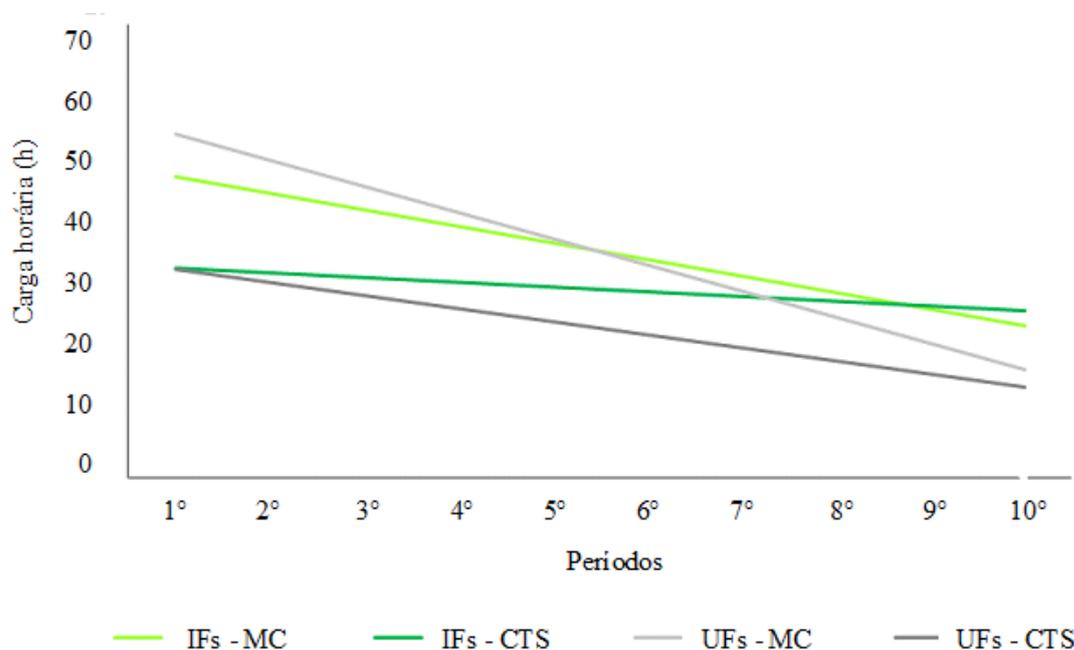
Fonte: [Os autores, 2020]

De acordo com o referencial de curso de engenharia mecânica apresentado por BRASIL (2010), os cursos devem apresentar carga horária mínima de 3.600 horas, por meio da análise das cargas horárias dos cursos de engenharia mecânica das instituições de ensino estudadas, constatou-se que todos os cursos apresentaram carga horária superior ao estabelecido pelo MEC, sendo a maior delas encontrada no Instituto Federal de Goiás (IFG) com carga horária correspondente a 4.644 horas e a carga horária média dos cursos foi de 3.955 horas, valor também acima do mínimo estabelecido pelo MEC.

### **Análise das Disciplinas de Modelagem Computacional e com Enfoque CTS em Relação às Cargas Horárias**

Com o objetivo de analisar o enfoque CTS e a utilização da MC durante a formação do engenheiro mecânico, foram estudadas nas ementas das disciplinas a carga horária desses temas por período dos cursos, a fim de verificar de que forma esses conceitos são abordados ao longo da graduação (GRÁFICO 1).

