

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

BIBLIOMETRIA E ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE O ENSINO POR  
COMPETÊNCIAS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS

Mariana Salgado Lopes

São Carlos-SP  
2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**BIBLIOMETRIA E ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE O ENSINO POR  
COMPETÊNCIAS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS**

Mariana Salgado Lopes

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Engenharia de Materiais como requisito à  
obtenção do título de MESTRA EM CIÊNCIA  
E ENGENHARIA DE MATERIAIS

Orientador: Dr. Daniel Rodrigo Leiva

Agência Financiadora: (CAPES - Processo: 88887.494624/2020-00)

São Carlos-SP  
2022



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha avó Mariana, que sempre se orgulhou do meu empenho aos estudos, foi a minha maior apoiadora e hoje já não está mais aqui para me ver colher os frutos deste esforço.

## **VITAE DO CANDIDATO**

Bacharela em Engenharia de Materiais pela UFSCar (2018).





---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Mariana Salgado Lopes, realizada em 08/04/2022.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Daniel Rodrigo Leiva (UFSCar)

Profa. Dra. Alessandra de Almeida Lucas (UFSCar)

Prof. Dr. Murillo Romero da Silva (UFF)



## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Rodrigo Leiva que sempre confiou na minha capacidade e competência, mesmo quando eu duvidei.

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa em Educação em Engenharia de Materiais pelo respeito, paciência e conhecimento compartilhado.

Às mulheres da minha família que sempre foram exemplo de força e determinação e, ao custo de muito trabalho, financiaram minha formação.

Aos meus pais que sempre me ensinaram a importância dos estudos.

Ao meu companheiro, Renan, que tem sido meu porto-seguro, suporte e guia nos últimos muitos anos.

Ao Bob, à Gisele e à Luna, que foram fonte inesgotável de alegria, amor e carinho, tornando o mundo suportável nos momentos mais sombrios.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de estudos, processo nº 88887.494624/2020-00.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



## RESUMO

A educação em engenharia apresenta grande importância, devido à sua capacidade de formar profissionais estratégicos ao desenvolvimento socioeconômico dos países. A Engenharia de Materiais, por exemplo, surgiu no Brasil com a missão de melhorar o aproveitamento dos materiais e agregar noções tecnológicas geradoras de riquezas para o país. Entretanto, para que estes profissionais sejam capacitados para desempenhar satisfatoriamente seu papel, é primordial que haja uma formação focada no ensino de competências necessárias à atuação profissional. Desta forma, muito tem sido debatido, nos últimos anos, sobre a necessidade de modernizar o ensino de engenharia ao redor do mundo. Com base no exposto, este trabalho se propôs a fornecer subsídios para a implementação e/ou expansão do ensino de competências no curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos, através da análise de indicadores bibliométricos sobre o ensino por competências na educação em engenharia de publicações indexadas na *Web of Science* (2001-2020) e da análise de conteúdo das novas Diretrizes Curriculares Nacionais, do projeto pedagógico de curso e do Projeto Institucional de Modernização. Os indicadores mostraram um aumento expressivo do número de publicações ao longo dos anos, indicando um interesse crescente no tema. Os EUA lideram em número de pesquisas na área, concentrando instituições e pesquisadores com os maiores números de publicações. Uma parcela significativa das publicações decorreu de eventos sobre Educação em Engenharia, ressaltando a importância de sua realização e indexação das publicações em portais de periódicos. A análise de conteúdo indicou a necessidade de um maior alinhamento entre o objetivo de construir competências e as atividades pedagógicas previstas no curso de Engenharia de Materiais. Foi possível concluir que, o uso de metodologias analíticas pouco convencionais na área de Educação em Engenharia apresenta grande potencial na investigação de fontes de melhoria do ensino e modernização dos cursos de graduação.

**Palavras-chave:** Educação em engenharia; Ciência e engenharia de materiais; Ensino por competências; Bibliometria; Análise de conteúdo.



## ABSTRACT

### BIBLIOMETRICS AND CONTENT ANALYSIS ON COMPETENCE-BASED LEARNING IN MATERIALS ENGINEERING EDUCATION

Engineering education is a field of great importance, due to its ability to graduate strategic professionals to support the socioeconomic growth of the countries. Materials Engineering, for instance, emerged in Brazil with the objective of improve a better use of materials and adding technological concepts that help the generation of wealth for the country. However, for these professionals to be able to perform their role properly, there is a need for holistic education, providing a solid technical base and the soft skills necessary to perform professionally. Thus, much has been debated in recent years about the need to update engineering education around the world. The goal of this work is to aid the teaching and implementation of soft skills in the Materials Engineering course program in the Federal University of São Carlos, through an analysis of bibliometric indicators in competency-based learning publications indexed in the Web of Science database from 2001 to 2020, and content analysis of the new National Curricular Guidelines, the pedagogical course project and the Institutional Modernization Project. The indicators showed a significant increase in the number of publications over the years, indicating a growing interest in this topic. The USA leads in the number of publications in the area, concentrating institutions and researchers with the highest number of publications. A significant portion of the analyzed publications resulted from events on Engineering Education, highlighting the importance of their realization and indexing of publications in databases. The content analysis indicates the need for a greater alignment between the objective of building competences and the pedagogical activities provided for in the course. It was possible to conclude that, the use of unconventional analytical methodologies in the field of Engineering Education, represents a big potential in the investigation of new improving sources in the modernizations of the graduation courses.

**Keywords:** Engineering education; Materials science and engineering; Competency-based learning; Bibliometrics; Content analysis.



## PUBLICAÇÕES

LOPES, M.S.; DE ALMEIDA FILHO, H.D.; LEIVA, D.R. Indicadores bibliométricos sobre Educação em Engenharia em diferentes bases de dados. In: XLVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2020, Online. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2020.

LOPES, M.S.; DE ALMEIDA FILHO, H.D.; LEIVA, D.R. Indicadores bibliométricos sobre o ensino por competências na Educação em Engenharia. In: XLIX CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2021, Online. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2021.

DE ALMEIDA FILHO, H.D.; LOPES, M.S.; LEIVA, D.R. Estudo Bibliométrico sobre Educação em Engenharia de Materiais. In: XLIX CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2021, Online. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2021.



## SUMÁRIO

	Pág.
FOLHA DE APROVAÇÃO.....	i
AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT .....	vii
PUBLICAÇÕES.....	ix
SUMÁRIO.....	xi
ÍNDICE DE QUADROS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 A Educação em Engenharia como campo de estudo .....	5
2.2 Engenharia de Materiais .....	7
2.3 Ensino por competências .....	9
2.4 As novas DCNs do Curso de Graduação em Engenharia .....	12
2.5 Bibliometria .....	16
2.6 Análise de Conteúdo.....	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	23
3.1 As designações de competências.....	23
3.2 Estudo bibliométrico.....	23
3.3 Análise de conteúdo.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
4.1 Indicadores bibliométricos.....	33
4.2 Resultados da AC .....	43
5 CONCLUSÃO .....	55
6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....	57
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
APÊNDICE A.....	67



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Definições de competências disponíveis na literatura.....	9
Quadro 2.2 - Conjunto de competências desejáveis aos egressos de engenharia. 12	
Quadro 2.3 - Competências gerais propostas pelas novas DCNs. ....	13
Quadro 3.1 - Grupos de palavras e expressões relevantes para a composição da expressão de busca. ....	25
Quadro 3.2 - Etapas utilizadas na construção da expressão de busca e seus respectivos resultados.....	26
Quadro 3.3 - Estudo de relevância dos resultados obtidos pela utilização da expressão de busca completa e limitação do período (2001-2020). ....	27
Quadro 3.4 - Comparação entre o primeiro parágrafo do PPC de EMa da UFSCar nos formatos original e adaptado para análise.....	29
Quadro 4.1 - Número de publicações por periódico, para o período de 2001 a 2020. ....	36
Quadro 4.2 - Artigos com o maior número de citações recebidas.....	40
Quadro 4.3 - Composição do corpus.....	43
Quadro 4.4 - Riqueza de vocabulário dos textos.....	43
Quadro 4.5 - Formas de maior ocorrência no corpus.....	45
Quadro 4.6 - Formas ativas de maior ocorrência. ....	45
Quadro 4.7 - Número de ocorrências das palavras relativas às competências no corpus. ....	46
Quadro 4.8 - Formas ativas mais frequentes. ....	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Etapas para a realização da AC.....	21
Figura 4.1 - Número de publicações por ano, nos últimos 20 anos (2001-2020) e grandes eventos de educação em engenharia realizados no período. ....	33
Figura 4.2 - Número de publicações por ano (2001-2020) associadas a eventos e associadas a periódicos de educação em engenharia.....	34
Figura 4.3 - Número de publicações por ano (2001-2020) associadas a eventos de educação em engenharia.....	35
Figura 4.4 - Número de publicações por país, para o período de 2001 a 2020.	37
Figura 4.5 - Número de publicações por instituição de ensino, para o período de 2001 a 2020. ....	38
Figura 4.6 - Número de publicações por autor no período de 2001 a 2020. ....	39
Figura 4.7 - Palavras-chave de maior ocorrência.....	42
Figura 4.8 - Relação entre o logaritmo da frequência das formas em função do logaritmo dos "pesos".....	44
Figura 4.9 - Dendrograma apresentando a partição do corpus e a indicação do tamanho de cada classe em relação ao corpus. ....	48
Figura 4.10 - Filograma indicando as principais palavras de cada classe.....	49
Figura 4.11 - Representação gráfica da AFC.....	50
Figura 4.12 - Árvore de coocorrência.....	51
Figura 4.13 - Nuvem de palavras. ....	52



## SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

- ABENGE:** Associação Brasileira de Educação em Engenharia
- ABET:** *Accreditation Board for Engineering and Technology*
- AC:** Análise de Conteúdo
- AFC:** Análise Fatorial de Correspondência
- ASEE:** *American Society for Engineering Education*
- CAPES:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEM:** Ciência e Engenharia de Materiais
- CES:** Câmara de Educação Superior
- CHD:** Classificação Hierárquica Descendente
- CNE:** Conselho Nacional de Educação
- CNI:** Confederação Nacional da Indústria
- COBENGE:** Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
- DCNs:** Diretrizes Curriculares Nacionais
- DEMa:** Departamento de Engenharia de Materiais
- ECRA:** *Engineering College Research Association*
- EE:** Educação em Engenharia
- EJEE:** *European Journal of Engineering Education*
- EMa:** Engenharia de Materiais
- ESE:** Ensino Superior de Engenharia
- EUA:** Estados Unidos da América
- FIE:** *IEEE Frontiers in Education Conference*
- GT:** Grupo de Trabalho
- IEEE:** *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
- IES:** Instituições de Ensino Superior
- IGI:** Índice Global de Inovação
- IJEE:** *International Journal of Engineering Education*
- IRaMuTeQ:** *Interface de R pour les analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*
- JEE:** *Journal of Engineering Education*
- MEI:** Mobilização Empresarial pela Inovação
- NIT/Materiais:** Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais

**NR:** Não reconhecido

**OCDE:** Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

**PIM:** Projetos Institucionais de Modernização

**PMG-EUA:** Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação

**PPC:** Projeto Pedagógico de Curso

**PPGCEM:** Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais

**SEFI:** *Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs*

**SPEE:** *Society for the Promotion of Engineering Education*

**ST:** Segmentos de texto

**STEM:** *Science, Technology, Engineering e Mathematics*

**ToE:** *IEEE Transactions on Education*

**UFSCar:** Universidade Federal de São Carlos

**WoS:** *Web of Science*

## 1 INTRODUÇÃO

A educação em engenharia é um campo de estudo de grande importância, devido à sua capacidade de formar profissionais estratégicos ao desenvolvimento socioeconômico dos países. A Engenharia de Materiais (EMa), por exemplo, foi introduzida no Brasil com a missão de promover um melhor aproveitamento dos materiais e agregar as noções tecnológicas responsáveis pela geração de riqueza para o país, por meio da criação de empregos e da exportação [1].

Entretanto, para que estes profissionais sejam capacitados para desempenhar satisfatoriamente seu papel, é necessária que haja uma formação holística, que forneça, não só uma base técnica sólida, mas também competências que permitam dialogar com outras áreas do conhecimento, atuar em equipes multidisciplinares, absorver novas tecnologias, ser sustentável, exercer a profissão de forma ética, buscar o aprendizado contínuo e se adaptar ao contexto em que se insere. Desta forma, muito tem sido debatido, nos últimos anos, sobre a necessidade de modernizar o ensino de engenharia ao redor do mundo [2, 3, 4].

Nos anos 2000, um cenário econômico muito favorável, aliado a políticas públicas de financiamento estudantil e o aumento expressivo do número de vagas nas universidades públicas, levou a um enorme crescimento do número de matrículas em cursos de engenharia, com uma taxa média de 9,2% a.a. entre 2004 e 2008, chegando a atingir 14,6% a.a. nos sete anos seguintes [5].

Infelizmente esse cenário financeiro não se manteve, se transformando em uma retração econômica que se agravou por anos, levantando a seguinte questão: como empregar os mais de 100 mil engenheiros formados por ano? Além disso, o país possui um baixo número de engenheiros por habitante quando comparado a outros países, poucos engenheiros com pós-graduação, uma taxa de evasão de 50% nos cursos de engenharia e ocupa apenas a 62ª posição no Índice Global de Inovação, dentre os 138 países analisados [6, 7, 8].

Somado a esses fatores, a grande oferta de candidatos fez com que as empresas elevassem os critérios para contratação, agravando ainda mais a divergência entre o perfil do egresso e as demandas do mercado de trabalho, tornando ainda mais urgentes medidas eficazes para a melhoria da qualidade de ensino e da formação profissional, modernização dos currículos, diminuição da taxa de evasão.

Em resposta a essas questões, o governo, aliado aos setores da sociedade mais ligados à engenharia, após extensivas discussões, publicou em 2019, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia, que tem como objetivos: atualizar a formação em Engenharia no país, a partir da utilização do ensino por competências, elevando a qualidade do ensino; permitir uma maior flexibilidade na estruturação dos cursos, facilitando o uso de ferramentas inovadoras de ensino-aprendizagem; reduzir a elevada taxa de evasão nos cursos de Engenharia e atender as demandas futuras por mais e melhores engenheiros [9].

Além disso, está em vigência, desde 2019, o Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG - EUA), a partir de uma parceria entre a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Comissão para o Intercâmbio Educacional entre os Estados Unidos da América e o Brasil (*Fulbright*), com o apoio do Conselho Nacional de Educação (CNE). O programa, focado inicialmente nas áreas da Engenharia, tem como objetivos: Desenvolver criatividade, inovação e empreendedorismo nos graduandos em engenharia; gerar modelos de currículos, metodologias de ensino-aprendizagem e gestão de curso aplicáveis às instituições de ensino superior (IES) brasileiras; formar redes de colaboração internacionais em engenharia; integrar os cursos de graduação à sociedade e ao setor produtivo; modernizar a educação brasileira e ajudar na internacionalização das IES do país. Entre os oito Projetos Institucionais de Modernização (PIM) selecionados para implementação no âmbito do PMG – EUA, está o curso de graduação em EMa da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) [10, 11].

Com base no exposto, o presente trabalho se propôs a fornecer subsídios para ajudar a responder a seguinte questão norteadora: Qual o melhor modo de ampliar (ou implantar) o ensino de competências no curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos? Para tal, foram realizados estudos sobre a abordagem por competências no ensino de engenharia; construção e análise de indicadores bibliométricos sobre o ensino por competências na Educação em Engenharia; análise de conteúdo das novas DCNs, do PPC e das propostas e resultados parciais do PIM em vigência no PMG-EUA, de graduação em EMa, da UFSCar.

O uso de ferramentas analíticas qualitativas neste trabalho constituiu uma inovação ao campo de pesquisa em educação em engenharia, pois embora tais técnicas sejam vastamente difundidas em áreas como Sociologia, Psicologia, Ciência Política e Comunicação, entre outras, não foram encontrados relatos de sua aplicação na educação em engenharia, em especial na educação em engenharia de materiais.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A Educação em Engenharia como campo de estudo

O campo de estudo em Educação em Engenharia (EE), diferente do que se possa pensar devido à designação da área, não surgiu como parte das pesquisas em Educação, mas sim a partir da iniciativa ousada de acadêmicos de Engenharia, que preocupados com a formação profissional e a organização dos cursos, se aventuraram no campo da Educação buscando novas metodologias de ensino, boas práticas pedagógicas e uma maior compreensão do processo de construção do conhecimento pelo aluno. Desta forma, pode-se considerar a EE como uma área interdisciplinar do conhecimento, que transita entre a Educação e a Engenharia, mas que não advém do somatório destas duas áreas [12].

As primeiras publicações sobre EE datam de 1893, quando, após a expansão do ensino superior nos Estados Unidos da América (EUA), os professores norte-americanos iniciaram discussões sobre a necessidade de aprofundar o ensino dos princípios básicos de sua área para sanar as lacunas do ensino básico e concluíram que deveriam enfatizar os princípios científicos e matemáticos fundamentais, e não as experiências práticas de aprendizagem. Para apoiar o ensino de engenharia e divulgar essa nova concepção de ensino, formou-se então a Sociedade para a Promoção da Educação em Engenharia (em inglês, *Society for the Promotion of Engineering Education* - SPEE), durante a Feira Mundial de Chicago. A publicação dos anais da SPEE no ano seguinte (1984), dá origem ao *Journal of Engineering Education* (JEE), cujas publicações e conferências anuais constituíram o principal meio de comunicação entre os membros da SPEEE durante os primeiros dezessete anos da sociedade [13, 14, 15].

Em 1910, com o crescimento do número de membros, a SPEE passou a publicar um boletim mensal dedicado à educação técnica, cumprindo pelos próximos anos a missão de divulgar a comunicação da sociedade e as ideias e inovações no ensino de engenharia [14].

Durante a Segunda Guerra Mundial, um maior foco governamental em pesquisa, levou a SPEE a formar a *Engineering College Research Association*

(ECRA) para angariar financiamento do governo e divulgar os resultados das pesquisas acadêmicas na área. Após o fim da guerra, a fusão da SPEE e ECRA deu origem à *American Society for Engineering Education* (ASEE), em 1946 [13].

Nos anos 60, a ASEE, dirigida por voluntários, assumiu uma postura ativista, distanciando-se das atividades de ensino. Após uma reorganização e troca de liderança, o foco educacional foi retomado, permitindo à ASEE firmar vários contratos governamentais relacionados ao ensino, além de assumir ativamente a tarefa de recrutar mulheres e minorias para a engenharia. Tanto a parceria com o governo, como a busca pela diversidade se tornaram frentes de grande importância na ASEE e continuam rendendo frutos até os dias atuais [13].

Enquanto a ASEE se formava nos EUA, sendo a mais antiga sociedade profissional dedicada à melhoria da educação em engenharia, outras iniciativas afloraram ao redor do mundo. Na Europa, por exemplo, o aumento no ingresso de jovens na Universidade, devido ao desenvolvimento da Europa Ocidental no pós-guerra, levou a um desenvolvimento científico e tecnológico acelerado e ao surgimento de novas figuras profissionais, com a abertura do Ensino Superior de Engenharia (ESE) a um maior número de alunos [16].

Os protestos estudantis iniciados na França, em maio de 1968, contra as reformas do sistema educacional propostas pelo governo e um alarmante aumento do desemprego, contribuíram para fomentar discussões sobre a necessidade de adequar as estruturas acadêmicas às novas necessidades de um mundo em evolução, tornando as instituições mais democráticas, sem perder a qualidade do ensino [17].

O papel dos engenheiros na sociedade estava mudando rapidamente, sendo estes cada vez mais requisitados em atividades de pesquisa, gestão e serviços e com a expansão da União Europeia, a mobilidade da mão-de-obra também passou a ser um requisito mandatório. Assim, todas as instituições envolvidas no ESE deveriam conhecer o sistema educacional de todos os países parceiros, criando uma enorme demanda pela troca de informações sobre programas, currículos e mudanças no ESE. Por consequência, em 1972, a Comissão Europeia organizou a primeira reunião que reuniu cerca de sessenta representantes de instituições europeias de ESE. Após uma rica troca de

informações, a reunião foi encerrada com o apoio unânime à criação de uma Sociedade Europeia para a Educação em Engenharia (*Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs* – SEFI), com a principal missão de estabelecer um fórum de debate permanente sobre o tema [16].

Hoje, além de diversas contribuições significativas para a EE, a SEFI é responsável pela publicação do *European Journal of Engineering Education* (EJEE), reconhecido como uma das principais publicações científicas em EE, devido ao seu rigoroso processo de revisão por pares [18].

Na mesma época, no Brasil, foi criada a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), com o objetivo de promover o aprimoramento, a integração e a adequação à realidade nacional e internacional da educação em engenharia, além de aperfeiçoar continuamente as instituições filiadas, dando início assim às discussões formais sobre EE no país. Atualmente a associação é responsável pela realização anual do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), maior evento nacional da área e a publicação da Revista de Ensino de Engenharia. Ademais, a ABENGE tem atuado desde a sua formação, junto ao governo e demais setores interessados, no processo contínuo de melhoria e modernização da EE no país [19].