**Gráfico 1.** Linhas de tendência da distribuição das cargas horárias médias das disciplinas com enfoque em CTS e MC por período da graduação em engenharia mecânica em Institutos Federais (IFs) e Universidades Federais (UFs)

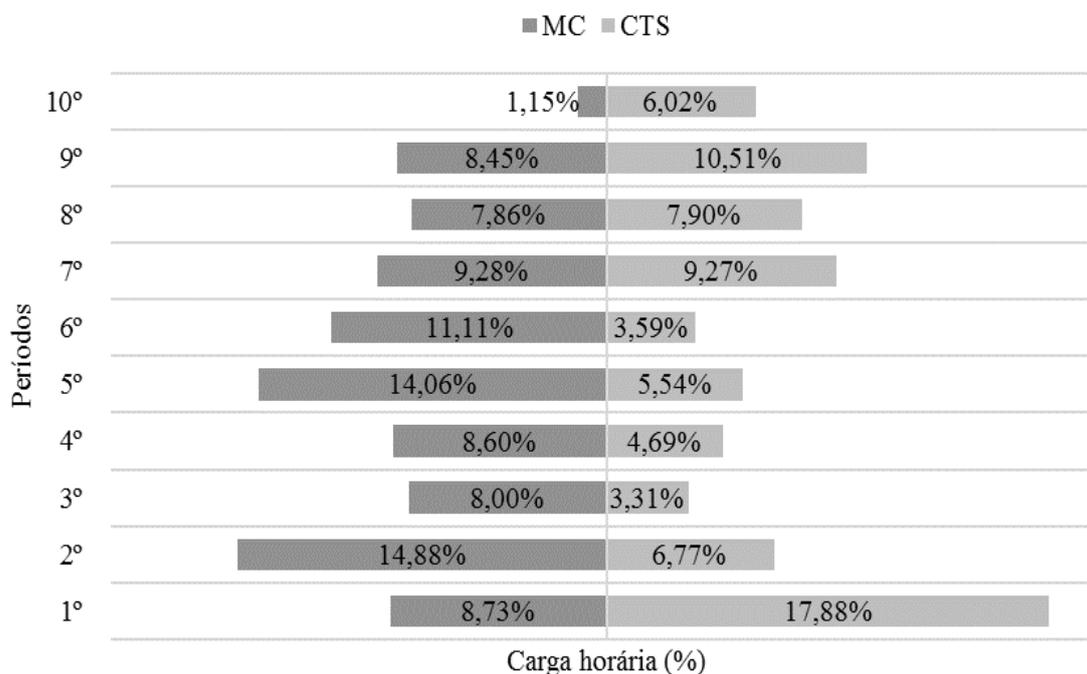


Fonte: [Os autores, 2020]

Por meio das linhas de tendências do Gráfico 1 observa-se que nos IFs os conceitos relacionados a MC e a abordagem CTS apresentaram uma taxa de variação menor ao longo dos períodos se comparado com as UFs. Entretanto verifica-se que para todas as instituições de ensino analisadas existe a propensão de queda desses conceitos no decorrer da graduação.

Analisando-se a distribuição horária média das disciplinas nos cursos de engenharia mecânica nos IFs envolvendo CTS e MC por períodos (Gráfico 2), constatou-se que para as disciplinas com enfoque CTS, entre o terceiro e sétimo período os IFs apresentaram menor carga horária média e maior carga horária média no primeiro período. A distribuição das disciplinas relacionadas a MC ocorreu de forma distinta, onde os valores máximos de 14,06% e 14,88% ocorreram no quinto e segundo período respectivamente e o menor valor 1,15% foi encontrado no décimo período. Destaca-se ainda a não uniformidade existente na distribuição destes conceitos durante os dez períodos da graduação.

**Gráfico 2.** Distribuição horária média das disciplinas nos cursos de engenharia mecânica envolvendo CTS e MC por períodos em IFs

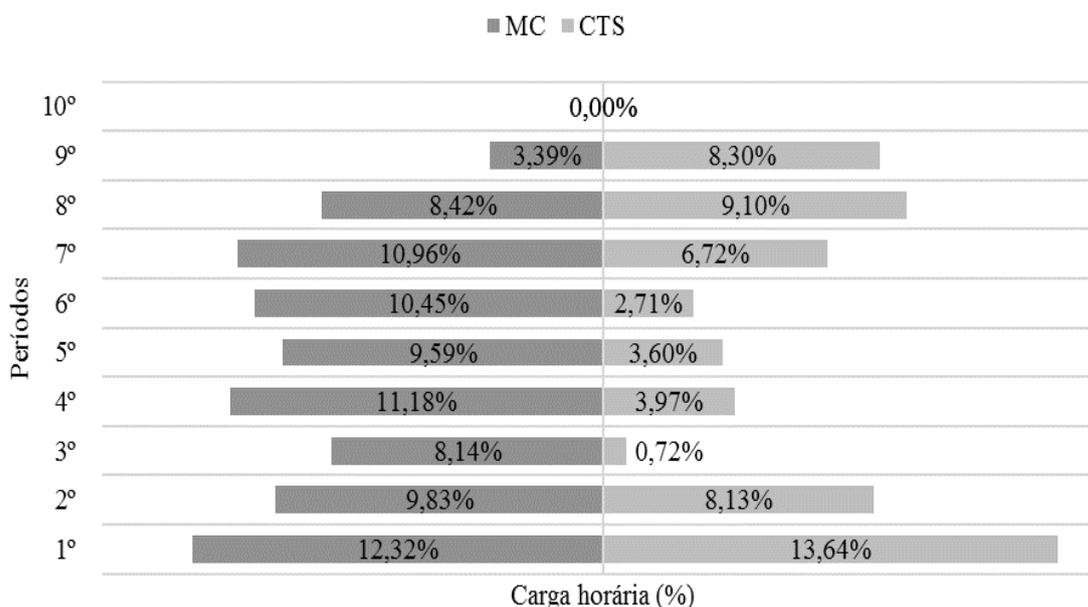


Fonte: [Adaptado de PNP e BRASIL, 2018]

Quanto à distribuição do percentual das cargas horárias médias dos conceitos de CTS e MC nas UF's por período (Gráfico 3), observou-se em relação a abordagem CTS uma maior intensidade no primeiro, oitavo e nono período com uma diminuição da abordagem compreendidos nos intervalos entre o terceiro e sétimo período. Por outro lado, a distribuição do percentual das cargas horárias médias dos conceitos relacionados à MC apresenta-se de maneira mais uniforme nos oito primeiros períodos com redução no nono período.

Apenas no décimo período não foram trabalhados os conceitos relacionados à MC e a abordagem CTS, isso pode ser justificado por se tratar do ano de conclusão de curso, sendo um indicativo da necessidade de atualização dos currículos, visando trabalhos de conclusão que possam considerar estas abordagens em situações que se aproximem da realidade do futuro profissional, permitindo dessa forma que os conceitos trabalhados em anos anteriores sejam assimilados de forma orgânica.

**Gráfico 3.** Distribuição horária média das disciplinas nos cursos de engenharia mecânica envolvendo CTS e MC por períodos em UFs.



Fonte: [Adaptado de PNP e BRASIL, 2018]

Por meio de uma análise mais detalhada, por campus(unidade), observa-se como são abordados os tópicos, apresentados na

Tabela 2, durante a graduação (Tabela 4). Entre os 35 IFs estudados apenas 12 apresentaram cargas horárias (C.H) acima de 10% destinadas à MC, 20 apresentaram C.H na faixa compreendida entre 5% e 10% e apenas 3 tiveram C.H inferiores a 5%. Por outro lado, em relação à temática CTS dos mesmos IFs 7 atingiram carga horária superior de 10%, 21 ficaram na faixa entre 5% e 10% e 7 com C.H abaixo de 5% destinada a abordagem CTS. Os IFs que apresentaram maior carga horária em relação a abordagem CTS foram o Instituto Federal da Bahia (IFBA) campus Salvador (14,5%) e o Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) campus Rio Grande (13,4%). Quanto a MC destacaram-se o IFBA campus Jequié (19,15%) e o IFRS campus Ibirubá (15,75%).