Na UFSCar, foi criada em 2019, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM), a linha de pesquisa em Educação em Engenharia de Materiais ajudando a avaliar o panorama atual da Educação em Engenharia de Materiais no Brasil e traçar estratégias para melhorar a efetividade do ensino, aumentando a contribuição dos profissionais formados através de metodologias ativas no ensino de Engenharia de Materiais [20].

## **2.2 Engenharia de Materiais**

Os intensos avanços tecnológicos na segunda metade do século XX, geraram uma enorme demanda por novos materiais com propriedades não encontradas nos materiais já existentes, tal como, pelo aumento da produção dos materiais já conhecidos. Para solucionar esses problemas, começaram a surgir diversas equipes multidisciplinares, compostas por físicos, químicos e

engenheiros de diversas especialidades, focadas em estudar a Ciência e Engenharia de Materiais (CEM) para desenvolver novos produtos e processos, criando assim um novo campo de atuação profissional [21].

A partir dos avanços em CEM, começaram a surgir, na década de 60, os primeiros cursos de graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. No Brasil e na América Latina, a primeira habilitação em Engenharia de Materiais teve início em 1970, com a criação do curso de “Engenharia de Ciência de Materiais”, na recém-fundada à época, Universidade Federal de São Carlos. Como dito anteriormente, a intenção era de que o curso fomentasse o desenvolvimento tecnológico em diversos setores estratégicos, aumentando a geração de riquezas do país, através da criação de empregos e da exportação [1, 22].

No entanto, embora a elaboração do curso tenha contado com grandes nomes da ciência como o físico-químico brasileiro Sérgio Mascarenhas de Oliveira e Richard Williams, pioneiro no desenvolvimento de telas LCD; houve uma considerável resistência à sua criação, principalmente por parte de acadêmicos da Engenharia Química e da Engenharia Metalúrgica, alegando que o curso seria apenas mais uma vertente da Engenharia Metalúrgica, não havendo, portanto, a necessidade da criação de um novo curso e resultando em denúncias junto ao Conselho Federal de Educação [1, 21].

Tais alegações iam na contramão do processo iniciado em 1959, na *Northwestern University* e seguido por diversas IES nos EUA e Europa, em que os departamentos estavam mudando seus nomes de “Metalurgia” ou “Cerâmica” para “Ciência e Engenharia de Materiais”, fortalecendo a concepção de que os materiais deveriam ser estudados por suas propriedades, mais do que por suas classes. Assim, a despeito da oposição, o vestibular para o curso foi realizado [1, 23].

Em 1972, os laboratórios de EMa começaram a ser montados na UFSCar, levando à fundação do Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa). Além disso, ainda em 72, o curso adotou a opção por modalidades: Materiais Cerâmicos, Materiais Metálicos e Materiais Poliméricos, aproximando a formação dos egressos aos campos de atuação profissional já tradicionais no país. Após uma série de revisões no currículo do curso, desde sua concepção

inicial, em 1975, o curso de Engenharia de Materiais foi enfim reconhecido oficialmente pelo Conselho Federal de Educação [1, 21, 24].

Desde então, o curso de EMa da UFSCar já formou mais de 1750 engenheiros de materiais e seu programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM) já titulou mais de 950 mestres e doutores. Além disso, há hoje no país mais de 50 cursos de graduação em EMa em atividade, distribuídos entre instituições públicas e privadas [24, 25].

### 2.3 Ensino por competências

Para falar sobre a abordagem por competências no ensino de engenharia, faz-se necessário primeiramente definir o que são competências, sendo diversas as definições disponíveis na literatura, como pode ser visto no quadro 2.1:

Quadro 2.1 - Definições de competências disponíveis na literatura.

Autor	Definição
Dicionário Enciclopédico Larousse	"Nos assuntos comerciais e industriais, a competência é o conjunto de conhecimentos, qualidades, capacidades e aptidões que permitem discutir, consultar e decidir sobre o que diz respeito ao trabalho. Supõe conhecimentos específicos, uma vez que considera que não há competência completa se os conhecimentos teóricos não são acompanhados pelas qualidades e pela capacidade, as quais, por sua vez, permitem executar as decisões que essa competência sugere."
McCLELLAND (1973)	"O que realmente causa um rendimento superior no trabalho."
BUNK (1994)	"Conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para exercer uma profissão, resolver problemas profissionais de forma autônoma e flexível, e capacidade para colaborar em seu ambiente profissional e na organização do trabalho."
TREMBLAY (1994)	"Sistema de conhecimentos, conceituais e procedimentais, organizados em esquemas operacionais e os quais permitem, dentro de um grupo de situações, a identificação de tarefas-problema e sua resolução por uma ação eficaz."
INEM (1995)	"As competências profissionais definem o exercício eficaz das capacidades que permitem o desempenho de uma ocupação, ou seja, relacionam-se aos níveis requeridos em um emprego. Trata-se de algo do conhecimento técnico, o qual faz referência ao saber e ao saber fazer. O conceito de competência engloba não apenas as capacidades requeridas para o exercício de uma atividade profissional, como ainda um conjunto de comportamentos, capacidade de análise, de tomada de decisão, transmissão de informação, etc., considerados necessários para o pleno desempenho."
MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS	"Capacidade de aplicar conhecimentos, habilidades e atitudes ao desempenho da ocupação em questão, incluindo a capacidade de resposta a problemas imprevistos, a autonomia, a flexibilidade e a

Quadro 2.1 - Definições de competências disponíveis na literatura.

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
SOCIALES (1995)	colaboração com o entorno profissional e com a organização do trabalho."
LE BOTERF (1997)	Saber como mobilizar, integrar e transferir os conhecimentos, os recursos e as habilidades, num contexto profissional determinado.
LEVY-LEBOYER (1997)	"Repertório de comportamentos que algumas pessoas dominam melhor que outras, o que as fazem mais eficazes em uma determinada situação".
MARRELLI (1998)	"Recurso humano mensurável necessário para as demandas efetivas de desempenho de trabalho."
CONSEJO EUROPEO (2001)	"A soma de conhecimentos, habilidades e características individuais as quais permitem a uma pessoa realizar determinadas ações."
FLEURY; FLEURY (2001)	"Palavra utilizada para designar uma pessoa qualificada para realizar alguma coisa."
ZARIFIAN (2001)	"Inteligência prática para situações que se apoiam sobre os conhecimentos adquiridos e, quanto mais aumenta a complexidade das situações, mais se transformam esses conhecimentos."
CRUZ (2002)	"Ação cognitiva, afetiva e social que se torna visível em práticas e ações que se exercem sobre o conhecimento, sobre o outro e sobre a realidade."
OCDE (2002)	"A habilidade de cumprir com êxito as exigências complexas, mediante a mobilização dos pré-requisitos psicossociais. De modo que são enfatizados os resultados os quais o indivíduo consegue por meio da ação, seleção ou forma de se comportar conforme com as exigências."
PERRENOUD (2002)	"É a aptidão para enfrentar uma família de situações análogas, mobilizando de uma forma correta, rápida, pertinente e criativa, múltiplos recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro competências, informações, valores, atitudes, esquemas de percepção, informações, valores, atitudes, esquemas de percepção, de avaliação e de raciocínio".
SOUZA (2002)	"Capacidade de colocar em ação valores, conhecimentos e habilidades necessários para o desempenho eficiente de atividades requeridas pela natureza da prática profissional".
EURYDICE (2002)	"As capacidades, os conhecimentos e as atitudes que permitem uma participação eficaz na vida política, econômica, social e cultural da sociedade."
GENERALITAT DE CATALUNYA (2004)	"Habilidades e atitudes de caráter transversal, ou seja, que integrem saberes e aprendizagens de diferentes áreas, que muitas vezes são aprendidos não somente na escola e que servem para solucionar problemas diversos da vida real."
LIZZIO; WILSON (2004)	"Capacidade de realizar combinações específicas de conhecimentos, habilidades e atitudes em contextos de trabalho adequados."
OIT (2004)	"Capacidade efetiva para realizar com êxito uma atividade laboral plenamente identificada."
AA.VV. (2005)	"A capacidade para enfrentar, com chances de êxito, tarefas simples ou complexas em um determinado contexto."
FRANCESCHINI (2005)	"Habilidades técnicas acompanhadas das qualidades humanas e a anulação de suas limitações."
CEPEDA (2005)	"A presença de características ou a ausência de incapacidades as quais tornam uma pessoa adequada ou qualificada para realizar uma tarefa específica ou para assumir um papel definido."

Quadro 2.1 - Definições de competências disponíveis na literatura.

Autor	Definição
MONEREO (2005)	"Estratégia e competência implicam repertórios de ações aprendidas, autorreguladas, contextualizadas e de domínio variável..., enquanto a estratégia é uma ação específica para resolver um tipo contextualizado de problemas, a competência seria o domínio de um amplo repertório de estratégias em um determinado âmbito ou cenário da atividade humana. Portanto, alguém competente é uma pessoa que sabe "ler" com grande exatidão o tipo de problema que lhe é proposto e quais são as estratégias que deverá ativar para resolvê-lo."
CARBONE (2006)	"Conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para exercer determinada atividade e também o desempenho expresso pela pessoa em determinado contexto."
MEDEIROS (2006)	"Arranjo perceptivo–afetivo–cognitivo–motor, fundado em saberes, conhecimentos, habilidades, valores, atitudes e aptidões, adequados à solução efetiva de problemas postos por situações inéditas ou pelo inédito que aparece em situações rotineiras."
ESTELLA; VERA (2008)	"Combinação de conhecimentos, capacidades e atitudes adequadas ao contexto."

Fonte: A autora, a partir de referências de FELÍCIO e ZABALA [26, 27], 2022.

Cabe mencionar ainda a definição adotada pelas novas DCNs:

"A competência consistirá na intervenção eficaz nos diferentes âmbitos da vida, mediante ações nas quais se mobilizam componentes atitudinais, procedimentais e conceituais de maneira inter-relacionada" [27].

Embora não haja, portanto, um consenso entre os autores sobre o que é competência, é possível perceber, a partir da leitura das diferentes significações, a predominância da repetição dos termos: conhecimento, habilidade e atitude; permitindo descrever as competências como sendo, então, um conjunto de habilidades, atitudes e conhecimentos que será mobilizado mediante uma situação-problema.

Utilizando uma analogia de engenharia, a abordagem do ensino por competências consiste então em uma reengenharia da forma de ensinar, em que ao invés de se transmitir o conteúdo ao aluno e esperar que ele seja capaz de selecioná-lo de maneira adequada mediante um problema, define-se o perfil que se deseja construir e a partir daí, são planejadas as atividades necessárias para alcançar esse resultado preliminar almejado. Trata-se de uma tentativa de superar o ensino focado na transmissão e memorização de conteúdos e introduzir o ensino voltado ao aluno, que possa ser integrado e aplicado à vida real [27, 28].

Cabe lembrar ainda que, essa nova concepção de ensino não representa uma rejeição ao modelo existente, mas sim uma tentativa de melhoria. Observando as similaridades entre o conhecimento e as competências [27].

A partir do estudo da literatura disponível sobre o Ensino por Competências é possível ainda, elencar um conjunto de competências desejáveis aos egressos dos cursos de Engenharia, dispostas no quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Conjunto de competências desejáveis aos egressos de engenharia.

#### Identificação\*

---

Competência inter e transcultural

Comunicação

Criatividade

Empreendedorismo

Ética

Aprendizagem contínua

Inovação

Liderança

Pensamento crítico

Resolução de problemas

Trabalho em equipe

---

\*As cores foram utilizadas para facilitar a identificação de cada competência ao longo do texto das DCNs, como mostra o quadro 2.3.

Fonte: A autora, 2022.

## 2.4 As novas DCNs do Curso de Graduação em Engenharia

No Brasil, o processo de modernização dos cursos de Engenharia teve início com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9394/1996), quando o modelo conservador de currículos mínimos deu lugar a possibilidade da construção de modelos de ensino mais flexíveis e inovadores. Posteriormente, a edição da Resolução CNE/CES nº 11/2002, permitiu a criação de novos cursos e habilitações em Engenharia, além de romper com a visão pedagógica da formação de um perfil profissional homogêneo, esboçando o caminho para a formação por competências. Entretanto, as escolas de Engenharia encontraram dificuldades para se adequar ao novo modelo proposto, levando ao surgimento de debates no meio acadêmico, empresas, governo e setores que representam a atuação profissional da área.

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), tais discussões entre os diferentes setores ligados à Engenharia trouxeram uma única conclusão:

“A necessidade de adequar a formação em Engenharia às demandas da sociedade em nível global, em um contexto complexo e dinâmico, influenciado por tecnologias disruptivas e novos meios de produção, serviço e relacionamento” [28].

Com base nos fatos acima mencionados, em 2015, o Conselho Nacional de Educação (CNE), a partir da Portaria CNE/CES nº 6/2015, iniciou a revisão das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia.

Em 2017, a reunião de especialistas e representantes do governo, da comunidade acadêmica e do setor produtivo deu origem à comissão revisora; que, em parceria com o governo, as escolas de Engenharia, o setor produtivo e a sociedade civil, trabalhou ativamente, até que, em 2019, foram publicadas, a partir da Resolução CNE/CES nº 02/2019, as novas DCNs [9, 28, 29].

Como dito anteriormente, as novas DCNs têm como objetivos: modernizar a formação em Engenharia no país, a partir da utilização do ensino por competências, elevando a qualidade do ensino; permitir uma maior flexibilidade na estruturação dos cursos, facilitando o uso de ferramentas inovadoras de ensino-aprendizagem; reduzir a elevada taxa de evasão nos cursos de Engenharia e atender as demandas futuras por mais e melhores engenheiros [28, 29].

As novas DCNs trazem ainda um conjunto de competências gerais a serem oferecidas aos estudantes ao longo de sua formação, em consonância às tendências globais do ensino por competências na Educação em Engenharia, como pode ser visto no quadro 2.3, que relaciona o texto da Resolução CNE/CES nº 02/2019 às competências retiradas da literatura (quadro 2.2).

Quadro 2.3 - Competências gerais propostas pelas novas DCNs.

Identificação*	Competências	Subitens
Competência inter e transcultural Criatividade Resolução de problemas	I - Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto	a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de <b>observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos</b> ; b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto,

Quadro 2.3 - Competências gerais propostas pelas novas DCNs.

Identificação*	Competências	Subitens
		concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;
	II - Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação	<p>a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.</p> <p>b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;</p> <p>c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.</p> <p>d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;</p>
Criatividade Resolução de problemas	III - Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos	<p>a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;</p> <p>b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;</p> <p>c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;</p>
Empreendedorismo Inovação Resolução de problemas	IV - Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:	<p>a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.</p> <p>b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;</p> <p>c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;</p> <p>d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;</p> <p>e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;</p>
Comunicação Aprendizagem contínua	V - Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica	a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;
Ética Liderança Trabalho em equipe	VI - Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares	a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a

Quadro 2.3 - Competências gerais propostas pelas novas DCNs.

Identificação*	Competências	Subitens
		<p>distância, de modo que facilite a construção coletiva;</p> <p>b) <b>atuar, de forma</b> colaborativa, <b>ética</b> e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;</p> <p>c) gerenciar projetos e <b>liderar, de forma proativa e colaborativa</b>, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;</p> <p>d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);</p> <p>e) preparar-se para <b>liderar</b> empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;</p>
Ética	VII - Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão	<p>a) <b>ser capaz de compreender</b> a legislação, <b>a ética</b> e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.</p> <p>b) <b>atuar sempre</b> respeitando a legislação, e <b>com ética</b> em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando;</p>
Aprendizagem contínua	VIII - <b>Aprender de forma autônoma</b> e lidar com situações e contextos complexos, <b>atualizando-se</b> em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação	<p>a) ser capaz de <b>assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua</b>, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.</p> <p>b) <b>aprender a aprender</b>.</p>

\*As competências foram identificadas por cores, conforme o quadro 2.2, para facilitar sua identificação ao longo do texto.

Fonte: A autora, a partir do texto da Resolução CNE/CES nº 02/2019 [29], 2022.

Para isso, as IES devem construir seu PPC de forma a promover programas de estudo flexíveis, baseados em um conjunto de experiências práticas e ativas com interdisciplinaridade, com variados e progressivos graus de dificuldade, em que o aluno é o principal agente e o professor ocupa o papel de facilitador da aprendizagem. Tais atividades devem simular situações que se assemelhem o máximo possível com a prática profissional. Essa forma de construção do conhecimento, permite aos egressos acionar e aprofundar seu nível de competência de acordo com sua trajetória profissional, dando origem a

um processo contínuo de formação, que não se encerra ao concluir os estudos na universidade [28].

Assim como a aprendizagem, o processo de avaliação também passa a ser contínuo, servindo para avaliar tanto o desenvolvimento das competências pelo aluno, quanto a eficiência do programa de ensino [28].

## **2.5 Bibliometria**

No século XX, buscando compreender as complexas relações entre a ciência, a inovação e a tecnologia com o desenvolvimento econômico e social dos países e regiões, surgiu a Bibliometria, que consiste em um conjunto de técnicas estatísticas e metodologias para medições e inferências relativas à produção, disseminação e uso da comunicação científica e tecnológica, com o objetivo de avaliar os avanços da ciência e da tecnologia através da construção de indicadores quantitativos. Tais indicadores podem ser considerados dados estatísticos usados para medir algo intangível, que ilustram os aspectos de uma realidade multifacetada, servindo tanto para o planejamento de políticas de fomento às pesquisas quanto para que os pesquisadores conheçam a realidade em que estão inseridos [30, 31, 32].

Assim sendo, os indicadores bibliométricos constituem uma importante ferramenta para avaliar a produtividade científica, mas que devem ser usados de forma criteriosa para responder apenas a questões específicas, como quais as tendências de pesquisa em um tema, ou quais os autores mais ativos em determinada instituição, uma vez que não abordam em sua construção as peculiaridades específicas de cada campo do conhecimento, não permitindo assim a universalização do critério de avaliação da produção científica, se baseando apenas na quantidade de artigos publicados [31, 32, 33].

A construção de indicadores bibliométricos é realizada através da mineração e tratamento dos metadados associados às publicações contidas em bases de dados bibliográficas. Os metadados disponíveis variam de acordo com a fonte da qual foram extraídos e podem conter informações variadas sobre as

publicações, como: autores, instituições, países, ano de publicação, palavras-chave, número de citações recebidas, tipo de publicação, entre outras.

Embora as bases de dados tenham sido concebidas essencialmente para armazenar e permitir a recuperação da informação ou do conteúdo das publicações facilitando sua disseminação e servindo como registro de sua ocorrência, tais bases não foram construídas visando a produção de indicadores, além de possuir critérios específicos de seleção de conteúdo, abrangência, estruturação de dados e padronização de registros. Desta forma, a realização de estudos baseados em indicadores bibliométricos requer um trabalho extremamente cuidadoso de reorganização e tratamento dos dados de forma a padronizá-los, permitindo seu agrupamento e comparação [31].

Cabe mencionar ainda que a recuperação das informações nas bases de dados é diretamente dependente da expressão de busca utilizada. Assim, compete ao pesquisador conhecer as peculiaridades de cada base, como os campos de busca, códigos de identificação, filtros e categorias disponíveis, para que melhor adeque sua expressão de busca a cada caso, de forma a obter o maior número de resultados o mais próximo possível do tema de interesse e minimizar a quantidade de respostas indesejadas. Desta forma, como dito anteriormente, não se devem tomar os indicadores como critérios universais para a avaliação da atividade científica, uma vez que estes podem conter uma série de vieses decorrentes da base de dados utilizada, do tratamento de dados, da expressão de busca, da área de pesquisa e dos próprios critérios adotados pelo pesquisador, sendo, portanto, apenas uma das muitas representações possíveis da realidade [34].

## **2.6 Análise de Conteúdo**

A análise de conteúdo (AC) consiste em uma metodologia, isto é, um conjunto de técnicas sistemáticas e intervaladas que buscam construir inferências sobre comunicações (verbais, visuais ou escritas), com o objetivo de se extrair significados, intenções, consequências ou contextos. Atualmente, a maior referência na área é a professora francesa de psicologia, Laurence Bardin,

autora do livro *Análise de Conteúdo*, responsável por sintetizar, em 1977, tudo o que se sabia sobre o método até então, constituindo um valioso manual que é mundialmente empregado até os dias de hoje [35, 36, 37, 38].

O primeiro uso do que poderia ser considerada uma técnica primitiva de *Análise de Conteúdo*, data por volta de 1640 na Suécia, quando, com o objetivo de avaliar seu efeito sobre os luteranos, cerca de 90 hinos foram analisados quanto a temas religiosos, valores, modalidades de aparição e complexidade estilística. Posteriormente, em 1888, B. Bourbon, interessado na expressão das emoções e tendências de linguagem, analisou o livro de Êxodo, da Bíblia, de maneira relativamente rigorosa, realizando uma preparação rudimentar do texto e classificação temática das palavras-chave. Daí, a razão de Bardin classificar a AC como sendo uma hermenêutica controlada, baseada na dedução [35, 37].

Já no início do século XX, Thomas e Znaniecki, realizaram um extenso estudo sociológico sobre a integração dos imigrantes poloneses na Europa e nos EUA, a partir da análise de cartas, diários, artigos de jornal e relatórios oficiais. Entretanto, foi apenas com o início da Primeira Guerra Mundial, que a AC nos moldes atuais teve início, a partir da análise das propagandas de guerra por H. Lasswell. Foi inclusive, a investigação política, motivada pelos conflitos da Segunda Guerra Mundial, que levou ao desenvolvimento e popularização da AC nos EUA, durante a década de 40 [35, 37].

Além de Lasswell, destaca-se também nessa época, B. Berelson, por sua contribuição para a construção das bases metodológicas da AC, em seu trabalho com Lazarsfeld, focado na reunião de amostras de forma sistemática, validação dos procedimentos e resultados, verificação da confiabilidade dos codificadores e medição da produtividade das análises, refletindo em sua epistemologia o caráter positivista dos trabalhos da época [35, 37, 39].

O período pós-guerra é marcado tanto pela expansão do método para além da Sociologia, Psicologia, Ciência Política e Comunicação, passando a ser também empregado em estudos de Administração, Ciência da Informação, Ciências Sociais, Contabilidade, Educação, Enfermagem, Etnologia, Geografia, História, Linguística, Psicanálise, Psiquiatria, Saúde Coletiva, Serviço Social e Turismo; quanto pelo desencanto com a técnica por parte dos autores,

provavelmente em decorrência do rigor científico e objetividade positivistas que eles mesmos impuseram, limitando a AC à aplicação quantitativa, visto que a análise qualitativa está sujeita à subjetividade do autor, o que dificulta sua validação científica [35, 37].

Para compensar o que alguns autores chamaram de uma perda de foco da AC, novos olhares trouxeram também novas perspectivas metodológicas e epistemológicas. Em 1955, o Comitê de Pesquisa em Ciência Social em Linguística e Psicologia realizou uma conferência sobre AC, com participantes de diversas áreas, que trouxe como resultado das discussões, a diminuição do rigor da objetividade, o fim do alcance puramente descritivo da AC e o foco maior na inferência [35, 37].

Na conferência de AC realizada pela *Annenberg School of Communications*, em 1967, foram relatadas diversas discussões sobre as dificuldades de registrar comunicações não verbais, a necessidade padronização de categorias, os problemas envolvidos em fazer inferências, os papéis das teorias e construções analíticas, mas principalmente o uso de computadores para realização de AC. Os avanços tecnológicos e a popularização dos computadores pessoais provocaram um interesse crescente em desenvolver ferramentas computacionais para a realização da AC de forma automatizada, levando à criação de diversos *softwares* de análise de texto, tal como à multiplicação das possibilidades de aplicação da AC e ao surgimento de discussões comparativas entre a AC manual e a AC computadorizada, que perduram até os dias atuais [35, 36, 37].

Nos anos 80, a limitação dos algoritmos de análise existentes na época e o fato da maior parte dos documentos ainda estarem disponíveis em mídias físicas, dificultando o uso dos *softwares* de análise, levou novamente a um desinteresse pela técnica, que foi superado nos anos 2000, devido à expansão da internet e à necessidade de análise do grande volume de conteúdo produzido pela comunicação de massa, gerando um aumento considerável no número de estudos com aplicação de AC [37].

Na Era da Informação, considerando o imenso volume de conteúdo disponibilizado diariamente por diversas mídias físicas e digitais, são válidos os

questionamentos sobre a viabilidade da realização da AC manual, diante da disponibilidade de várias ferramentas para automatizar a análise. Entretanto, é importante compreender que mesmo a análise computadorizada passa por codificação humana seja na seleção, organização, classificação ou validação dos dados. A própria tecnologia de inteligência artificial, muitas vezes, faz uso de *machine learning*, para aprender a partir da codificação humana. Torna-se, portanto, mais interessante do que questionar os méritos de cada método, a simbiose entre eles, permitindo unir o melhor de dois mundos: a capacidade do computador de digitalizar grandes volumes de texto de forma sistemática e confiável e a capacidade humana de entender e interpretar o conteúdo de uma comunicação, seu contexto e intencionalidade [36, 37].

A fronteira da AC é a própria comunicação, de forma que, praticamente tudo que é comunicado é também passível de ser analisado. Portanto, trata-se de um método muito empírico, em que, dependendo do conteúdo que se analisa e do tipo de interpretação que se pretende obter, torna-se muitas vezes necessária a adaptação e até mesmo a criação de novas técnicas de análise. Assim sendo, o mesmo raciocínio empregado anteriormente, cabe às discussões sobre o método ser qualitativo ou quantitativo, pois ao considerarmos que: a pesquisa quantitativa analisa estatisticamente os dados, permitindo obter resultados numéricos como quantidade, porcentagem, frequência e a pesquisa qualitativa visa interpretar o fenômeno observado e descrevê-lo; a combinação de abordagens mostra-se muito mais frutífera, do que a escolha de uma em detrimento da outra [35, 36, 37, 40].

A compreensão epistemológica da AC converge para a conclusão de que, independentemente da abordagem utilizada, da fonte de coleta, ou das técnicas empregadas, o que garante a sua cientificidade é a sua capacidade de ser revisada por pares, a partir da obediência de três princípios fundamentais: a validade, dada pela consistência entre conceitos e os instrumentos metodológicos adotados; a confiabilidade, obtida pela precisão e acurácia dos codificadores ao utilizarem tais instrumentos e a replicabilidade, através da oferta de condições adequadas para realizar essas revisões, a partir da transparência

na transmissão de informações referentes ao conteúdo analisado e as decisões envolvidas no processo [37, 38, 40, 41].

Para o escopo deste trabalho, iremos considerar então, a AC como sendo uma metodologia descritiva quali-quantitativa, cujo objetivo principal é realizar inferências válidas, confiáveis e replicáveis sobre o conteúdo de uma comunicação.

A produção da AC pode ser dividida em três conjuntos de etapas simples, como mostra a figura 2.1.

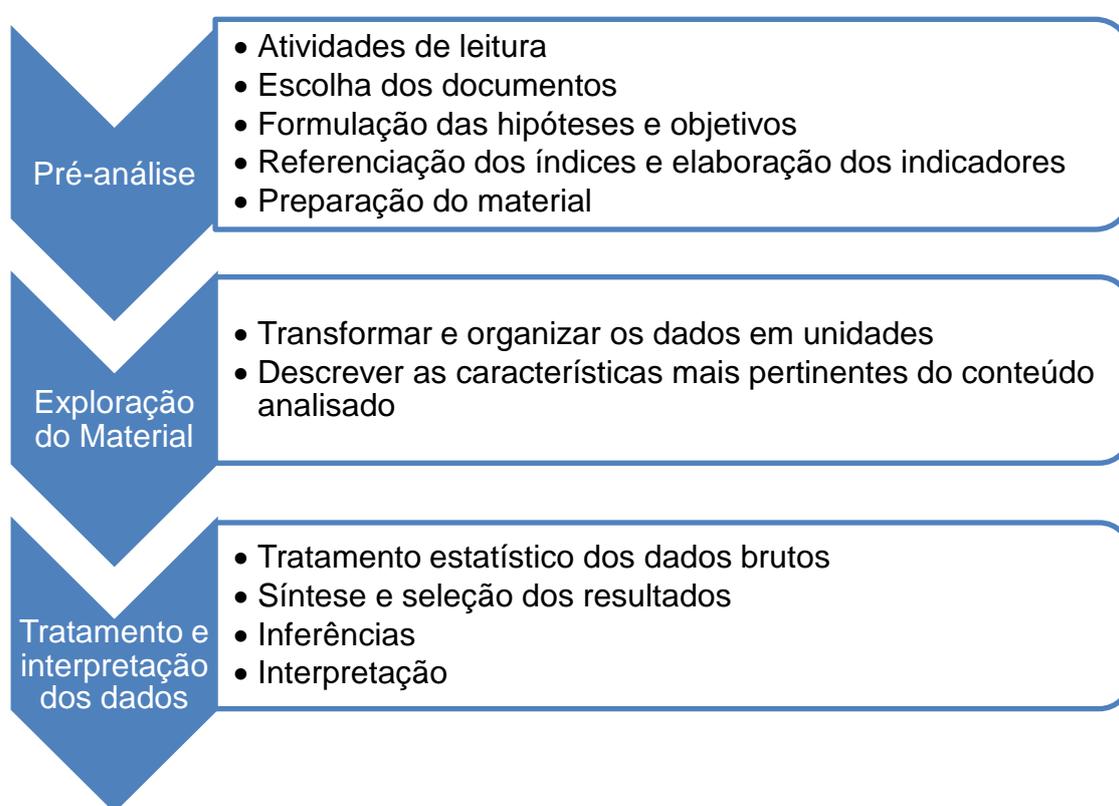


Figura 2.1 - Etapas para a realização da AC.

Fonte: A autora, 2022 [35, 42].

Inicialmente ocorrem as etapas de estudo dos textos que irão compor o *corpus*, isto é, o conjunto de documentos que serão analisados. Em seguida deve-se selecionar os documentos que efetivamente irão compor a análise, de forma que se eliminem os textos redundantes, mas se considere uma amostra grande o suficiente para representar o todo do tema que se deseja analisar. São então elaborados os objetivos e hipóteses a serem atendidos confirmados pelos

resultados. Em seguida os textos são particionados em unidades menores de análise, permitindo a criação de índices e indicadores e o material é organizado e formatado adequadamente para a próxima etapa. Em seguida são realizadas as etapas de exploração do material e por fim, é feita a análise estatística dos dados permitindo a disposição dos resultados em gráficos, ou tabelas, por exemplo, facilitando inferir e interpretar os dados.

É importante ressaltar que, embora existam trabalhos de AC na Educação, foram encontrados poucos exemplos de aplicação na Educação em Engenharia, apenas sete publicações no contexto nacional, sendo esta, uma interessante contribuição, tanto para a expansão do campo de aplicação do método, quanto para a construção de novas formas de contribuição com o ensino da Engenharia de Materiais.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 As designações de competências

A partir da pesquisa e leitura de literatura científica sobre o ensino por competências foram reunidos os seguintes termos utilizados para designar competências:

- *Soft skills* [43];
- *Employability skills* [44];
- *Generic skills* [45];
- *Key competencies* [46]
- *Non-traditional skills* [47];
- *Non-technical skills* [48];
- *Professional skills* [49];
- *Transferable skills* [50];
- *Transversal competencies* [51];
- *21st century skills (twenty-first century skills)* [52].

Conhecer tais termos faz-se útil tanto para uma melhor compreensão do tema de pesquisa, quanto para a composição da expressão de busca a ser utilizada na construção dos indicadores bibliométricos posteriormente.

Deste modo, foram construídas as bases para as discussões posteriores a serem realizadas no desenvolvimento deste trabalho.

#### 3.2 Estudo bibliométrico

Em seguida, foi realizado um estudo bibliométrico acerca do ensino por competência nos cursos de engenharia para a elaboração de indicadores sobre:

- Número de publicações por ano;
- Países com maior número de publicações na área;
- Principais autores e instituições;
- Eventos mais relevantes.

Esse estudo teve como objetivo conhecer melhor o campo de pesquisa de educação por competências na engenharia, traçar seu panorama e obter fontes relevantes de conteúdo sobre o assunto.

O primeiro passo para a construção dos indicadores bibliométricos sobre o ensino por competências na educação em engenharia, foi a seleção da base de dados a ser utilizada. Foi selecionada a base *Web of Science* (WoS), da *Clarivate Analytics*, devido a sua multidisciplinaridade, extenso acervo de periódicos revisados por pares, facilidade na condução de buscas, divisão do conteúdo em categorias, facilidade de exportação dos registros, disponibilidade de filtros do NIT/Materiais para tratamento dos dados utilizando o *software VantagePoint*, entre outros aspectos.

A partir da seleção da base, foi realizado o estudo dos campos de busca disponíveis no mecanismo de pesquisa avançada, rótulos de campo, funcionamento dos operadores booleanos e categorias temáticas de conteúdo, para então iniciar o processo de construção da expressão de busca, de forma a obter o maior número de registros disponíveis pertinentes ao tema estudado.

Considerando a pesquisa realizada uma composição de dois temas: o ensino por competências e Educação em Engenharia; foram utilizadas as metodologias “*building blocks*” e “*pearl growing*” para a construção da expressão de busca, a partir da divisão do objeto desejado em diferentes facetas a serem trabalhadas individualmente de forma a exaurir a busca dos termos e expressões relativos a cada uma, para sua posterior união, utilizando os operadores booleanos, de forma a encontrar a interseção entre os temas buscados. Desta forma, foi possível construir grupos de palavras associadas às designações de competência, competências gerais desejáveis aos egressos e palavras relacionadas ao ensino de engenharia, provenientes da *Taxonomy of Keywords for Engineering Education Research* (EER Taxonomy). Além disso, foi necessária ainda a composição de um grupo de palavras a serem excluídas da busca, relativas aos níveis educacionais primários, uma vez que o foco da busca era exclusivamente o Ensino Superior [53, 54].

Os grupos de palavras são mostrados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Grupos de palavras e expressões relevantes para a composição da expressão de busca.

<b>Educação em engenharia</b>	<b>Designações de competência</b>	<b>Competências específicas</b>	<b>Outros níveis educacionais</b>
Engineering	Competencies	Communication	Kindergarten
STEM	Employability skills	Creativity	Preschool
Education	Generic skills	Critical thinking	Elementary education
Accreditation	Key competencies	Cross-cultural competence	Elementary school
Advisor	Non-technical skills	Entrepreneurship	Primary education
Assessment	Non-traditional skills	Ethics	Primary school
Classroom	Professional skills	Innovation	Secondary education
Concepts	Soft skills	Intercultural competence	Secondary school
Curricula	Transferable skills	Leadership	Middle school
Development	Transversal competencies	Lifelong learning	High school
Evaluation	Twenty-first century skills	Problem solving	K-6
Exams	21 <sup>st</sup> century skills	Teamwork	K-8
Instruction			K-10
Knowledge			K-12
Learning			P-12
Prepare			PK-6
Rubric			PK-8
Student			PK-10
Teaching			PK-12
Tests			PreK-6
Training			PreK-8
Tutor			PreK-10
			PreK-12

Fonte: A autora, 2021.

Utilizando operadores booleanos para conectar as expressões contidas nos diferentes grupos de palavras, foi realizada a construção da expressão de busca seguindo os passos mostrados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Etapas utilizadas na construção da expressão de busca e seus respectivos resultados.

Busca	Tópico	Expressão de busca	Resultados
1	Educação em Engenharia	TS = ((engineering OR STEM) AND (education* OR accreditation OR advis* OR assess* OR classroom OR concept* OR curricul* OR development OR evaluat* OR exam* OR instruct* OR knowledge OR learn* OR prepar* OR rubric* OR stud* OR teach* OR test* OR train* OR tutor*))	1.216.608
2	Removendo os níveis educacionais indesejados	TS = (((engineering OR STEM) AND (education* OR accreditation OR advis* OR assess* OR classroom OR concept* OR curricul* OR development OR evaluat* OR exam* OR instruct* OR knowledge OR learn* OR prepar* OR rubric* OR stud* OR teach* OR test* OR train* OR tutor*)) NOT (kindergarten OR preschool OR “elementary education” OR “elementary school” OR “primary education” OR “primary school” OR “secondary education” OR “secondary school” OR “middle school” OR “high school” OR “K-6” OR “K-8” OR “K-10” OR “K-12” OR “P-12” OR “PK-6” OR “PK-8” OR “PK-10” OR “PK-12” OR “PreK-6” OR “Pre-K-6” OR “PreK-8” OR “Pre-K-8” OR “PreK-10” OR “Pre-K-10” OR “PreK-12” OR “Pre-K-12”))	1.208.414
3	Designações para competências	TS = (competenc* OR “employability skill*” OR “generic skill*” OR “key competenc*” OR “non-technical skill*” OR “nontechnical skill*” OR “non technical skill*” OR “non-traditional skill*” OR “nontraditional skill*” OR “non traditional skill*” OR “professional skill*” OR “soft skill*” OR “transferable skill*” OR “transversal competenc*” OR “twenty-first century skill*” OR “21st century skill*”)	228.940
4	Competências específicas	TS = (communication OR creativity OR “critical think*” OR “cross-cultural competenc*” OR “crosscultural competenc*” OR “cross cultural competenc*” OR entrepreneur* OR ethic* OR innovat* OR “intercultural competenc*” OR “inter-cultural competenc*” OR “inter cultural competenc*” OR leadership OR “lifelong learn*” OR “problem solv*” OR “teamwork” OR “team work”)	2.181.252
5	Combinando competências e educação em engenharia	#2 AND (#3 OR #4)	88.137
6	Incluindo as categorias de engenharia e educação	(#2 AND (#3 OR #4)) AND WC = (“engineering” AND “education”)	6.975

\* As cores utilizadas evidenciam os diferentes grupos de palavras do quadro 3.1.

Fonte: A autora, 2022.

Além da expressão de busca, foram utilizadas também as categorias (WC) “*Engineering*” e “*Education*” do WoS, de modo a garantir que os resultados encontrados, além de conter os termos selecionados, seriam realmente sobre educação em engenharia.

Em seguida, restringiu-se o período analisado aos últimos 20 anos (2001 a 2020), de forma a se obter dados recentes, mas em quantidade suficiente para permitir a construção de um panorama da área de pesquisa. Os resultados foram então ordenados por “relevância” e os vinte primeiros tiveram o título e resumo avaliados quanto à pertinência em relação ao tema buscado, como mostra o Quadro 3.3.

Quadro 3.3 - Estudo de relevância dos resultados obtidos pela utilização da expressão de busca completa e limitação do período (2001-2020).

Expressão de busca completa	Resultados	Relevantes
<b>TS = ( ( ( (engineering OR STEM) AND (education* OR accreditation OR advis* OR assess* OR classroom OR concept* OR curricul* OR development OR evaluat* OR exam* OR instruct* OR knowledge OR learn* OR prepar* OR rubric* OR stud* OR teach* OR test* OR train* OR tutor*) ) NOT (kindergarten OR preschool OR “elementary education” OR “elementary school” OR “primary education” OR “primary school” OR “secondary education” OR “secondary school” OR “middle school” OR “high school” OR “K-6” OR “K-8” OR “K-10” OR “K-12” OR “P-12” OR “PK-6” OR “PK-8” OR “PK-10” OR “PK-12” OR “PreK-6” OR “Pre-K-6” OR “PreK-8” OR “Pre-K-8” OR “PreK-10” OR “Pre-K-10” OR “PreK-12” OR “Pre-K-12”)) ) AND ( (competenc* OR “employability skill*” OR “generic skill*” OR “key competenc*” OR “non-technical skill*” OR “nontechnical skill*” OR “non technical skill*” OR “non-traditional skill*” OR “nontraditional skill*” OR “non traditional skill*” OR “professional skill*” OR “soft skill*” OR “transferable skill*” OR “transversal competenc*” OR “twenty-first century skill*” OR “21st century skill*”) OR (communication OR creativity OR “critical think*” OR “cross-cultural competenc*” OR “crosscultural competenc*” OR “cross cultural competenc*” OR entrepreneur* OR ethic* OR innovat* OR “intercultural competenc*” OR “inter-cultural competenc*” OR “inter cultural competenc*” OR leadership OR “lifelong learn*” OR “problem solv*” OR “teamwork” OR “team work”)) ) AND WC = (“engineering” AND “education”)</b>	5.986	25/25

\* As cores utilizadas evidenciam os diferentes grupos de palavras do quadro 3.1.

Fonte: A autora, 2022.

Considerando a precisão e revocação dos resultados encontrados, foi realizada a exportação dos dados para o *software VantagePoint*, seguida pelo tratamento para a padronização das informações e transferência para o *software*

Excel, utilizado para a construção de gráficos representativos dos indicadores bibliométricos.

### 3.3 Análise de conteúdo

Inicialmente foram selecionados todos os PPC participantes do PMG-EUA junto às DCNs para a realização da AC, no entanto, foi optado por analisar apenas o PPC da EMa da UFSCar em comparação às DCNs, entretanto, percebeu-se que o projeto pedagógico, embora aborde alguns temas de interesse para as DCNs, como a necessidade da construção de competências, encontra-se desatualizado, por ser um documento de quase 20 anos (2004). Foi então realizada a adição do texto contendo as propostas e resultados parciais do Movimenta Materiais (nome fantasia do PIM da UFSCar participante do PMG-EUA) disponibilizados no livro Planejamento e Primeiros Resultados dos “Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/20)”, publicado pela ABENGE, em 2021, uma vez que o projeto concentra atualmente a maior parte dos esforços de modernização do curso [55].

Desta forma, dando prosseguimento ao trabalho, foi realizada a AC comparando o PPC vigente de graduação em EMa da UFSCar de 2004, às novas DCNs, publicadas em 2019, e as propostas e resultados parciais do Movimenta Materiais; como forma de avaliar quão alinhado o curso está em relação às expectativas e tendências atuais e identificar possibilidades de melhoria para o cumprimento dos requisitos propostos pelas DCNs [21, 29, 56].