**Tabela 4.** Porcentagem horária envolvendo a abordagem MC e CTS em IFs

MC	Carga horária C.H (%)	CTS
IFBA-Jequié IFBA-Salvador IFCE IFG IFMG-Congonhas IFPE-Recife IFPI IFRS-Ibirubá IFSP-Araraquara IFSP-Itapetininga IFSP-Piracicaba IFSP-São José dos Campos	C.H $\geq$ 10%	IFBA-Simões filho IFBA-Salvador IFMG-Arcos IFRS-Rio Grande IFC- Luzema IFSP-Piracicaba IFSP- São Paulo
IFAM IFBA-Simões filho IFPB-João Pessoa IFES-Aracruz IFES-Cachoeira de itapemirim IFES-São Mateus IFES-Vitória IFMG-Arcos IFMG-Betim IFPE- Caruaru IFPE- Ipojuca IFRS-Rio Grande IFRS-Farroupilha IFSC-Joinvile IFSC-Lages IFSC-Xanxerê IFC- Luzema IFSP- São Paulo IFSP-Sertãozinho IFRJ- Paracambi	$5\% \leq$ C.H $\leq$ 10%	IFBA-Jequié IFES-Aracruz IFES-Cachoeira de itapemirim IFES-São Mateus IFES-Vitória IFMA IFMG-Betim IFPE- Caruaru IFPE- Ipojuca IFPI IFRS-Farroupilha IFRS-Ibirubá IFSUL-Sapucaia do sul IFSC-Joinvile IFSC-Lages IFSC-Xanxerê IFSP-Araraquara IFSP-Itapetininga IFSP-São José dos Campos IFSP-Sertãozinho IFRJ- Paracambi
IFMA IFSUL-Sapucaia do sul IFRS-Erechim	C.H < 5%	IFAM IFPB-João Pessoa IFCE IFG IFMG-Congonhas IFPE-Recife IFRS-Erechim
<b>Média CTS UF's = 9,3%</b>		<b>Média M.C UF's = 7,8%</b>

Fonte: [Adaptado de PNP e BRASIL, 2018]

Em relação às 21 UFs analisadas 4 apresentaram C.H acima de 10% em relação a MC, 15 com C.H entre 5% e 10 % e 2 com C.H abaixo de 5% (Tabela 5). Quanto à temática CTS das mesmas, 2 apresentaram C.H superior a 10%, 8 concentraram-se na faixa entre 5% e 10% e 11 abaixo de 5% do total de C.H (Tabela 5). As UFs que apresentaram maior C.H em relação ao conceito CTS foram a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Curitiba (15,5%) e a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) campus Rio Grande (10,6%). Quanto a MC destacaram-se a UFAM (17,11%) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) (13,64%).

**Tabela 5.** Porcentagem horária envolvendo a abordagem MC e CTS em UFs

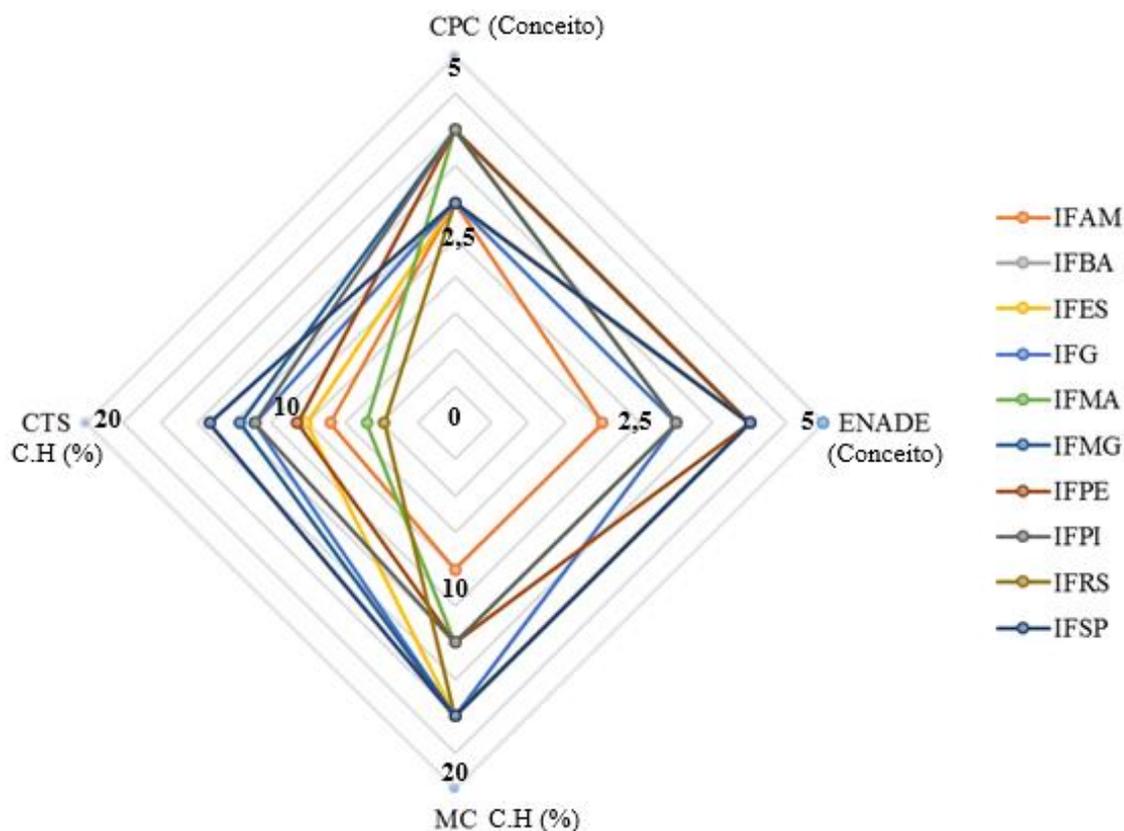
MC	Carga Horária C.H(%)	CTS
UFAM UFBA UFMA UFSCar	C.H ≥ 10%	UFAM UTFPR-Curitiba
UFSC UFPB UFCE UFG UFES UFMG UFPE UFPI UFRGS UFRJ-Macaé UFRJ-Rio de Janeiro UTFPR-Cornélio Procópio UTFPR-Guarapuava UTFPR-Londrina UTFPR- Ponta Grossa	5% ≤ C.H ≤ 10%	UFBA UFSC UFSCar UTFPR-Cornélio Procópio UTFPR-Guarapuava UTFPR-Londrina UTFPR-Curitiba UTFPR-Pato Branco
UTFPR-Curitiba UTFPR-Pato Branco	C.H < 5%	UFPB UFCE UFES UFG UFMA UFMG UFPE UFPI UFRGS UFRJ-Macaé UFRJ-Rio de Janeiro
<b>C.H. Média UF's = 8,2%</b>		<b>C.H. Média UF's = 5,5%</b>

Fonte: [Adaptado de PNP e BRASIL, 2018]

Outra análise realizada foi a relação entre os conceitos CPC e ENADE com a distribuição das cargas horárias dos conteúdos de MC e a perspectiva CTS dos IFs (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Os resultados apresentados pelos IFs demonstraram que nem sempre os conceitos altos estão diretamente relacionados com cargas horárias altas, o Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), por exemplo, obteve conceito 4 no CPC e ENADE com menos de 10% da sua carga horária destinada a conceitos relacionados a temática CTS e próxima de 12% de sua carga horária reservada a conteúdos relacionados a MC.

Por outro lado, o IFAM obteve notas no CPC e ENADE no valor de 2,5 com cargas horárias próxima de 7% e 6% destinadas a CTS e MC respectivamente. Outra constatação relacionada aos IFs foi que os mesmos obtiveram uma distribuição homogênea quando analisados os conceitos de MC e o enfoque CTS.