Para a análise computadorizada foi utilizado o *software* IRaMuTeQ 0.7 alpha 2. Este programa foi selecionado por ser um *software* gratuito, de código aberto, com diversos manuais disponíveis em português, interface intuitiva e análises claras e concisas, geradas a partir do ambiente estatístico ancorado no *software* R e na linguagem de programação *Python* [42, 57].

Foram necessárias algumas alterações dos textos que compõem o *corpus* para permitir sua importação para análise, pois o *software* trabalha apenas com arquivos textuais em formato *Unicode*, não sendo possível a análise de áudios, imagens, vídeos, por exemplo. Além disso, para adequação ao formato textual,

foi necessária a alteração da formatação dos textos, removendo-se parágrafos, títulos e outros elementos gráficos, considerando apenas os dados-brutos do texto, como pode ser visto no Quadro 3.4, que mostra a comparação entre o primeiro parágrafo do PPC original em formato PDF e do PPC após formatação para adequação ao *software* de análise, em formato TXT.

Quadro 3.4 - Comparação entre o primeiro parágrafo do PPC de EMa da UFSCar nos formatos original e adaptado para análise.

PROJETO PEDAGÓGICO PARA O CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

1 APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos e é resultado de um longo processo de discussão iniciado pela Coordenação do Curso de Engenharia de Materiais em 1990 que, em diferentes momentos, abordou a necessidade de reformulação do atual currículo do curso, vigente desde 1984. No momento, a proposta aqui apresentada, além de consubstanciar as alterações e correções apontadas no referido processo, tem também o objetivo de introduzir na estrutura curricular e no projeto pedagógico do curso, as definições e orientações estabelecidas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia [1]. Na elaboração da presente proposta, são consideradas todas as discussões e consultas a alunos, ex-alunos e docentes do curso, realizadas em diferentes etapas de avaliação do curso e de elaboração de propostas de reformulação.

\*\*\*\* \*PPC

este documento apresenta o PPC de engenharia\_de\_materiais da UFSCar e é resultado de um longo processo de discussão iniciado pela coordenação\_do\_curso de engenharia\_de\_materiais em 1990 que, em diferentes momentos, abordou a necessidade de reformulação do atual currículo do curso, vigente desde 1984. no momento, a proposta aqui apresentada, além de consubstanciar as alterações e correções apontadas no referido processo, tem também o objetivo de introduzir na estrutura\_curricular e no PPC, as definições e orientações estabelecidas nas DCNs. na elaboração da presente proposta, são consideradas todas as discussões e consultas a alunos, ex\_alunos e docentes do curso, realizadas em diferentes etapas de avaliação do curso e de elaboração de propostas de reformulação. se

Fonte: A autora, a partir do PPC de EMa da UFSCar [21], 2022.

O *software* particiona os textos do *corpus* em segmentos de texto (ST) com tamanho pré-determinado (normalmente 3 linhas), que serão trabalhados de acordo com a técnica selecionada, sendo possíveis cinco tipos diferentes de análise dos dados textuais: análise lexicográfica; análise de especificidades e fatorial de correspondência; método da classificação hierárquica descendente (CHD); análise de similitude e nuvem de palavras [58].

A primeira análise realizada foi a análise lexicográfica, na qual o programa identifica e reformata os textos, transformando-os em ST, identifica a quantidade de palavras, suas frequências, palavras de ocorrência única (hápx), reduz as

palavras de acordo com a sua raiz (lematização) e classifica as formas em ativas ou suplementares, de acordo com sua classe gramatical. Como o programa trabalha com um dicionário genérico, alguns termos e expressões específicas ao tema do texto trabalhado (nesse caso a engenharia) muitas vezes não tem sua classe gramatical reconhecida pelo programa. O mesmo ocorre quando, na tentativa de impedir que o programa analise individualmente cada palavra de uma palavra composta ou expressão, como perfil do egresso, por exemplo, torna-se necessária a utilização do símbolo   (*underline*), resultando na formação do que o programa considera uma única palavra, nesse caso, “perfil\_do\_egresso”, cuja classe gramatical é “não reconhecida” (NR), pois não consta no dicionário. Ponderando que o objetivo do trabalho era quantificar a ocorrência de palavras significativas ao tema do ensino por competências nos três textos e não uma análise linguística de seu conteúdo, a questão de reconhecimento das classes gramaticais não gerou prejuízo à análise.

A análise de especificidades e fatorial de correspondência não foi utilizada, pois não se aplica ao escopo deste trabalho, uma vez que o *corpus* foi constituído por textos de diferente natureza e autoria múltipla. Essa técnica associa o texto com as variáveis definidas pelo pesquisador, possibilitando a análise textual de acordo com as características (gênero, idade, formação, etc.) atribuídas aos participantes, no caso de questionários, entrevistas ou grupos focais, em que é possível identificar o responsável por cada texto analisado.

Em seguida, foi feita a CHD, utilizando o Método de Reinert, que se baseia no método de correlação e a proximidade léxica, para intuir que palavras usadas em um mesmo contexto pertencem ao mesmo mundo léxico e, portanto, ao mesmo sistema de representação. O programa criou classes de ST que apresentaram vocabulário semelhante entre si e diferente dos ST das outras classes. Os ST foram classificados de acordo com as formas que o compõem e o conjunto de termos foi dividido de acordo com a frequência dos lemas (núcleos das formas). Essa análise gerou gráficos que ilustram a formação e as relações existentes entre as classes, permitindo inferir quais ideias o *corpus* textual intencionou transmitir.

Os resultados da CHD foram utilizados no cálculo das frequências e os valores de correlação qui-quadrado de cada palavra do *corpus*, a partir da frequência pré-definida (superior a 20 para restringir o número de formas, facilitando a visualização) e execução da análise fatorial de correspondências (AFC) numa tabela de contingência que cruza as formas ativas e as variáveis associadas a cada uma das classes da CHD.

Por fim, na análise de similitude, o *software* construiu uma imagem que representa a ligação entre as palavras do *corpus* textual, utilizando a teoria dos grafos, na qual arcos são usados para indicar similaridade entre os vértices. Para facilitar a visualização dos vértices principais, foram excluídas as formas com frequência inferior a 20. A partir desta análise, foi possível inferir a estrutura de construção do texto, por meio da proximidade das formas que normalmente são usadas em conjunto e identificar temas de destaque a partir de sua coocorrência.

O último tipo de análise realizada foi a construção da nuvem de palavras, que representa o agrupamento das formas em função de sua frequência de ocorrência. Essa técnica fornece um grande conjunto de palavras, em que quanto maior a frequência de ocorrência da palavra, maior a fonte usada em sua representação e mais centralizada a sua localização na imagem, criando uma figura que facilita a visualização das palavras-chave do *corpus* textual. Também foram excluídas as palavras com frequência inferior a 20 para facilitar a visualização.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Indicadores bibliométricos

A partir das buscas realizadas na base WoS, foi possível visualizar o crescimento do número de publicações anuais relativas à utilização do ensino por competências na educação em engenharia, como mostra a Figura 4.1.

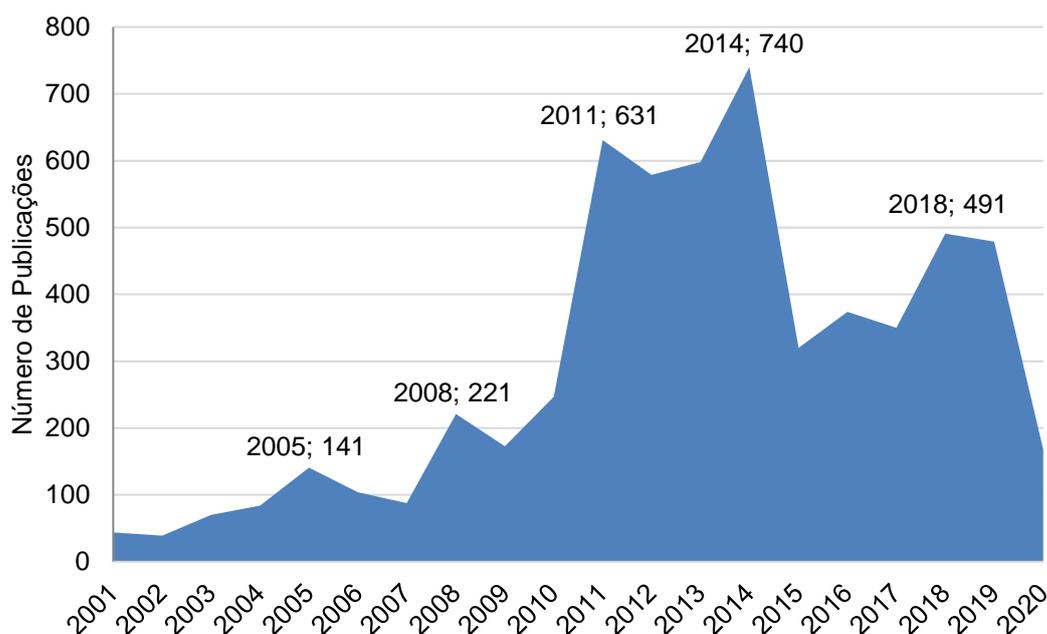


Figura 4.1 - Número de publicações por ano, nos últimos 20 anos (2001-2020) e grandes eventos de educação em engenharia realizados no período.

Fonte: A autora, 2022.

É possível observar um crescimento do número de publicações ao longo dos anos, tornando-se mais expressivo a partir de 2010 e culminando num pico em 2011 e outro em 2014. Nos anos seguintes, embora o número de publicações seja menor, ele se mantém em crescimento, levando a formação de um novo pico em 2018/2019.

Buscando identificar a fonte do crescimento do número de publicações em datas específicas, foi realizada a divisão dos registros entre publicações associadas a eventos e publicações associadas a periódicos, como mostra a Figura 4.2.

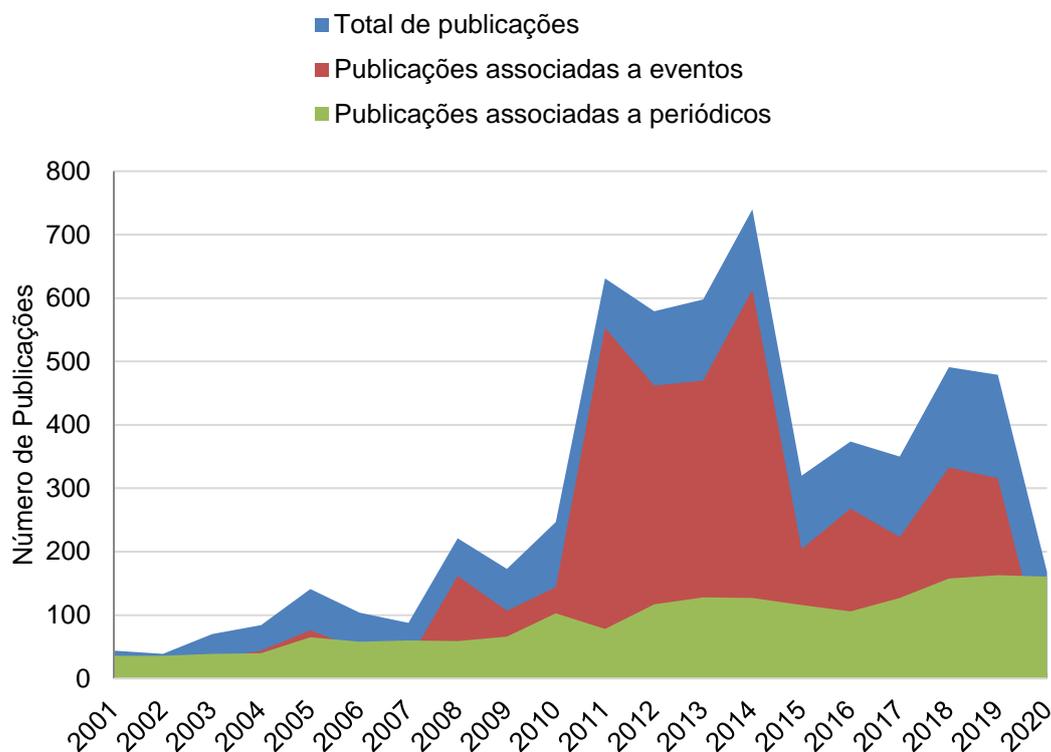


Figura 4.2 - Número de publicações por ano (2001-2020) associadas a eventos e associadas a periódicos de educação em engenharia.

Fonte: A autora, 2022.

Embora o número de publicações associadas a periódicos aumente a uma taxa praticamente constante, foi possível associar a ocorrência de picos de crescimento do número de publicações à indexação dos anais de grandes eventos na área de educação em engenharia realizados no período (Figura 4.2).

Um maior detalhamento sobre os eventos da área é mostrado na Figura 4.3.

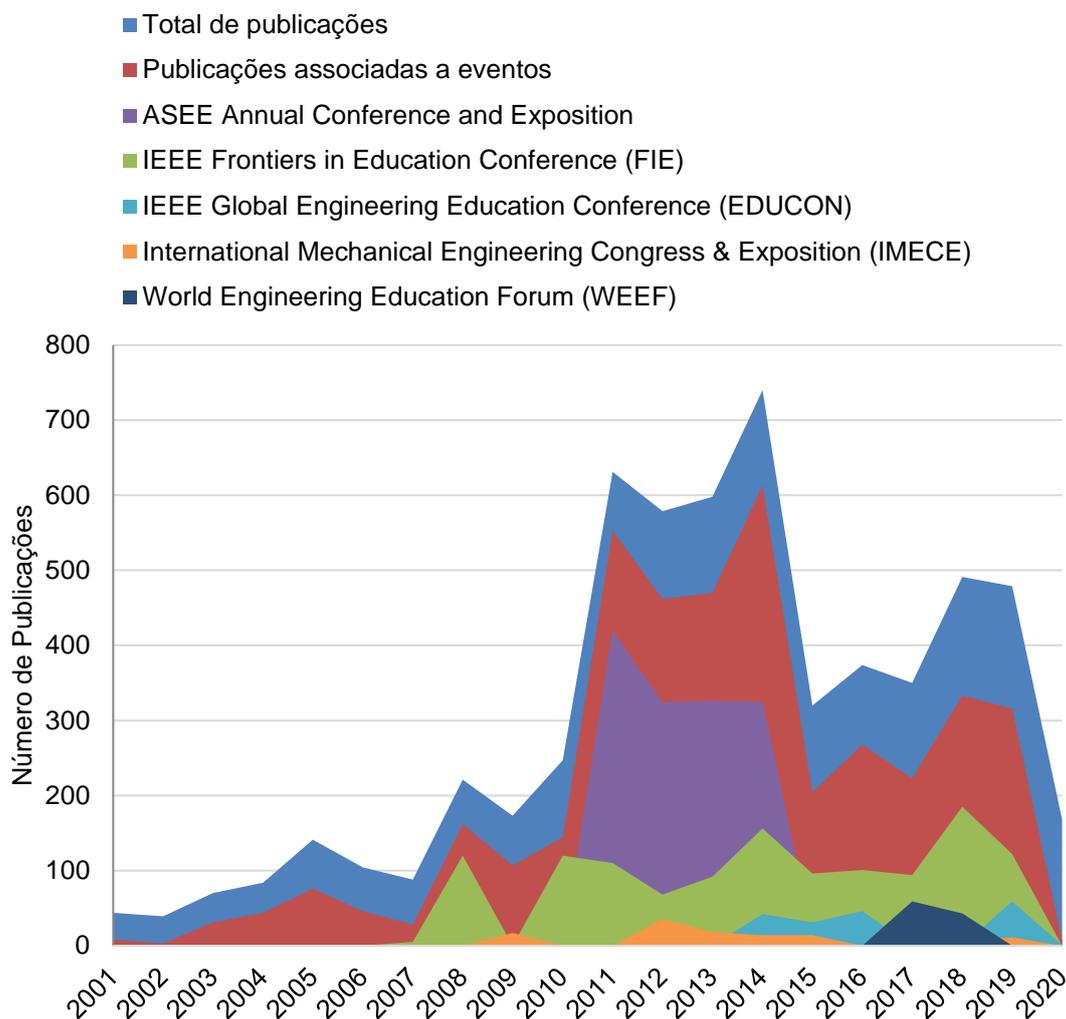


Figura 4.3 - Número de publicações por ano (2001-2020) associadas a eventos de educação em engenharia.

Fonte: A autora, 2022.

Nota-se que a indexação dos anais da *ASEE Annual Conference and Exposition*, no período de 2011 a 2015, foi responsável por um significativo aumento no número de publicações, indicando o grande porte do evento e sua contribuição para as pesquisas em Educação em Engenharia.

Outra organização responsável pela promoção de eventos significativos na área de Educação em Engenharia é o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), maior sociedade profissional técnica do mundo, formada por profissionais de diversas áreas, voltada ao avanço da inovação e excelência tecnológica em benefício da humanidade. Um destes eventos é o *IEEE Frontiers in Education Conference* (FIE), organizado inicialmente pela IEEE e depois em

parceria com a ASSE, que tem como objetivo a partir da reunião de uma comunidade global multidisciplinar comprometida em melhorar o conhecimento e a prática em educação em engenharia e computação, criar um ambiente inclusivo no qual são valorizadas a excelência em pesquisa, ensino e atividade criativa [59, 60].

Outros eventos da área são mostrados na Figura 4.3 e embora apresentem uma quantidade menor de publicações, que não afetam de forma significativa o total de registros do período, só endossam a grande importância da realização de eventos científicos como congressos, conferências e encontros, tanto para a troca de informações entre os pesquisadores e atualização sobre os assuntos da área, quanto para a geração de registros sobre os assuntos abordados, além da sua indexação em bases de dados permitindo ampliar visibilidade, visto que a divulgação apenas na página do evento, limita o acesso à informação, pois dificulta a realização de buscas.

Em relação ao número de publicações associadas a periódicos, o Quadro 4.1 traz os responsáveis pelas contribuições mais expressivas para o período analisado (2001-2020).

Quadro 4.1 - Número de publicações por periódico, para o período de 2001 a 2020.

<b>Periódico</b>	<b>Nº de Publicações</b>
International Journal of Engineering Education	995
IEEE Transactions on Education	206
Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice	196
Journal of Engineering Education	169
Computer Applications in Engineering Education	167
International Journal of Electrical Engineering Education	81
International Journal of Technology and Design Education	69
Education for Chemical Engineers	57
Engineering Studies	51
Journal of Civil Engineering Education	15

Fonte: A autora, 2022.

O *International Journal of Engineering Education* (IJEE) apresenta quase cinco vezes mais publicações do que os demais periódicos citados, para o período analisado, podendo ser considerado, portanto, uma importante fonte de

consulta sobre literatura relacionada ao ensino por competências na Educação em Engenharia. Vale citar novamente a contribuição da IEEE e da ASEE, neste campo de pesquisa, sendo responsáveis respectivamente pela publicação do *IEEE Transactions on Education* (ToE) e do *Journal of Engineering Education* (JEE) [14, 61].

Quanto ao número de publicações por país, no período de 2001 a 2020 (Figura 4.4), observa-se a absoluta dominância dos EUA neste campo de pesquisa, sendo responsável por mais de 56% das publicações (3.367 de um total de 5.986), seguido pela Espanha (455), com uma quantidade sete vezes menor de publicações. Os demais países apresentam uma quantidade inferior à 200 publicações na área, para o período.

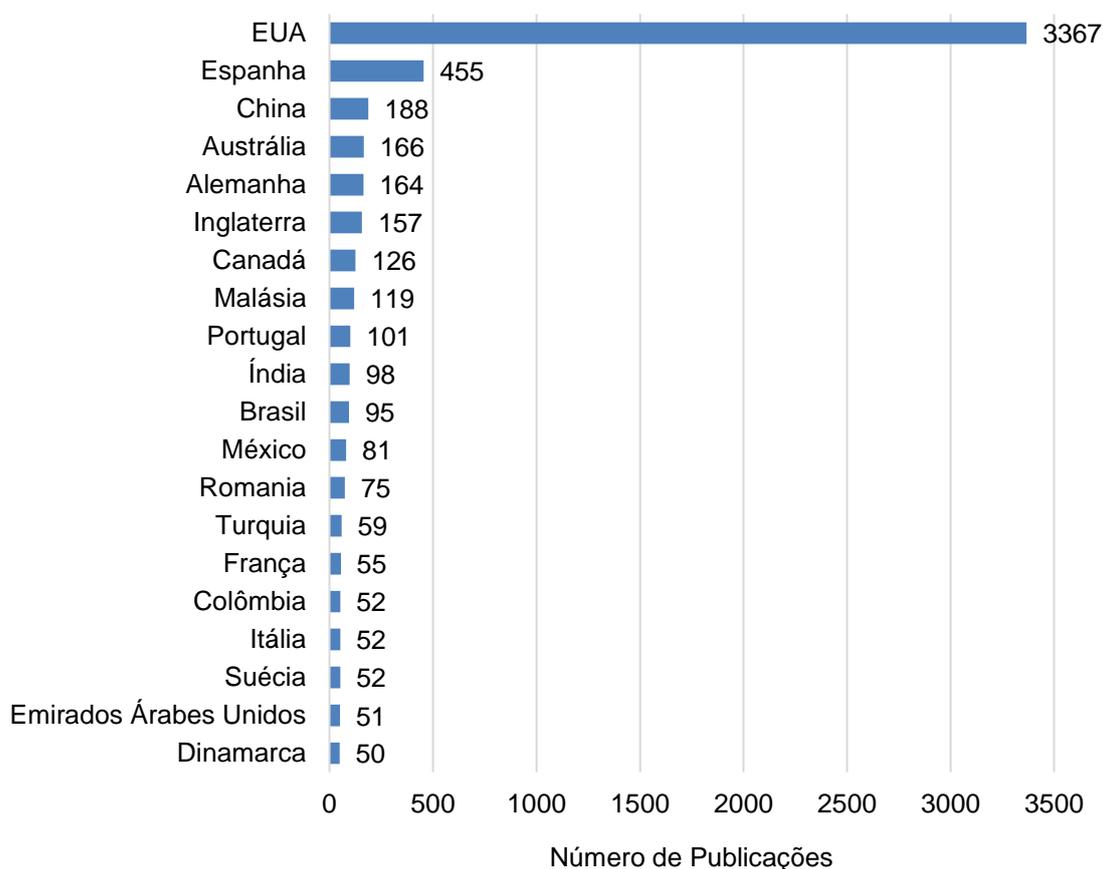


Figura 4.4 - Número de publicações por país, para o período de 2001 a 2020.  
Fonte: A autora, 2022.