**Gráfico 4.** Relação entre os conceitos CPC e ENADE com a distribuição das cargas horárias dos conteúdos de MC e a perspectiva CTS dos IFs

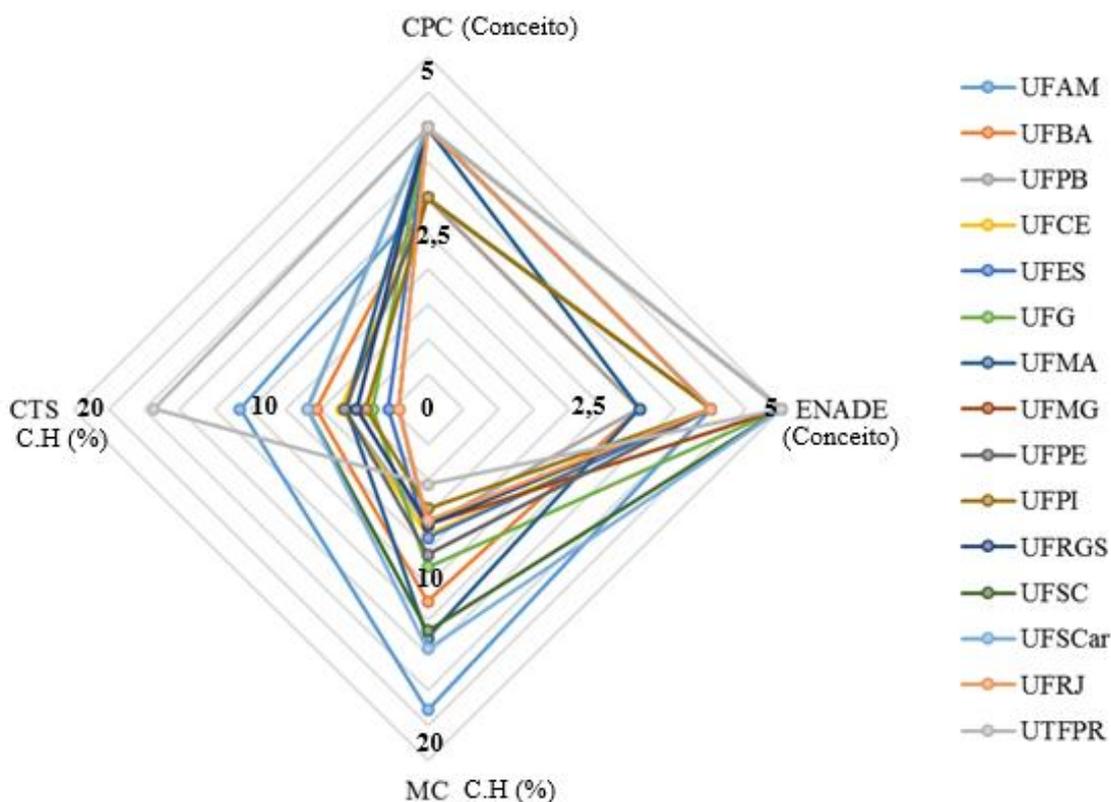


Fonte: [Os autores, 2020]

Comparando o desempenho das UFs no ENADE e CPC quando confrontados com a distribuição horária da abordagem CTS e da MC nos respectivos currículos relacionados (Gráfico 5), verificou-se que conceitos altos também não refletiram em cargas horárias altas, por exemplo, a UTFPR – campus Curitiba atingiu conceito máximo no ENADE mesmo com cargas horárias altas na temática CTS e baixas em relação à MC.

Como outro exemplo tem-se a UFG, com menos de 12% de carga horária relacionada à MC e menos de 4% relativas à abordagem CTS, obteve conceito máximo no ENADE e conceito 4 no CPC. Por outro lado, a UFBA apresentou o conceito 4 no ENADE e no CPC com cargas horárias relacionadas a CTS e MC reduzidas. Já a UFAM obteve conceito 3 e 4 no CPC e ENADE respectivamente apresentando cargas horárias acima de 15% em MC e acima de 10% na temática CTS.

**Gráfico 5.** Relação entre os conceitos CPC e ENADE com a distribuição das cargas horárias dos conteúdos de MC e a perspectiva CTS das UFs



Fonte: [Os autores, 2020]

As UFs estudadas não obtiveram conceitos inferiores a 3 nas avaliações de curso tanto no ENADE quanto no CPC, e também não se verificou uma correlação entre conceitos baixos com cargas horárias baixas em relação à abordagem da MC e do enfoque CTS, porém a distribuição das cargas horárias relacionadas a MC foi superior as disponibilizadas a temática CTS.

Embora não se tenha constatado uma ligação entre os conceitos de MC e a abordagem CTS nos currículos de engenharia mecânica com o desempenho das instituições de ensino estudadas nas avaliações de cursos existentes, devem-se considerar como são realizados os processos avaliatórios utilizados no Brasil.

## Considerações Finais

Constatou-se que no cenário atual o engenheiro mecânico deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, mas também ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade e em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões. Dessa forma o profissional deve ser apto a aplicar a ciência e a tecnologia, ou seja, adaptar os conhecimentos científicos e tecnológicos às necessidades humanas. As instituições de ensino devem proporcionar aos novos alunos a possibilidade de se deparar e manipular as principais tecnologias em condições próximas, simuladas ao mundo real, condizente com os desafios inerentes do mercado profissional.

Para isso a busca pela contextualização das atividades de ensino em engenharia mecânica, as quais podem ser realizadas também por MC, tornam os conteúdos abordados não isolados e com um sentido real. O emprego dessa tecnologia possibilita a construção de múltiplas representações de uma mesma situação. Dominar essa tecnologia torna o futuro engenheiro mecânico capaz de visualizar diversos cenários e optar pela melhor solução.

Alternativamente a aplicação da MC em conjunto com a abordagem CTS pode propiciar aos futuros engenheiros mecânicos a capacidade de visualizar leques maiores de cenários e soluções, e aumento do senso crítico, necessário para se optar por alternativas que impactem o mínimo a sociedade.

O conjunto de informações, levantadas por meio da metodologia aplicada, permitiu a comparação entre as UFs e IFs e o mapeamento dos cursos de engenharia mecânica ofertados por estas instituições. Contatou-se que, apesar dos cursos ofertados pelos IFs serem mais novos, os índices de avaliações de cursos existentes estão muito semelhantes a cursos já consolidados de UFs.

Outra verificação observada refere-se a como são abordados conceitos de MC e a abordagem CTS ao longo da graduação. Nos IFs os conceitos relacionados à MC e à abordagem CTS apresentaram uma taxa de variação menor ao longo dos períodos se comparado com as UFs. Entretanto verificou-se que para todas as instituições de ensino analisadas existe a propensão de queda desses conceitos no decorrer da graduação.

Por meio da pesquisa notou-se de maneira geral que os conceitos relacionados ao enfoque CTS e MC não são trabalhados de maneira conectada nos cursos de engenharia mecânica nas instituições de ensino analisadas. Essa problemática pode ser identificada pela distribuição não uniforme destas disciplinas ao longo dos períodos. Estas desconexões influem diretamente na qualidade da formação dos profissionais que estão sendo formados nessas instituições, seja pelo fato desse profissional não manipular novas tecnologias, que possibilitem a simulação de situações ou processos reais, ou em função da ausência de uma formação que desperte o senso crítico propiciado pela temática CTS.

Embora não se tenha constatado uma correlação entre os conceitos de MC e a abordagem CTS nos currículos de engenharia mecânica com o desempenho das instituições de ensino estudadas nas avaliações de cursos existentes, devem-se considerar possíveis fragilidades nesses processos avaliatórios utilizados no Brasil.

Dessa forma a pesquisa aponta para a necessidade de reformulação e adequação dos currículos dos cursos de engenharia mecânica, buscando uma formação onde trabalha-se de forma mais adequada os conceitos de MC e o enfoque CTS de forma a atender os anseios dos novos estudantes e as demandas do mercado atual, e também a necessidade de implementação de novas ferramentas de avaliações dos cursos.