Cabe ressaltar que o Brasil possui apenas 95 publicações para o período, o que não constitui uma contribuição expressiva para o número total de

publicações, embora seja o 11º dentre os 106 países com publicações analisadas por este trabalho.

Em relação ao número de publicações por instituição de ensino (Figura 4.5), a dominância dos EUA se mantém.

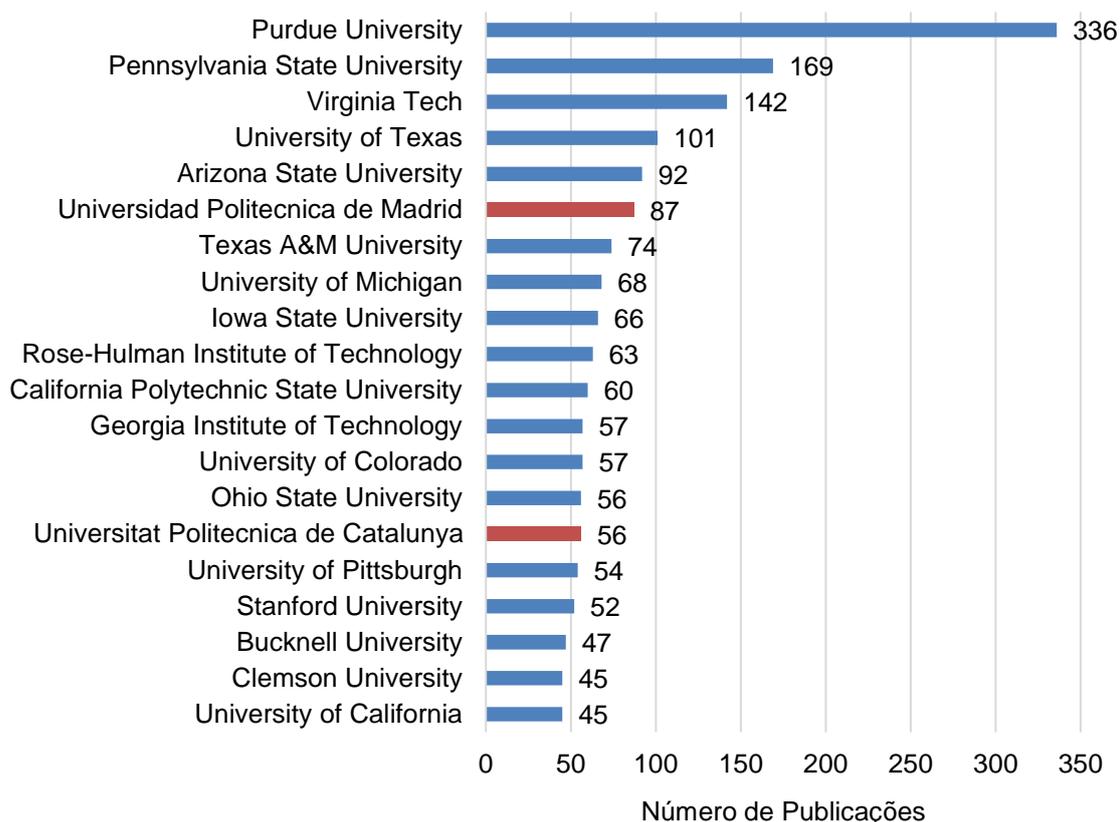


Figura 4.5 - Número de publicações por instituição de ensino, para o período de 2001 a 2020.

\*As instituições em vermelho são as únicas que não estão localizadas nos EUA.

Fonte: A autora, 2022.

Dentre as 20 instituições com maior número de publicações, a *Purdue University* é a responsável pelo maior número de publicações (336), seguido pela *Penn State* (169), *Virginia Tech* (142), *University of Texas* (101) e *Arizona State University* (92), todas instituições localizadas nos EUA. Apenas a *Universidad Politécnica de Madrid* e a *Universitat Politècnica de Catalunya* (destacadas na figura com a cor vermelha) localizam-se na Espanha, reforçando os dados da Figura 4.4, discutidos anteriormente.

A Figura 4.6 apresenta um panorama geral sobre o número de publicações por autor.

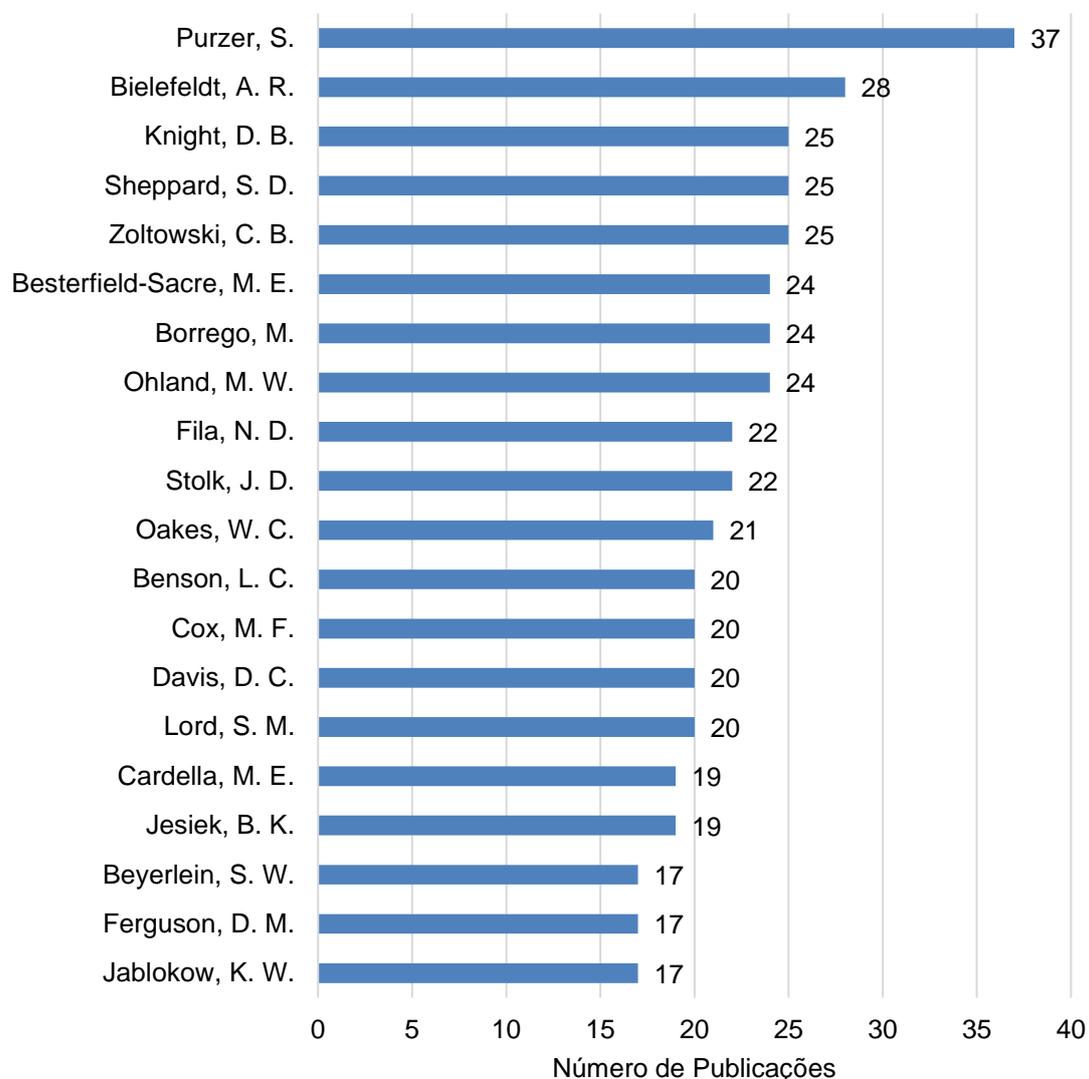


Figura 4.6 - Número de publicações por autor no período de 2001 a 2020.

Fonte: A autora, 2022.

Todos os 20 autores com maior número de publicações no período estão vinculados à IES nos EUA. A pesquisadora Senay Purzer, professora de Educação em Engenharia na *Purdue University*, apresenta o maior número de publicações (37 no total). Inclusive, dentre os 20 autores com maior número de publicações, 8 são afiliados à *Purdue University*, não havendo repetição entre as demais instituições, o que reforça os resultados observados na Figura 4.5.

O segundo nome listado, com 28 publicações, é Angela R. Bielefeldt, professora de Engenharia Civil e Ambiental e pesquisadora em Educação em Engenharia, na *University of Colorado*.

É interessante observar a significativa representatividade feminina na área de Educação em Engenharia, ainda que neste recorte do Ensino por Competências, pois embora a Engenharia seja muitas vezes reconhecida como uma área predominantemente masculina, dentre os 20 pesquisadores com maior número de publicações, 55% são mulheres, sendo estas responsáveis, inclusive, pelos dois maiores números de publicações. Estes dados permitem uma reflexão sobre a divisão sexual do trabalho e as relações sociais de gênero, em que muitas vezes a função de educar é tida, tal como o cuidar, como uma tarefa feminina. Assim, ao estender a associação da educação ao trabalho reprodutivo domiciliar, podemos explicar a preferência feminina neste campo em específico da Engenharia [62, 63].

O Quadro 4.2 mostra as publicações feitas no período de 2001 a 2020 com o maior número de citações recebidas até a data da coleta de dados na WoS.

Quadro 4.2 - Artigos com o maior número de citações recebidas.

Título	Autores	Fonte	Ano	Citações
The ABET "Professional skills" - Can they be taught? Can they be assessed	Besterfield-Sacre, M.; McGourty, J.; Shuman, L. J.	JEE	2005	507
Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course	Cook, K. E.; Mason, G. S.; Shuman, T. R.	ToE	2013	441
Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators	Jonassen, D.; Lee, C. B.; Strobel, J.	JEE	2006	379
Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners	Adams, R. S.; Atman, C. J.; Cardella, M. E.; Mosborg, S.; Saleem, J.; Turns, J. A.	JEE	2007	351
Characteristics of problem-based learning	De Graaff, E.; Kolmos, A. J.	IJEE	2003	331

Fonte: A autora, 2022.

O artigo com o maior número de citações (507) aborda o conjunto de competências instituído pelo *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET) para a acreditação dos cursos de engenharia, tendo como novidade junto às competências técnicas, a inclusão de um grupo de *soft skills* necessárias à formação do perfil do egresso. Esse conjunto de competências ficou conhecido como *Engineering Criteria 2000* e no texto é abordado seu desenvolvimento, importância, técnicas de ensino de competências, com a apresentação de casos promissores e bem sucedidos e a dificuldade de avaliar efetivamente o aprendizado das competências.

É interessante mencionar que a pesquisadora Mary E. Besterfield-Sacre, que ocupa a 6ª posição no número de publicações (Figura 4.6), é uma das autoras do artigo “*The ABET "Professional skills" - Can they be taught? Can they be assessed?*”, publicado pelo *Journal of Engineering Education*, em 2005, e que apresenta o maior número de citações recebidas no período analisado (507 citações), constituindo uma importante referência na área. Além disso, a pesquisadora foi selecionada pelo PMG-EUA, como a especialista encarregada das oficinas de ensino por competências, voltadas aos professores das IES brasileiras que participam do programa.

O segundo artigo mais citado (441 citações) comparou o uso da metodologia ativa conhecida como “sala de aula invertida” com uma aula tradicional, em relação à cobertura de conteúdo, desempenho e percepção dos alunos, comprovando a vantagem da aplicação dessa metodologia ativa.

Enquanto isso, “*Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators*” compara as diferenças entre os problemas reais solucionados pelos engenheiros em sua atuação profissional e os problemas ensinados em sala de aula, discutindo como melhorar o ensino de resolução de problemas de forma a se aproximar do cotidiano da profissão.

Além disso é possível perceber que todos os artigos mencionados no Quadro 4.2 foram publicados em periódicos mencionados anteriormente no Quadro 4.1, pelo grande número de publicações na área, mostrando que tais periódicos não só realizam a publicação de uma grande quantidade de material sobre o ensino por competências na Educação em Engenharia, como são

importantes fontes de consulta para o desenvolvimento de novos trabalhos na área, devido ao grande número de citações recebidas.

Quanto à identificação dos direcionamentos de pesquisa na área, na Figura 4.7, temos as palavras-chave de maior ocorrência nos registros analisados.

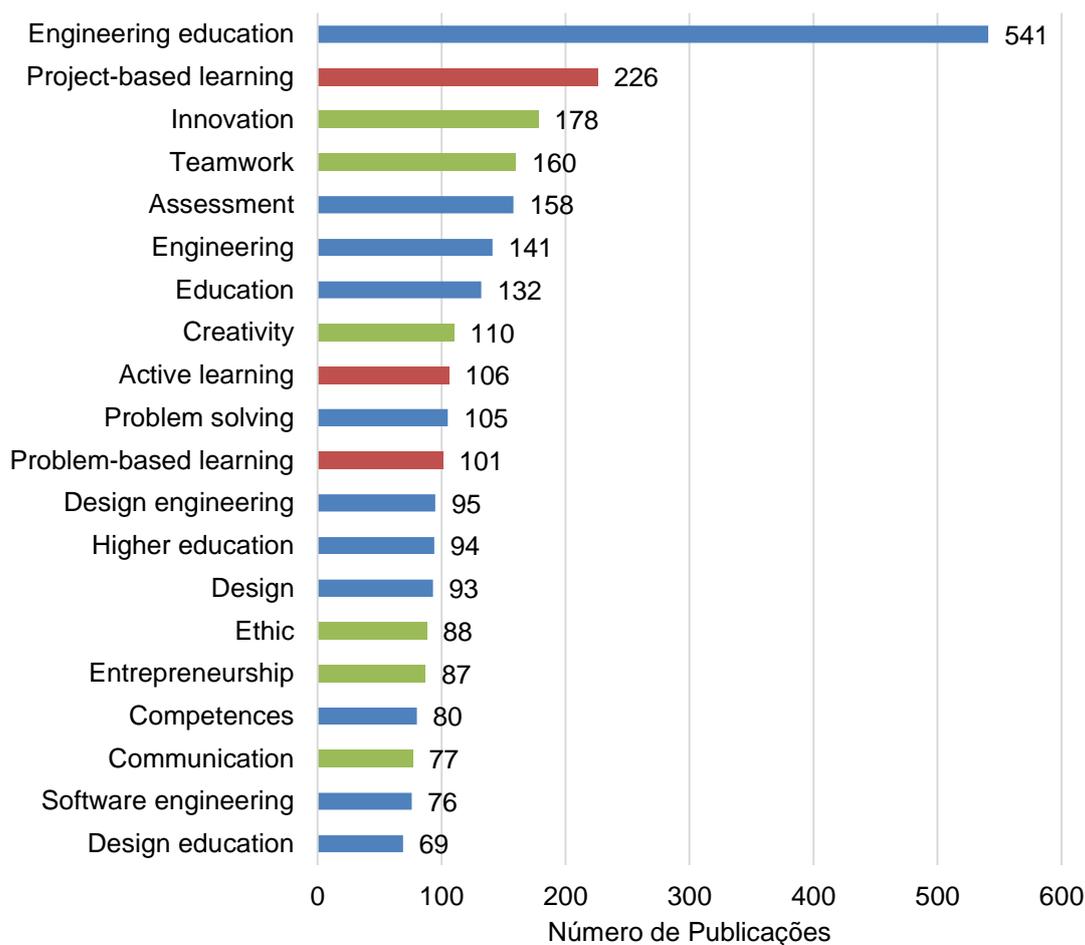


Figura 4.7 - Palavras-chave de maior ocorrência.

\*Foram destacados em verde os termos relacionados à competências e, em vermelho, à metodologias ativas.

Fonte: A autora, 2022.

A avaliação da recorrência de palavras-chave confirma a compatibilidade entre os registros encontrados e a expressão de busca utilizada, uma vez que muitos dos termos encontrados estão presentes na expressão, como é o caso dos termos relacionados às competências (destacados em verde na figura).

Além disso, pode-se notar a ocorrência de palavras-chave relacionadas ao uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem (destacadas em vermelho na figura), indicando uma forte relação entre o ensino por competências e o uso das metodologias ativas, uma vez que estas constituem ferramentas modernas de ensino, que tem o aluno como agente fundamental, favorecendo a construção de competências.

## 4.2 Resultados da AC

A análise de conteúdo do *corpus* textual foi constituída pelos itens exibidos no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Composição do *corpus*.

Item	Quantidade			
	<i>Corpus</i>	DCN	PPC	PIM
Textos	3	1	1	1
Ocorrências	15868	2309	8147	5412
Formas	2067	587	1342	1164
Hápax	938	326	644	633

Fonte: A autora, 2022.

A quantidade de ocorrências se refere ao número total de palavras por texto. É possível perceber que os três textos analisados apresentam um tamanho bem distinto entre si, sendo o PPC muito maior que os outros dois textos.

A quantidade de formas representa o número de palavras diferentes existentes no texto. Devido à lematização, palavras de mesma raiz, como competência e competências, são agrupadas, para que formas associadas não sejam consideradas ocorrências únicas.

A quantidade de hápax representa o número de palavras que aparecem apenas uma vez em todo o texto, sendo que, nessa análise, o número de hápax no *corpus* representou 5,91% das ocorrências e 45,38% das formas.

Esses dados possibilitaram o cálculo da riqueza de vocabulário textual, exibido no Quadro 4.4, a partir da divisão do número de ocorrências pelo número de formas. Quanto mais próximo de 1, menor a repetição das formas e, portanto, maior o repertório linguístico do autor e domínio do tema abordado.

Quadro 4.4 - Riqueza de vocabulário dos textos.

Item	Quantidade		
	DCN	PPC	PIM
Ocorrências	2309	8147	5412
Formas	587	1342	1164
Riqueza	3,9	6,1	4,6

Fonte: A autora, 2022.

Podemos ver maior riqueza de vocabulário nas DCNs, seguida pelo PIM e por último o PPC. Entretanto, cabe também a reflexão de que o número de palavras existentes embora muito grande, é limitado, então é comum que quanto maior um texto, maior a quantidade de repetições de palavras, principalmente no escopo de um documento de uma área específica, como é o caso do PPC e do PIM que versam sobre o contexto específico da Engenharia de Materiais.

Quanto ao *corpus*, a relação entre a posição das frequências das palavras por ordem decrescente (“pesos”) e a frequência das formas é dada pela Figura 4.8.

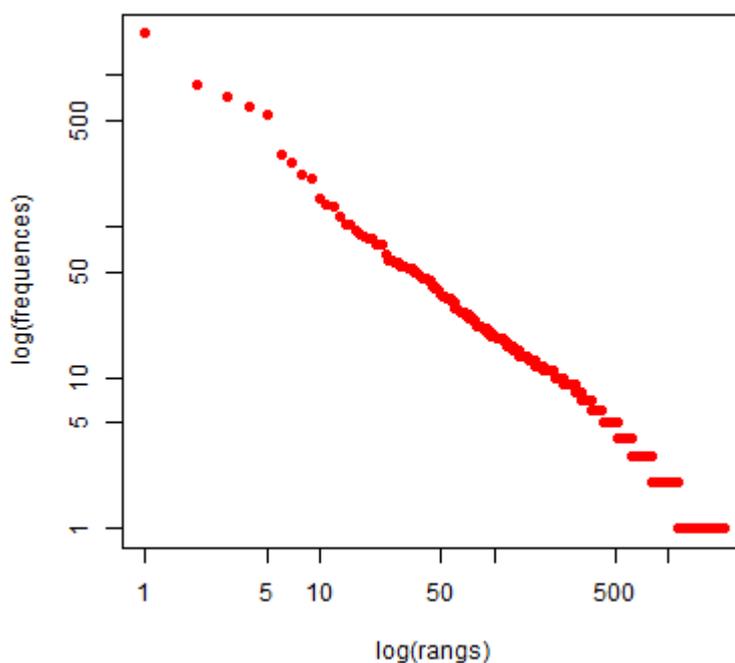


Figura 4.8 - Relação entre o logaritmo da frequência das formas em função do logaritmo dos "pesos".

Fonte: A autora, com o uso do *software* IRaMuTeQ.2022.

Essa relação obedece a Lei de Zipf, que diz que dado algum *corpus* de expressões linguísticas naturais, a frequência de qualquer palavra é inversamente proporcional à sua classificação na tabela do número de ocorrências, assim a palavra na primeira posição deverá ter 10 vezes mais ocorrências que uma palavra na décima posição da lista de frequências ordenada em ordem decrescente, como pode ser visto no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Formas de maior ocorrência no *corpus*.

Palavra	Ocorrências	Classe gramatical
de	1899	Preposição
a	870	Preposição
e	737	Conjunção
em	630	Preposição
o	558	Artigo definido
ser	304	Verbo de transição
que	264	Pronome relativo
para	219	Preposição
com	205	Preposição
por	154	Preposição

Fonte: A autora, 2022.

É possível perceber que as formas de maior ocorrência pertencem a classes gramaticais normalmente responsáveis pela ligação entre outras palavras, não acrescentando dados significativos à análise, por isso, a lexicografia permite classificar as classes gramaticais de acordo com sua importância na análise, sendo que neste trabalho foram selecionadas como formas ativas os substantivos e NR, como mostra o Quadro 4.6, contendo as formas ativas de maior ocorrência.

Quadro 4.6 - Formas ativas de maior ocorrência.

Formas ativas	Ocorrências			
	Corpus	DCN	PPC	PIM
Curso	136	19	58	59
Engenharia	103	29	46	28
Atividade	94	29	39	26
Engenharia de Materiais	86	0	54	32
Disciplina	77	1	66	10
Aluno	75	3	47	25

Quadro 4.6 - Formas ativas de maior ocorrência.

Formas ativas	Ocorrências			
	Corpus	DCN	PPC	PIM
Projeto	65	10	25	30
Formação	60	8	36	16
Área	58	2	44	12
UFSCar	55	0	19	36
Conhecimento	53	4	38	11
Material	48	1	45	2
Competência	47	22	15	10
Desenvolvimento	46	17	22	7
Currículo	45	0	38	7
Proposta	44	2	24	18
Curso de graduação	39	15	16	8
Processo	39	8	20	11
Conteúdo	38	11	24	3
Avaliação	36	10	22	4

Fonte: A autora, 2022.

A palavra competência teve 47 ocorrências no *corpus*, enquanto seus desdobramentos representados pelas palavras habilidades, atitudes e comportamentos tiveram respectivamente 22, 15 e 10 ocorrências.

No Quadro 4.7, abaixo, temos a frequência de ocorrência das palavras relativas às competências, mencionadas anteriormente no Quadro 2.2.

Quadro 4.7 - Número de ocorrências das palavras relativas às competências no *corpus*.

Competência	Ocorrências
Empreendedorismo	14
Comunicação	11
Criatividade	9
Ética	9
Inovação	9
Liderança	8
Trabalho em equipe	7
Competência inter e transcultural	6
Resolução de problemas	6
Aprendizagem contínua	4
Pensamento crítico	3

Fonte: A autora, 2022.

Embora alguns termos como competência inter e transcultural ou pensamento crítico não apareçam com exatidão nos textos, foram consideradas formas aproximadas ou palavras associadas a esses termos, cuja frequência foi somada para a contagem. Destacam-se as competências de empreendedorismo e comunicação, como as competências mais citadas nos documentos.

Além disso, como os textos apresentam tamanhos e naturezas distintas, é interessante analisar o número de ocorrências de cada palavra em função do número de palavras de cada texto, como mostra o Quadro 4.8.

Quadro 4.8 - Formas ativas mais frequentes.

Formas ativas	Frequência (%)			
	Corpus	DCN	PPC	PIM
Curso	0,86	0,82	0,71	1,09
Engenharia	0,65	1,26	0,56	0,52
Atividade	0,59	1,26	0,48	0,48
Engenharia de Materiais	0,54	0,00	0,66	0,59
Disciplina	0,49	0,04	0,81	0,18
Aluno	0,47	0,13	0,58	0,46
Projeto	0,41	0,43	0,31	0,55
Formação	0,38	0,35	0,44	0,30
Área	0,37	0,09	0,54	0,22
UFSCar	0,35	0,00	0,23	0,67
Conhecimento	0,33	0,17	0,47	0,20
Material	0,30	0,04	0,55	0,04
Competência	0,30	0,95	0,18	0,18
Desenvolvimento	0,29	0,74	0,27	0,13
Currículo	0,28	0,00	0,47	0,13
Proposta	0,28	0,09	0,29	0,33
Curso de graduação	0,25	0,65	0,20	0,15
Processo	0,25	0,35	0,25	0,20
Conteúdo	0,24	0,48	0,29	0,06
Avaliação	0,23	0,43	0,27	0,07

Fonte: A autora, 2022.

Assim torna-se evidente que, embora a diferença no número de ocorrências do termo competência em cada texto não seja muito grande, como o tamanho dos textos é muito diferente, sendo a DCN o menor deles, a frequência de aparição do termo é 5 vezes maior na DCN (0,95%) do que nos

demais documentos (0,18%) indicando uma maior preocupação com o tema nesse texto em relação aos demais. Também se destacam nas DCNs, a ocorrência dos termos atividade (1,26%), desenvolvimento (0,74%), conteúdo (0,48%) e avaliação (0,43%) que ocorrem de maneira muito mais frequente nesse texto. Enquanto no PPC a maior frequência refere-se à disciplina (0,81%). Já no PIM, o destaque está em projetos (0,55%), que é a primeira palavra não referente à Engenharia de Materiais, superior em frequência nesse texto em relação aos outros.

A aplicação do Método de Reinert resultou na criação de quatro classes de palavras próximas, como mostra a Figura 4.9.

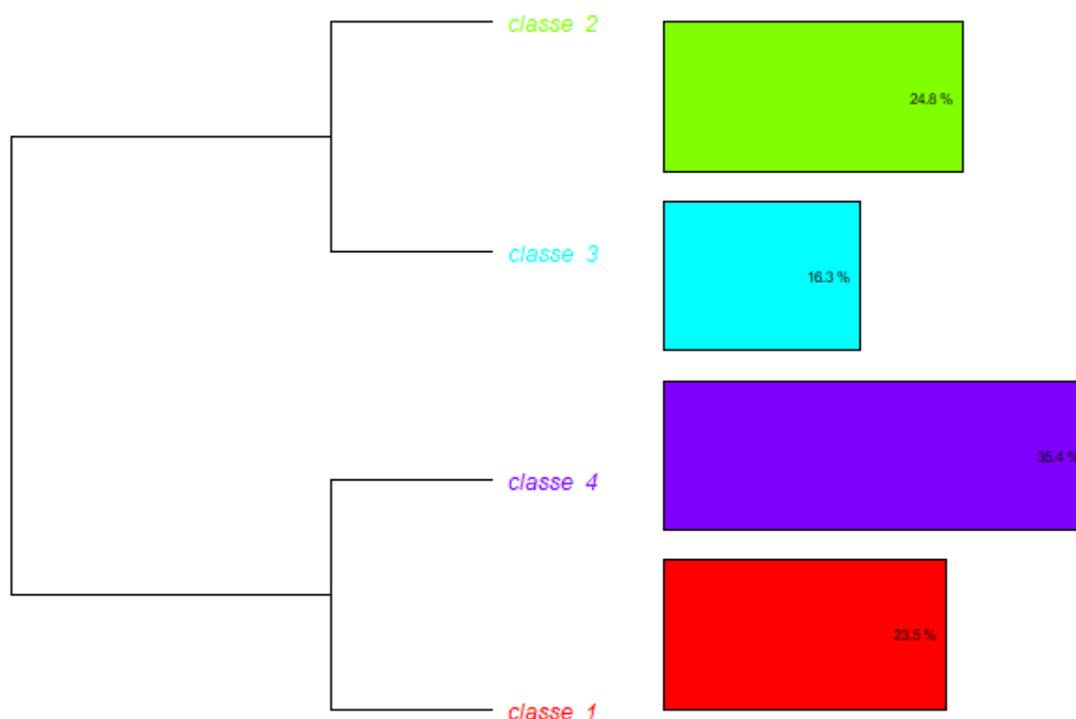


Figura 4.9 - Dendrograma apresentando a partição do *corpus* e a indicação do tamanho de cada classe em relação ao *corpus*.

Fonte: A autora, com o uso do *software* IRaMuTeQ, 2022.

A classe 4 (35,37%) é a maior em relação ao *corpus* e a classe 3 (16,33%) a menor. Quanto à sua composição, a Figura 4.10 abaixo mostra os termos de maior frequência de ocorrência em cada classe.

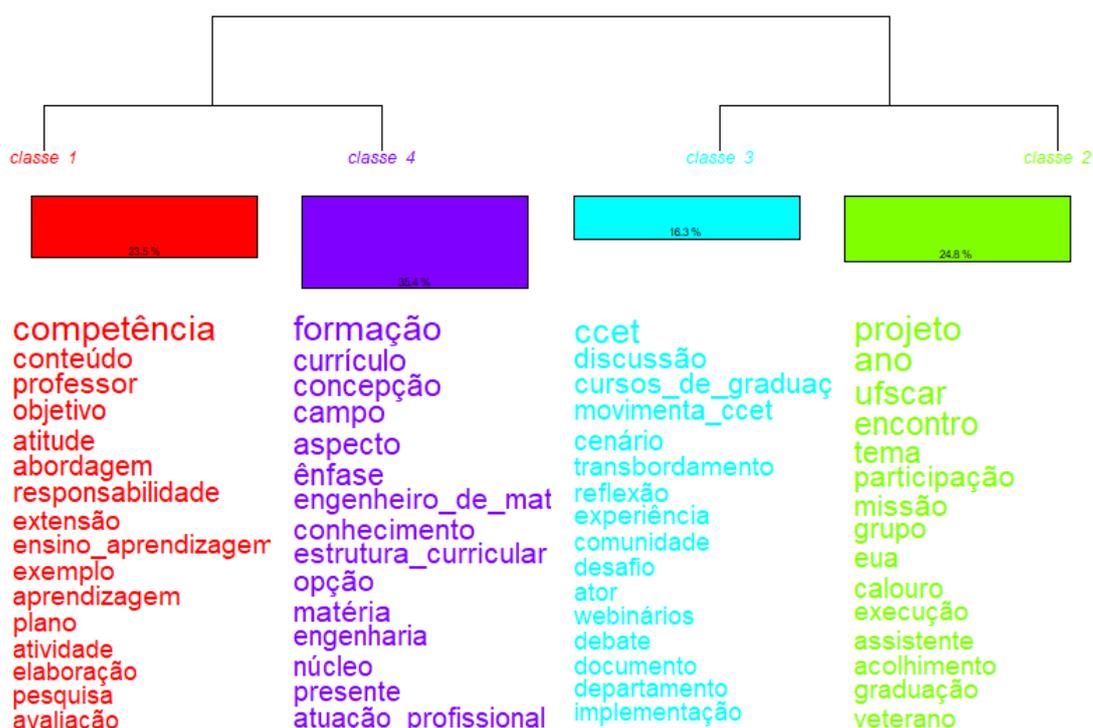


Figura 4.10 - Filograma indicando as principais palavras de cada classe.

Fonte: A autora, com o uso do *software* IRaMuTeQ, 2022.

A classe 1 reúne palavras-chave da modernização do ensino proposto pelas DCNS como relacionadas à construção de competências, metodologias de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação. A classe 4 parece representar os itens de interesse ao PPC, como formação, ênfase, estrutura curricular e atuação profissional. A classe 3 mostra temas de destaque do PIM, como discussão, transbordamento, webinários, experiência, entre outros. Já a classe 2, parece uma mistura entre os interesses do PPC e do PIM, contemplando expressões como projeto, grupo, missão e acolhimento.

A Figura 4.11 mostra a representação gráfica da análise fatorial de correspondência (AFC), resultante do cruzamento entre as classes e o vocabulário, considerando a frequência de incidência de palavras.

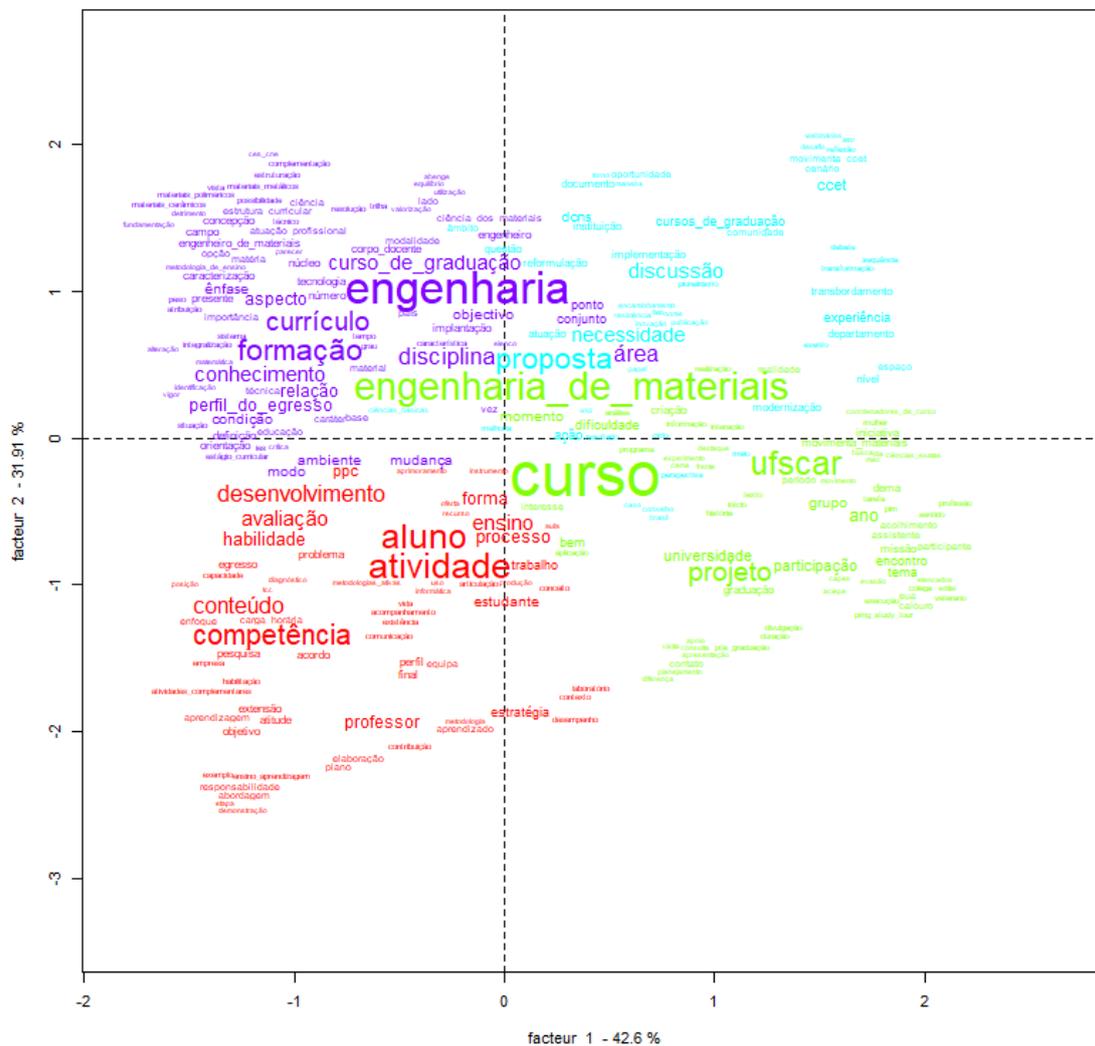


Figura 4.11 - Representação gráfica da AFC.

Fonte: A autora, com o uso do *software* IRaMuTeQ, 2022.

A Figura 4.11 reforça a teoria apresentada anteriormente, de que a classe 2 (verde-claro) é uma composição intermediária entre as classes 3 (verde-água) e 4 (roxo), que representam os conteúdos de interesse do PIM e do PPC, respectivamente. Já a classe 1 (vermelho) apresenta menor sobreposição com as outras classes, indicando uma falta de alinhamento entre as exigências das DCNs e o que é proposto pelo PPC e pelo PIM, indicando a necessidade de uma maior mobilização em prol da modernização do curso. A ocorrência da pandemia da Covid-19 acabou retardando a aplicação da maior parte das mudanças planejadas no PIM, devido à necessidade de readequação do ensino ao estilo

não presencial, levando ao redirecionamento de recursos para superar as dificuldades associadas a essa nova realidade.

A análise de similitude permitiu a criação da árvore de coocorrência mostrada na Figura 4.12.

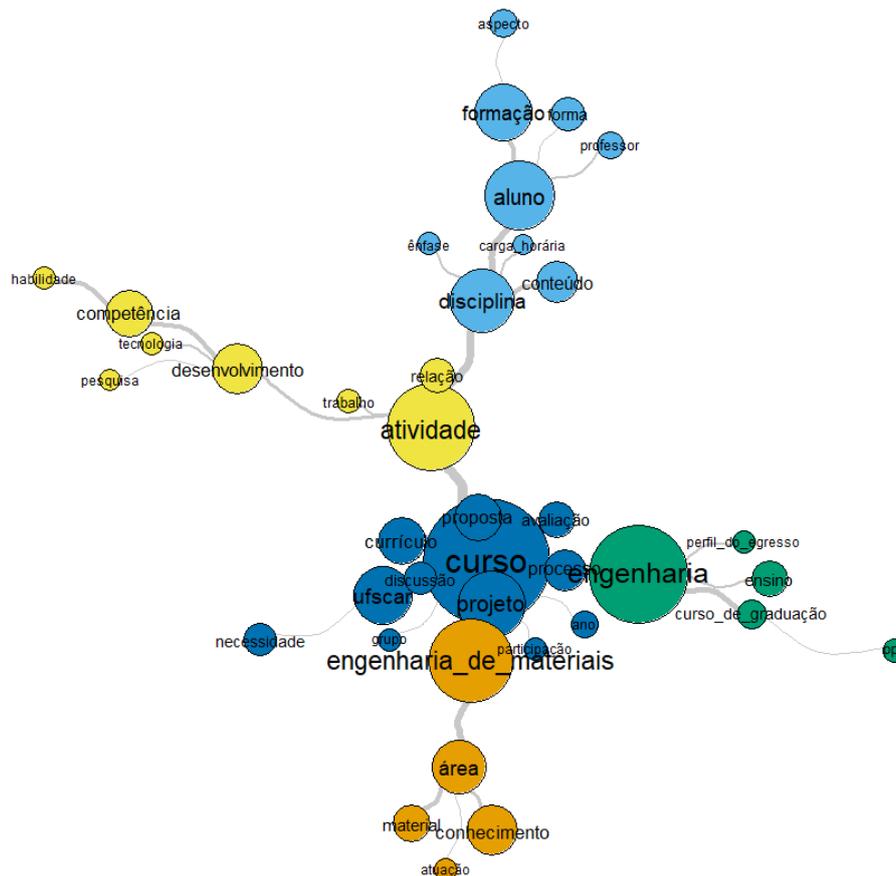


Figura 4.12 - Árvore de coocorrência.

Fonte: A autora, com o uso do *software* IRaMuTeQ, 2022.

Destacam-se os vértices curso, atividade, engenharia de materiais, engenharia e disciplina, como componentes principais de cada família de similaridade, indicadas pelas diferentes cores das ramificações. O nó central é representado pelo vértice curso que possui a maior frequência de ocorrências, como visto na Figura 4.7, e do qual derivam avaliação, currículo, projeto, entre outros. Do núcleo atividade, se ramificam principalmente desenvolvimento, tecnologia, competência e habilidade, indicando a correlação entre os termos, tal como engenharia de materiais está relacionada a área, conhecimento e atuação. De maneira similar, engenharia está relacionada ao perfil do egresso,



embora não seja o tema central dos textos analisados, ele ainda apresenta uma importância significativa dentre os assuntos abordados.



## 5 CONCLUSÃO

Primeiramente, é possível observar que houve um aumento considerável do número de publicações ao longo dos anos para o período analisado.

Em relação aos periódicos com maior número de publicações, destaca-se o *International Journal of Engineering Education* (IJEE) por apresentar um grande número de publicações (995) no período analisado.

Os EUA representam o maior expoente neste campo de pesquisa, sendo responsável por mais de 56% de todas as publicações, enquanto o Brasil é responsável por apenas 1,6% das publicações.

Quanto às IES, a *Purdue University*, apresenta o maior número de publicações (336), seguida pela *Penn State* (169), *Virginia Tech* (142), *University of Texas* (101) e *Arizona State University* (92).