## Referências

AIKENHEAD, Glein. What is STS Science Teaching? *In*: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glein. **STS Education: International Perspectives on Reform**. New York, NY: Teachers College Press, 1994. 260 p. ISBN 0807733652.

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2007.

BRASIL. Lei 11.982, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2008. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/111892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111892.htm). Acesso em: 24 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Cadastro Nacional de Cursos e de Instituições de Educação Superior - Cadastro e-MEC**. Brasília, DF: MEC, 2019a. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. 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. Brasília, DF: MEC, 2019b.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). **Resultados dos Indicadores de Qualidade da Educação Superior 2017**. Brasília, DF: INEP, 2018. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-superior/indicadores-de-qualidade/resultados>. Acesso em: 26 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). **Sinopse Estatística da Educação Superior 2018**. Brasília, DF: INEP, 2019c. Disponível em: <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>. Acesso em: 26 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES 1.362/2001**. Brasília, DF: MEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Referenciais nacionais dos cursos de engenharia 2010**. Brasília, DF: MEC, 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

CACHAPUZ, Antônio Francisco. Perspectivas de Ensino de Ciências. In: CACHAPUZ, Antônio Francisco (Org.). **Formação de Professores/Ciências**. Porto, PT: Centro de Estudos de Educação em Ciências, 2000.

CAVALCANTE KOIKE et al. Mechanical engineering, computer science and art in interdisciplinary project-based learning projects. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 46, n. 1, p. 83-94, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Vol. 4. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

HEATH, Phillip. **Organizing for STS teaching and learning: The doing of STS**. Theory into Practice. V. 31, n. 1, 1992.

KHALIL, Renato Fares. O Uso da Tecnologia de Simulação na Prática Docente do Ensino Superior. In: XVI ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 16., 2012, Campinas: Unicamp. **Anais (...)** Araraquara: Junqueira e Marin Editores, 2012. p. 6790-6799.

KURENNOV, Dmitry et al. Formation of IT Competences of Future Mechanical Engineers. In: **ITM Web of Conferences**. EDP Sciences, 2020. p. 01008.

LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo, SP: EPU, 1986. ISBN 9788512303703.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo, SP: Atlas, 2003. ISBN 20038522433976.

MORAN, José Manuel. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista diálogo educacional**, Curitiba, vol. 4, n. 12, 2004.

MOTYL, Barbara et al. How will change the future engineers' skills in the industry 4.0 framework? A questionnaire survey. **Procedia manufacturing**, v. 11, p. 1501-1509, 2017.

OLIVEIRA, Rafael Rodrigues. **A utilização da modelagem computacional no processo de ensino e aprendizagem de tópicos de física através da metodologia de módulos educacionais: uma investigação no ensino médio**. 2015. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

PLATAFORMA NILO PEÇANHA (PNP). **Ano base 2018**. Disponível em: <http://plataformanilopecanha.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 fev. 2021.

ROEHRIG, Silmara Alessi Guebur; CAMARGO, Sérgio. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Ciência & Educação**, Bauru, vol. 20, n. 4, 2014.

SANTOS, Widson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da Educação Brasileira-ensaio. **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, vol. 2, n. 2, 2002.

TWENGE, Jean Marie. **iGen: Why Today's Super-Connected Kids are Growing up Less Rebellious, More Tolerant, Less Happy - and Completely Unprepared for Adulthood**. New York, NY: Simon and Schuster, 2017.

YAGER, Robert. The science/technology/society movement in the United States: Its origin, evolution, and rationale. **Social Education**, v. 54, n. 4, 1990.

ZIMAN, Jonh. The rationale of STS education is in the approach. *In*: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glein. **STS education: International Perspectives on Reform**. New York, NY: Teachers College Press, 1994. 260 p. ISBN 0807733652.