Entre os 20 autores com maior número de publicações, todos estão vinculados a IES localizadas nos EUA e 8 são filiados à *Purdue University* e a maioria dos autores mencionados são mulheres (11).

Os cinco artigos com os maiores números de citações foram publicados pelos periódicos com os maiores números de publicações.

A partir da recorrência de palavras-chave, é possível associar o ensino por competências ao uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem.

Ao analisar o conteúdo do PPC e das propostas e resultados parciais do PIM do curso de EMa da UFSCar em relação aos objetivos propostos pelas novas DCNs, observou-se uma preocupação excessiva em definir as atividades necessárias para a formação técnica, o questionamento sobre a validade de adaptar o processo formativo para atender à demanda do mercado e a falta de proposições concretas sobre como favorecer a construção das competências ao longo do curso. Já no PIM é possível ver uma tentativa de reverter essas demandas.

Além disso, é válido mencionar que a bibliometria foi fundamental para estabelecer uma base de referência sobre as boas práticas do ensino por competências na EE e a análise de conteúdo evidenciou as similaridades e diferenças entre as DCNs e as práticas vigentes no curso de EMa da UFSCar.

Desta forma podemos concluir que, a aplicação de metodologias analíticas pouco convencionais na área de EE, como a bibliometria e a análise de conteúdo, apresentam grande potencial na investigação de fontes de melhoria do ensino e modernização dos cursos de graduação.

## **6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

As atividades presenciais e remotas constituem, ainda que em meio às dificuldades, um campo fecundo para a experimentação de novas práticas, competindo aos trabalhos futuros a função de investigar a efetividade da contribuição de tais práticas para o desenvolvimento das competências pelos alunos da EMa da UFSCar.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SAVIGNANO, V. **Um aniversário da Engenharia de Materiais no Brasil: 40 anos do DEMa da UFSCar**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2012. Disponível em: <https://www.sbpmat.org.br/pt/um-aniversario-da-engenharia-de-materiais-no-brasil-40-anos-do-dema-da-ufscar/>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- [2] GOLDBERG, D. E.; SOMERVILLE, M.; WHITNEY, C. **A whole new engineer**. 1st. ed. United States: ThreeJoy Associates, Inc, 2014. ISBN 978-0-9860800-0-5. Disponível em: <https://saemobilus.sae.org/content/B-975/>. Acesso em: 17 jun. 2020.
- [3] IEDI. **Carta IEDI n. 424 - A formação de engenheiros no Brasil: Desafio ao crescimento e à inovação**. São Paulo: 2010. Disponível em: [https://iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_424\\_a\\_formacao\\_de\\_engenheiros\\_no\\_brasil\\_desafio\\_ao\\_crescimento\\_e\\_a\\_inovacao.html](https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_424_a_formacao_de_engenheiros_no_brasil_desafio_ao_crescimento_e_a_inovacao.html). Acesso em: 31 jul. 2020.
- [4] MCMASTERS, J.; MATSCH, L. Desired attributes of an engineering graduate. *In: ADVANCED MEASUREMENT AND GROUND TESTING TECHNOLOGY CONFERENCE*, 1996, New Orleans. **AIAA Meeting Papers on Disc**. New Orleans: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 1996. Disponível em: <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.1996-2241>. Acesso em: 5 jan. 2021.
- [5] CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA; INSTITUTO EUVALDO LODI. **Recursos humanos para inovação**. Brasília: CNI, 2016. 50 p. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/e5/fe/e5fedfbb-594c-42ba-9107-2263c58c2d94/05\\_recursos\\_humanos\\_web.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/e5/fe/e5fedfbb-594c-42ba-9107-2263c58c2d94/05_recursos_humanos_web.pdf).
- [6] OECD. Brazil. Paris: OECD, 2016. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016/brazil\\_sti\\_in\\_outlook-2016-49-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016/brazil_sti_in_outlook-2016-49-en).
- [7] CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **The Global Innovation Index 2020: Who will finance innovation?** 13. ed. Ithaca, Fontainebleau and Geneva: WIPO, 2020. 448 p. ISBN 978-2-38192-000-9.
- [8] DE OLIVEIRA, V. F.; DE ALMEIDA, N. N.; DE CARVALHO, D. M.; PEREIRA, F. A. A. Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, [Brasília]: vol. 32, p. 37–56, 31 dez. 2013. ISSN 22360158. DOI 10.15552/2236-0158/abenge.v32n3p37-56. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/251-abenge/v32n03/2244-v32n03a04.html>. Acesso em: 14 jul. 2020.
- [9] BRASIL. Parecer CNE/CES nº1/2019 - Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Parecer CNE/CES nº1/2019**: seção 1,

Brasília, 2019. Disponível em:

[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category\\_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192).

Acesso em: 27 jul. 2020.

[10] CAPES; COMISSÃO FULBRIGHT. Programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior na graduação (PMG-EUA). **Edital nº 23/2018**, Brasília, 2018. Disponível em:

[https://www.capes.gov.br/images/stories/download/editais/11062018-Edital\\_23\\_PMG\\_EUA2.pdf](https://www.capes.gov.br/images/stories/download/editais/11062018-Edital_23_PMG_EUA2.pdf). Acesso em: 27 jun. 2020.

[11] LEIVA, D. R.; SEABRA, A. C. Resumos da Sessão Especial sobre o Programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior na graduação (PMG- EUA), financiado pela CAPES e pela Comissão Fulbright. *In*: XLVII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2019, Fortaleza, CE. **Anais [...]**. Fortaleza, CE: [s. n.], 2019. Disponível em:

[http://www.abenge.org.br/cobenge/2019/arquivos/Coletanea\\_sessao\\_especial\\_PMG\\_EUA\\_COBENGE\\_2019.pdf](http://www.abenge.org.br/cobenge/2019/arquivos/Coletanea_sessao_especial_PMG_EUA_COBENGE_2019.pdf). Acesso em: 18 maio 2020.

[12] DE OLIVEIRA, V. F.; PINTO, D. P. Educação em Engenharia como área do conhecimento. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2006, Passo Fundo. **XXXIV COBENGE**. Passo Fundo: [s. n.], 2006. p. 56–67. Disponível em:

[http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/13/artigos/12\\_85\\_357.pdf](http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/13/artigos/12_85_357.pdf). Acesso em: 14 maio 2020.

[13] AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. **Our History**. [s. l.]: 2018. Disponível em: <https://www.asee.org/about-us/the-organization/our-history>. Acesso em: 13 maio 2020.

[14] AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. **History of JEE**. Washington, DC: 2018. Disponível em: <https://www.asee.org/papers-and-publications/publications/jee/history-of-jee>. Acesso em: 7 nov. 2020.

[15] SOCIETY FOR THE PROMOTION OF ENGINEERING EDUCATION (U.S.). MEETING; AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. **Engineering education**: Proceedings of the annual meeting of the Society for the Promotion of Engineering Education. United States: Columbia, Mo. : The Society, 1894. 284 p. Disponível em: <http://archive.org/details/engineeringeduca25soci>. Acesso em: 15 fev. 2021.

[16] SOCIÉTÉ EUROPÉENNE POUR LA FORMATION DES INGÉNIEURS.

**SEFI @40**: Driving Engineering Education to Meet Future Challenges.

Bruxelles: European Society for Engineering Education, 1993. 124 p. ISBN 978-2-87352-008-3. Disponível em: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/06/SEFI@40-Driving-EE-to-Meet-Future-Challenges.pdf>.

- [17] THIOLENT, M. Maio de 1968 em Paris. **Tempo Social**, São Paulo: vol. 10, p. 63–100, 1998. ISSN 1809-4554. DOI 10.1590/ts.v10i2.86781. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/86781>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- [18] SEFI. **European Journal of Engineering Education**. Abingdon: Taylor & Francis Group, 2017. Disponível em: <https://www.sefi.be/publications/european-journal-of-engineering-education/>. Acesso em: 7 jan. 2021.
- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **Estatuto da ABENGE**. Brasília: [s. n.], 1973. Disponível em: <http://abenge.org.br/legado/Arquivos/13/13.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2021.
- [20] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Educação em Engenharia de Materiais**. São Carlos: 2019. Disponível em: <https://www.ppgcem.ufscar.br/pt-br/linhas-de-pesquisa/educacao-em-engenharia-de-materiais>. Acesso em: 26 jan. 2021.
- [21] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Projeto Pedagógico de Curso**: Curso de Graduação em Engenharia de Materiais. São Carlos: [s. n.], 2004.
- [22] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Primeiro curso da UFSCar e da América Latina, a Engenharia de Materiais se destaca na formação de profissionais atuantes na academia e no mercado de trabalho**. São Carlos: 2014. Disponível em: <http://www.dema.ufscar.br/portal/index.php/advanced-stuff/o-curso>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- [23] NORTHWESTERN UNIVERSITY. **A pioneer in materials science for more than 60 years**. Evanston: 2021. Disponível em: <https://www.mccormick.northwestern.edu/materials-science/>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- [24] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Departamento de Engenharia de Materiais - UFSCar**: Apresentação. São Carlos: 2014. Disponível em: <http://www.dema.ufscar.br/portal/index.php/departamento/apresentacao>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- [25] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior**: Cadastro e-MEC. [Brasília]: 2020. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- [26] FELÍCIO, A. C. **Modelo para avaliação de competências de estudantes de engenharia em fóruns on-line**. 2019. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2019.
- [27] ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Tradução: Carlos Henrique Lucas Lima<sup>1</sup>. ed., 7. reimpr. Porto Alegre: Penso,

2014. 242 p. ISBN 978-85-8429-017-8. Disponível em:

[http://www.creaes.org.br/img/III\\_FEAT/3\\_GT\\_Aprendizagem-ativa/Como-Aprender-e-Ensinar-Competencias.pdf](http://www.creaes.org.br/img/III_FEAT/3_GT_Aprendizagem-ativa/Como-Aprender-e-Ensinar-Competencias.pdf).

[28] CNI; SESI; SENAI; IEL; CNE; ABENGE; CONFEA. **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia**. Brasília: CNI, 2020. 78 p. Disponível em:

[https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/95/2b/952b2b44-3671-4556-bfa8-d0f446185a29/documento\\_de\\_apoio\\_implantacao\\_dcns\\_curso\\_graduacao\\_engenharia.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/95/2b/952b2b44-3671-4556-bfa8-d0f446185a29/documento_de_apoio_implantacao_dcns_curso_graduacao_engenharia.pdf).

[29] BRASIL. Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União, Brasília**: seção 1, Brasília, DF, p. 43 e 44, 2019. Disponível em:

[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category\\_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 27 jul. 2020.

[30] OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and Analysis of research systems: Methods and Examples**: Methods and Examples. Paris: ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 1997. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/bibliometric-indicators-and-analysis-of-research-systems\\_208277770603](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/bibliometric-indicators-and-analysis-of-research-systems_208277770603). Acesso em: 16 jun. 2020.

[31] HOFFMANN, W. A. M.; DE FARIA, L. I. L.; QUONIAM, L.; QUEYRAS, J. Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos. Gregolin, J. Â. R. (org.). *In*: . São Paulo - SP: FAPESP, 2005. (v. 1).

[32] DE FARIA, L. I. L. **Bibliometria**: Apostila. São Carlos-SP: Universidade Federal de São Carlos, 2015. 44 p.

[33] PINTO, A. L.; MATIAS, M. Indicadores Científicos e as Universidades Brasileiras. **Informação & Informação**, Londrina: vol. 16, p. 1–18, 24 dez. 2011. ISSN 1981-8920. DOI 10.5433/1981-8920.2011v16n3p1. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/11498>. Acesso em: 11 jul. 2020.

[34] MARCOS, L. P.; LEIVA, D. R. Indicadores bibliométricos de publicações sobre Educação em Engenharia. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2019, Fortaleza, CE. **ANAIS do XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Fortaleza, CE: ABENGE, 2019. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE19&codigo=COBENGE19\\_00126\\_00002313.pdf](http://www.abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE19&codigo=COBENGE19_00126_00002313.pdf).

- [35] BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2011. 281 p. ISBN 978-85-62938-04-7.
- [36] SAMPAIO, R. C.; LYCARIÃO, D. **Análise de conteúdo categorial**: Manual de aplicação. Brasília: Enap, 2021. 155 p. ISBN 978-65-87791-18-0.
- [37] KRIPPENDORFF, K. H. **Content analysis**: An introduction to its methodology. 2. ed. California: SAGE, 2004. 412 p. ISBN 0-7619-1544-3.
- [38] NEUENDORF, K. A. **The content analysis guidebook**. 2. ed. Los Angeles: SAGE, 2017. 438 p. ISBN 978-1-4129-7947-4.
- [39] CAMPOS, C. J. G. Método de análise de conteúdo. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília: Associação Brasileira de Enfermagem, vol. 57, p. 611–4, out. 2004. ISSN 0034-7167, 1984-0446. DOI 10.1590/S0034-71672004000500019. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/reben/a/wBbjs9fZBDrM3c3x4bDd3rc/>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- [40] MACNAMARA, J. 11. Content Analysis. Berlin, Boston: De Gruyter Mouton, 2018. ISBN 978-3-11-048112-9. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110481129-012/html>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- [41] RIFFE, D.; LACY, S.; FICO, F.; WATSON, B. R. **Analyzing Media Messages**: Using quantitative Content Analysis in research. 4. ed. New York: Routledge, 2019. 224 p. ISBN 978-1-4106-1342-4. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781135605100>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- [42] FRANCISCO, D. J.; AZEVÊDO, E. M. S. De; FERREIRA, A. R.; CAITANO, A. R. **Análise de Conteúdo**: Como podemos analisar dados no campo da educação e tecnologias. Porto Alegre: SBC, 2021. (Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 3). Disponível em: <https://metodologia.ceie-br.org/livro-3/>.
- [43] WHITMORE, P. G.; FRY, J. P. **Soft skills**: Definition, behavioral model analysis, training procedures. Washington, D.C.: National Technical Information Service, 1974. 35 p.
- [44] MARKES, I. A review of literature on employability skill needs in engineering. **European Journal of Engineering Education**, Abingdon: Taylor & Francis, vol. 31, p. 637–50, 1 dez. 2006. ISSN 0304-3797. DOI 10.1080/03043790600911704. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03043790600911704>. Acesso em: 5 jan. 2021.
- [45] BENNETT, N.; DUNNE, E.; CARRÉ, C.; SOCIETY FOR RESEARCH INTO HIGHER EDUCATION. **Skills development in higher education and**

**employment.** London: Society for Research into Higher Education & Open University Press, 2000. 210 p. ISBN 978-0-335-20335-2.

[46] ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION DEVELOPMENT. **Definition and selection of key competencies.** Paris: 2005. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2021.

[47] CRAWLEY, E. F.; MALMQVIST, J.; ÖSTLUND, S.; BRODEUR, D. R.; EDSTRÖM, K. **Rethinking engineering education: The CDIO approach.** 2. ed. Cham: Springer International Publishing, 2014. ISBN 978-3-319-05560-2. Disponível em: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-05561-9\\_2](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-05561-9_2). Acesso em: 25 abr. 2020.

[48] KNOBBS, C. G.; GRAYSON, D. J. An approach to developing independent learning and non-technical skills amongst final year mining engineering students. **European Journal of Engineering Education**, Abingdon: Taylor & Francis, vol. 37, p. 307–20, 1 jun. 2012. ISSN 0304-3797. DOI 10.1080/03043797.2012.684673. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.684673>. Acesso em: 5 jan. 2021.

[49] SHUMAN, L. J.; BESTERFIELD-SACRE, M.; MCGOURTY, J. The ABET “professional skills” — Can they be taught? Can they be assessed? **Journal of Engineering Education**, Washington, DC: vol. 94, p. 41–55, 2005. ISSN 2168-9830. DOI 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00828.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00828.x>. Acesso em: 8 out. 2020.

[50] KEMP, I. J.; SEAGRAVES, L. Transferable skills. **Studies in Higher Education**, London: Routledge, vol. 20, p. 315–28, 1 jan. 1995. ISSN 0307-5079. DOI 10.1080/03075079512331381585. Disponível em: <https://srhe.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03075079512331381585>. Acesso em: 5 jan. 2021.

[51] CARE, E.; LUO, R. **Assessment of transversal competencies: Policy and practice in the Asia-Pacific region.** Bangkok: UNESCO Office Bangkok and Regional Bureau for Education in Asia and the Pacific, 2016. 50 p. ISBN 978-92-9223-563-5. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246590>. Acesso em: 5 jan. 2021.

[52] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century.** Washington, D.C.: National Academies Press, 2012. 256 p. ISBN 978-0-309-25649-0. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/13398>. Acesso em: 5 jan. 2021.

[53] FINELLI, C. J.; BORREGO, M.; RASOULIFAR, G. Development of a taxonomy of keywords for engineering education research. **European Journal of Engineering Education**, London: vol. 41, p. 231–51, 3 maio 2016. ISSN 0304-3797, 1469-5898. DOI 10.1080/03043797.2016.1153045. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03043797.2016.1153045>. Acesso em: 17 abr. 2020.

[54] SCHLOSSER, R. W.; WENDT, O.; BHAVNANI, S.; NAIL-CHIWE TALU, B. Use of information-seeking strategies for developing systematic reviews and engaging in evidence-based practice: the application of traditional and comprehensive Pearl Growing. A review. **International Journal of Language & Communication Disorders**, London: vol. 41, p. 567–82, jan. 2006. ISSN 1368-2822, 1460-6984. DOI 10.1080/13682820600742190. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1080/13682820600742190>. Acesso em: 9 maio 2021.

[55] LEIVA, D. R.; SEABRA, A. C.; DE OLIVEIRA, V. F. (Org.). Planejamento e Primeiros Resultados dos Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/20) Brasília: ABENGE, 2021. 197 p. ISBN 978-65-87897-01-1. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/livro/01\\_Livro-PMI-Abenge-2019-2020.pdf](http://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/livro/01_Livro-PMI-Abenge-2019-2020.pdf).

[56] LUCAS, A. de A.; DE OLIVEIRA, B. S.; SCURACCHIO, C. H.; AFONSO, C. R. M.; LEIVA, D. R.; FIGUEIRA, G.; GALETTI, H. V. A.; MARCOS, L. P.; COSTA, L. C.; PAULILLO, L. F. de O. E; CORDEIRO, M. A. L.; PEZZO, M. R.; MAGINADOR, R. V.; SERRA, S. M. B. **Movimenta Materiais: Transformação da Educação em Engenharia no Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da UFSCar**. Brasília: ABENGE, 2021. ISBN 978-65-87897-01-1. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/livro/01\\_Livro-PMI-Abenge-2019-2020.pdf](http://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/livro/01_Livro-PMI-Abenge-2019-2020.pdf).

[57] SALVIATI, M. E. **Manual do Aplicativo Iramuteq**: (versão 0.7 Alpha 2 e R Versão 3.2.3). Planaltina: [s. n.], 2017. 93 p. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>.

[58] CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Psicologia, vol. 21, p. 513–8, dez. 2013. ISSN 1413-389X. DOI 10.9788/TP2013.2-16. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1413-389X2013000200016&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-389X2013000200016&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 31 mar. 2022.

[59] IEEE. **History of IEEE**: A Brief History of IEEE. [s. l.]. Disponível em: <https://www.ieee.org/about/ieee-history.html>. Acesso em: 4 mar. 2022.

[60] IEEE EDUCATION SOCIETY. **Conference Background | FIE Clearinghouse**. [s. l.]. Disponível em: <http://fie-conference.org/conferences>. Acesso em: 4 mar. 2022.

[61] IEEE. **IEEE Xplore: IEEE Transactions on Education**. [s. l.]. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/aboutJournal.jsp?punumber=13>. Acesso em: 4 mar. 2022.

[62] ANTUNES, L.; ACCORSSI, A. Relações de gênero e a feminização da profissão docente. **Educação, Ciência e Cultura**, [s. l.]: vol. 24, p. 49, 29 nov. 2019. ISSN 2236-6377. DOI 10.18316/recc.v24i3.5425. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/view/5425>. Acesso em: 7 mar. 2022.

[63] FEDERICI, S. **O ponto zero da revolução**: Trabalho doméstico, reprodução e luta feminista. Tradução: Coletivo Sycorax. 1. ed. São Paulo: Elefante, 2019. 388 p. ISBN 978-85-931152-6-4.

## APÊNDICE A

\*\*\*\* \*DCN

resolução número 2, de 24 de abril de 2019. institui as dcns. a presente resolução institui as dcns, que devem ser observadas pelas instituições de educação superior na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso\_de\_engenharia no âmbito dos sistemas de educação superior do país. as dcns definem os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades, estabelecidas pela ces\_cne, para aplicação, em âmbito nacional, na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso\_de\_graduação em engenharia das ies. o perfil\_do\_egresso do curso\_de\_graduação em engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características: ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica, estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora, ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de engenharia, adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática, considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho, atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável. o curso\_de\_graduação em engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais: formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto; ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos; formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas; analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação; ser capaz de modelar os fenômenos dos sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras; prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos; conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos bens e serviços, componentes ou processos; ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas; projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de engenharia; aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia; implantar, supervisionar e controlar as soluções de engenharia; ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de engenharia; estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação; desenvolver sensibilidade global nas organizações, projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas; realizar a avaliação crítico reflexiva dos impactos das soluções de engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental; se comunicar eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica; ser capaz de se expressar adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma

diferente do português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação, se mantendo sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis; trabalhar e liderar equipes multidisciplin角度res; ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva; atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplin角度res, tanto localmente quanto em rede; gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos; reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua, sejam globais ou locais; se preparar para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado; conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão; ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de engenharia na sociedade e no meio ambiente, atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando; aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, se atualizando em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação; ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias; aprender a aprender. além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso. o desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para o egresso do curso de graduação em engenharia, visam à atuação em campos da área e correlatos, em conformidade com o estabelecido no ppc, podendo compreender uma ou mais das seguintes áreas de atuação: atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos, bens e serviços e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando; atuação em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção; atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais envolvidos em projetos de produtos, bens e serviços e empreendimentos. o curso de graduação em engenharia deve possuir ppc que contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso. os ppcs de graduação em engenharia devem especificar e descrever claramente: o perfil do egresso e a descrição das competências que devem ser desenvolvidas, tanto as de caráter geral como as específicas, considerando a habilitação do curso, o regime acadêmico de oferta e a duração do curso, as principais atividades de ensino aprendizagem, e os respectivos conteúdos, sejam elas de natureza básica, específica, de pesquisa e de extensão, incluindo aquelas de natureza prática, entre outras, necessárias ao desenvolvimento de cada uma das competências estabelecidas para o egresso; as atividades complementares que se alinhem ao perfil do egresso e às competências estabelecidas; o projeto final de curso, como componente curricular obrigatório; o estágio curricular, como componente curricular obrigatório; a sistemática de avaliação das atividades realizadas pelos estudantes; o processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem do curso que contemple os instrumentos de avaliação das competências desenvolvidas, e respectivos conteúdos; o processo de diagnóstico e a elaboração dos planos de ação para a melhoria da aprendizagem, especificando as responsabilidades e a

governança do processo. é obrigatória a existência das atividades de laboratório, tanto as necessárias para o desenvolvimento das competências gerais quanto das específicas, com o enfoque e a intensidade compatíveis com a habilitação ou com a ênfase do curso. o curso deve estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil\_do\_egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa\_escola. devem ser incentivados os trabalhos dos discentes, tanto individuais quanto em grupo, sob a efetiva orientação docente. devem ser implementadas, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas. os planos de atividades dos diversos componentes curriculares do curso, especialmente em seus objetivos, devem contribuir para a adequada formação do graduando em face do perfil estabelecido do egresso, relacionando os às competências definidas. deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno. devem ser implementadas as atividades acadêmicas de síntese dos conteúdos, de integração dos conhecimentos e de articulação de competências. devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como trabalhos de iniciação científica, competições acadêmicas, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras. é recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos. se recomenda a promoção frequente de fóruns com a participação de profissionais, empresas e outras organizações públicas e privadas, a fim de que contribuam nos debates sobre as demandas sociais, humanas e tecnológicas para acompanhar a evolução constante da engenharia, para melhor definição e atualização do perfil\_do\_egresso. devem ser definidas as ações de acompanhamento dos egressos, visando à retroalimentação do curso. devem ser definidas as ações de ensino, pesquisa e extensão, e como contribuem para a formação do perfil\_do\_egresso. com base no perfil dos seus ingressantes, o ppc deve prever os sistemas de acolhimento e nivelamento, visando à diminuição da retenção e da evasão, ao considerar: as necessidades de conhecimentos básicos que são pré\_requisitos para o ingresso nas atividades do curso\_de\_graduação em engenharia, a preparação pedagógica e psicopedagógica para o acompanhamento das atividades do curso\_de\_graduação em engenharia e a orientação para o ingressante, visando melhorar as suas condições de permanência no ambiente da educação superior. o curso\_de\_graduação em engenharia deve ter carga\_horária e tempo de integralização, conforme estabelecidos no ppc, definidos de acordo com a resolução da ces\_cne número 2, de 18 de junho de 2007. as atividades do curso podem ser organizadas por disciplinas, blocos, temas ou eixos de conteúdos: atividades práticas laboratoriais e reais, projetos, atividades\_de\_extensão e pesquisa, entre outras. o ppc deve contemplar a distribuição dos conteúdos na carga\_horária, alinhados ao perfil\_do\_egresso e às respectivas competências estabelecidas, tendo como base o disposto no caput deste artigo. as ies, que possuam programas de pós\_graduação stricto\_sensu, podem dispor de carga\_horária, de acordo com o ppc, para as atividades acadêmicas curriculares próprias, que se articulem à pesquisa e à extensão. todo curso\_de\_graduação em engenharia deve conter, em seu

ppc, os conteúdos básicos, profissionais e específicos, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. a forma de se trabalhar esses conteúdos deve ser proposta e justificada no próprio ppc. todas as habilitações do curso\_de\_engenharia devem contemplar os seguintes conteúdos básicos, dentre outros: administração e economia, algoritmos e programação, ciência\_dos\_materiais, ciências do ambiente, eletricidade, estatística. expressão gráfica, fenômenos de transporte, física, informática, matemática, mecânica dos sólidos, metodologia científica e tecnológica e química. além desses conteúdos básicos, cada curso deve explicitar no ppc os conteúdos específicos e profissionais, assim como os objetos de conhecimento e as atividades necessárias para o desenvolvimento das competências estabelecidas. devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais, com enfoque e intensidade compatíveis com a habilitação da engenharia, sendo indispensáveis essas atividades nos casos de física, química e informática. as atividades\_complementares, sejam elas realizadas dentro ou fora do ambiente escolar, devem contribuir efetivamente para o desenvolvimento das competências previstas para o egresso. a formação do engenheiro inclui, como etapa integrante da graduação, as práticas reais, entre as quais o estágio\_curricular obrigatório sob supervisão direta do curso. a carga\_horária do estágio\_curricular deve estar prevista no ppc, sendo a mínima de 160 horas. no âmbito do estágio\_curricular obrigatório, as ies deve estabelecer parceria com as organizações que desenvolvam ou apliquem atividades de engenharia, de modo que docentes e discentes do curso, bem como os profissionais dessas organizações, se envolvam efetivamente em situações reais que contemplem o universo da engenharia, tanto no ambiente profissional quanto no ambiente do curso. o tcc deve demonstrar a capacidade de articulação das competências inerentes à formação do engenheiro. o projeto final de curso, cujo formato deve ser estabelecido no ppc, pode ser realizado individualmente ou em equipe, sendo que, em qualquer situação, deve permitir avaliar a efetiva contribuição de cada aluno, bem como sua capacidade de articulação das competências visadas. a avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências. as avaliações da aprendizagem e das competências devem ser contínuas e previstas como parte indissociável das atividades acadêmicas. o processo avaliativo deve ser diversificado e adequado às etapas e às atividades do curso, distinguindo o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão. o processo avaliativo pode dar se sob a forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre outros, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou em equipe. o corpo\_docente do curso\_de\_graduação em engenharia deve estar alinhado com o previsto no ppc, respeitada a legislação em vigor. o curso\_de\_graduação em engenharia deve manter permanente programa de formação e desenvolvimento do seu corpo\_docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o ppc e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no ppc, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos. a instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso. a implantação

e desenvolvimento das dcns em engenharia devem ser acompanhadas, monitoradas e avaliadas pelas ies, bem como pelos processos externos de avaliação e regulação conduzidos pelo mec, visando ao seu aperfeiçoamento. os cursos\_de\_graduação em engenharia em funcionamento têm o prazo de 3 anos a partir da data de publicação desta resolução para implementação destas diretrizes nacionais do curso\_de\_graduação em engenharia. a forma de implementação do novo ppc, alinhado a estas dcns poderá ser gradual, avançando se período por período, ou imediatamente, com a devida anuência dos alunos. os instrumentos de avaliação de curso com vistas à autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento, devem ser adequados, no que couber, a estas diretrizes nacionais do curso\_de\_graduação em engenharia. esta resolução entra em vigor a partir da data de sua publicação, revogadas a resolução da ces\_cne número 11, de 11 de março de 2002 e demais disposições em contrário.

\*\*\*\* \*PPC

este documento apresenta o ppc de engenharia\_de\_materiais da ufscar e é resultado de um longo processo de discussão iniciado pela coordenação\_do\_curso de engenharia\_de\_materiais em 1990 que, em diferentes momentos, abordou a necessidade de reformulação do atual currículo do curso, vigente desde 1984. no momento, a proposta aqui apresentada, além de consubstanciar as alterações e correções apontadas no referido processo, tem também o objetivo de introduzir na estrutura\_curricular e no ppc, as definições e orientações estabelecidas nas dcns. na elaboração da presente proposta, são consideradas todas as discussões e consultas a alunos, ex\_alunos e docentes do curso, realizadas em diferentes etapas de avaliação do curso e de elaboração de propostas de reformulação. se destaca, em primeiro lugar, a observação de que ocorreu uma forte coincidência entre as propostas produzidas nas mencionadas discussões e avaliações, relativas ao perfil\_do\_egresso a ser formado, com as concepções introduzidas nas discussões mais recentes das dcns, bem como com as linhas gerais definidas para o perfil\_dos\_egressos a serem formados pela ufscar. em particular, é observado que muitos dos aspectos abordados em documento produzido pela abenge são coincidentes com diversos dos anseios e atendem às necessidades apontadas para o curso\_de\_graduação de engenharia\_de\_materiais da ufscar, incluindo a questão da metodologia\_de\_ensino e definições quanto à estruturação do currículo e da grade\_curricular. por isso, diversos conceitos apresentados nesse último documento serão tomados como referência na proposta aqui apresentada. inicialmente será apresentado um breve histórico do curso\_de\_graduação em engenharia\_de\_materiais da ufscar, da evolução do ensino de engenharia\_de\_materiais no país e do processo mais recente de discussão das necessidades de adequações do currículo, tomando como referência os diversos documentos produzidos. esses documentos também complementam a análise de diversos aspectos apresentados em seguida de modo sucinto, que fundamentam as propostas de reformulação do currículo e do ppc. tais fundamentos incluem a caracterização da engenharia\_de\_materiais enquanto campo\_de\_atuação e a concepção de engenharia, com respectivas habilidades e competências formativas, as quais também devem estar em consonância com as já mencionadas dcns e definem os aspectos específicos do perfil\_do\_egresso engenheiro\_de\_materiais a ser formado. fundamenta também a proposta, o estágio de desenvolvimento atingido pela ufscar, e em particular, pelo dema e sua inserção numa região de alta capacitação tecnológica, tanto acadêmica e de pesquisa, quanto em sua indústria e nas empresas de serviços, que coloca ao curso, a necessidade de manter o mais elevado padrão. em seguida, serão

apresentados os aspectos de metodologia\_de\_ensino que fundamentam as propostas de estruturação do novo currículo, as disciplinas e atividades curriculares que o compõem, as condições físicas e humanas disponíveis e algumas orientações referentes aos procedimentos de transição do currículo atual para o novo. o campo dos materiais é imenso e, historicamente teve início com o aparecimento do próprio homem e os materiais deram nomes às eras da civilização. não cabe aqui tratar da evolução histórica dos materiais, que acompanha a própria evolução da humanidade e do mundo civilizado. o domínio de conhecimentos sobre materiais contribuiu significativamente para o domínio de alguns povos sobre outros. embora a evolução da civilização esteja intimamente associada ao acúmulo do conhecimento sobre os materiais, a cem foi constituída apenas recentemente em uma área de conhecimento e campo\_de\_atuação. do fim da idade\_média, da alquimia, passando pela revolução\_industrial, chegou se ao estabelecimento das bases da ciência moderna e a identificação da maioria dos elementos\_químicos hoje conhecidos. a segunda metade do século 20 foi marcada por intenso avanço tecnológico e pelo desenvolvimento e implantação de grandes projetos de alta tecnologia com a utilização comercial da energia nuclear, da eletrônica e da microeletrônica resultando na conquista do espaço e na implantação dos sistemas de comunicação via satélite. todos esses grandes projetos viabilizaram as grandes transformações que hoje vivemos. a computação impulsionou a produtividade de todas as áreas da atividade humana e a televisão, a internet e a telefonia celular provocam mudanças rápidas nas culturas e nos comportamentos dos povos. todos estes projetos exigiram a solução\_de\_problemas fundamentais na área dos materiais. em todos esses casos, entre a viabilidade demonstrada teoricamente e a execução prática, num primeiro momento e a viabilização comercial, num segundo momento, houve a necessidade de materiais não disponíveis. assim, problemas a serem superados incluíam a obtenção de novos materiais, com propriedades não encontradas nos materiais existentes ou produção de materiais já conhecidos, mas obtidos em quantidades muito pequenas e que precisavam ser extraídos da natureza ou sintetizados, em grandes quantidades e com eficiência para escala industrial. a busca de soluções para esses problemas resultou na constituição de equipes\_multidisciplinares, incluindo principalmente, da área científica, físicos, químicos\_inorgânicos, químicos\_orgânicos e cristalógrafos e, da área tecnológica, engenheiros\_metalúrgicos, químicos, ceramistas e mecânicos. foi nesse processo mais recente que a cem foi identificada como um campo\_de\_atuação. em grande parte da história, poucos materiais de aplicações gerais, empiricamente selecionados, foram suficientes para as aplicações que foram vislumbradas. os engenheiros aceitavam as limitações dos materiais disponíveis e projetavam de acordo com as propriedades conhecidas, baseados em sua experiência. ao longo do século vinte a situação mudou completamente e uma extensa gama de materiais se abriu para o uso do homem. com a evolução da cem, não apenas foram desenvolvidos novos materiais com as propriedades necessárias aos grandes projetos já mencionados, mas também novos materiais com propriedades antes desconhecidas, foram disponibilizados, tal que a partir deles, novos dispositivos, em particular os eletrônicos, puderam ser projetados e hoje revolucionam o nosso cotidiano. o valor mais transcendental de um material está no que a sociedade pretenda fazer com aquilo que é fabrica com ele. foi na década de 60 do século passado que começaram a ser criados os primeiros cursos de cem, visando a formar profissionais que atendessem às necessidades do novo campo\_de\_atuação. estes cursos reuniram os conhecimentos que passaram a caracterizar a área, capazes

de estabelecer a ligação entre os conhecimentos científicos da área com os profissionais das demais engenharias, nos projetos dos dispositivos, objetos e equipamentos, visando a utilização otimizada dos materiais. foi também na mesma década de 60 que grupos pioneiros na área começaram a trabalhar no brasil. já em 1970, na mesma época em que eram implantados os cursos ainda pioneiros de graduação na área de cem nos países desenvolvidos, em particular nos eua e na inglaterra, foi criado o curso\_de\_graduação em engenharia\_de\_materiais da ufscar, junto com a criação da própria universidade. antes disso, existia apenas um curso de pós\_graduação em ciência\_dos\_materiais no ime, no rio\_de\_janeiro. o professor josé\_roberto\_gonçalves\_da\_silva, um dos primeiros professores a ser contratado no período de implantação do curso, relata os primeiros momentos da história desse curso, e resume o seu desenvolvimento até os dias de hoje. não vamos aqui nos deter a relatar essa história, mas alguns fatos peculiares foram responsáveis por algumas das características mais marcantes do curso e do departamento majoritariamente responsável pela oferta de disciplinas para o curso, o dema da ufscar. o primeiro fato marcante está no próprio pioneirismo da proposta inicial, cujas ideias, surgidas por volta de 1967 nos departamentos de física e ciência\_dos\_materiais e de metalurgia da eesc, da usp, não encontrara respaldo para a criação do curso nessa mesma instituição. a criação do curso, em 1970, num primeiro momento de cem e a realização do primeiro vestibular da ufscar, foram motivos de reações e de denúncias junto ao conselho\_federal\_de\_educacão, com a instauração de inquerito. era considerado precipitado criar no brasil um curso\_de\_graduação na área de engenharia\_de\_materiais e que deveria ser mais um dos vários cursos de engenharia\_metalúrgica existente. por outro lado, a proposta de implantação da engenharia\_de\_materiais, não apenas como curso, mas como atividade de pesquisa, recebia importantes contribuições de assessorias de pesquisadores e professores brasileiros e estrangeiros, favorecida pela proximidade com as universidades estaduais paulistas usp e unicamp. foi implantada e mantida pela ufscar ao longo dos anos, uma política de formação de recursos\_humanos altamente qualificados, buscando uma formação interdisciplinar preferencialmente no exterior, nos níveis de doutorado e de pós\_doutorado. esta política permitiu o estabelecimento, de forma inédita, dos grupos\_de\_pesquisa e desenvolvimento em cerâmica e polímeros, além de metais, com equilíbrio entre essas áreas. um forte aporte financeiro de um projeto bid finep contribuiu também para a implantação da engenharia\_de\_materiais na ufscar, uma pequena universidade em implantação e sem tradição, talvez por isso menos resistente às inovações. o pioneirismo acima mencionado e a resistência das áreas tradicionais da engenharia à nova proposta, resultaram em marcas profundas no currículo\_do\_curso. mesmo que, por um lado, na própria origem e concepção, a cem não admitiam a possibilidade de separação entre ciência e engenharia, por outro, envolvia uma estruturação interdisciplinar e multidisciplinar de conhecimentos e, conseqüentemente, uma estruturação de currículo, muito diferente daquela estabelecida para os cursos tradicionais de engenharia. assim, as novidades enfrentaram resistências. o currículo do curso passou por diversas alterações e já em sua terceira versão, em 1971, incorporava disciplinas obrigatórias dos cursos\_de\_graduação em engenharia, como o desenho\_técnico, a tecnologia\_mecânica e a resistência\_dos\_materiais e em 1972, incorporou a opção por modalidades. a opção pelas modalidades, materiais\_cerâmicos, materiais\_metálicos e materiais\_poliméricos, naquele momento aproximavam a formação dos egressos do curso às tecnologias e aos campos de atuação\_profissional da engenharia\_de\_materiais já tradicionais no país. a estrutura do

currículo permitia boa formação básica em matemática, física, química e ciência\_dos\_materiais. já num segundo momento, o curso era voltado ao conhecimento tecnológico, em que as ênfases de materiais\_cerâmicos, materiais\_metálicos e materiais\_poliméricos eram abordadas segundo um enfoque mais tradicional. apresentava aspectos formativos, mas também forte conteúdo informativo sobre os diferentes tipos de materiais e com seus processos produtivos sendo abordados de modo mais descritivo. mesmo assim, o primeiro projeto acabado de currículo, enviado para apreciação do mec sofreu muita resistência e só foi reconhecido em dezembro de 1975, um ano após a formatura da primeira turma, mas ainda como uma experiência a ser revista e sem um currículo\_mínimo para a área. essa ausência de currículo\_mínimo foi mantida na resolução cfe número 48\_76, exigindo o enquadramento do currículo do curso para atender simultaneamente aos currículos\_mínimos das áreas de engenharia\_metalúrgica e de engenharia\_química. em 1976, o confea, baixou a resolução número 24\_76, estabelecendo as atribuições do engenheiro\_de\_materiais, como segue: compete a esse profissional, supervisão, estudo, projeto, especificação, assistência, consultoria, perícia e pareceres técnicos, ensino, pesquisa, ensaio, padronização, controle de qualidade, montagem, operação e reparo de equipamento e outras atividades referentes aos procedimentos tecnológicos na fabricação de materiais para a indústria e suas transformações industriais e equipamentos destinados a essa produção industrial especializada, seus serviços afins e correlatos. essas atribuições gerais seguem um padrão geral aplicado a outras engenharias mais tradicionais, da modalidade das engenharias industriais e é geral o suficiente para comportar o enfoque que historicamente caracteriza a engenharia\_de\_materiais como uma engenharia de concepção, com forte base científica, voltada para o desenvolvimento de novos materiais e para a absorção, implantação e desenvolvimento de novas tecnologias, como descrito acima. a reformulação curricular realizada em 1984 estabeleceu o currículo hoje vigente. nessa reformulação foi mantida a estrutura do currículo anterior, mas as disciplinas das ênfases foram reestruturadas de modo a enfatizar uma abordagem mais própria da engenharia\_de\_materiais. uma ilustração dessa mudança é a abordagem dada às propriedades dos materiais. estas propriedades passaram a ser analisadas dando se maior ênfase às características estruturais e microestruturais que as influenciam, assim como aos parâmetros de processamento que afetam tais propriedades, em detrimento da classificação dos materiais e listagem de informações sobre os valores de suas propriedades e de suas aplicações usuais. nas décadas de 80 e 90, houve crescimento exponencial da influência do desenvolvimento dos materiais denominados de alta tecnologia, produzidos em todas as áreas da cem incluindo os materiais\_compósitos e os materiais\_nanoestruturados. a pesquisa em materiais tornou se prioridade de governos dos países desenvolvidos e também no brasil. é reconhecido hoje o papel estratégico dos materiais não apenas para o desenvolvimento de novas tecnologias, como as de energia alternativa e outras, mas no aprimoramento e no aumento da eficiência dos novos produtos, mesmo que de tecnologias já antigas como as da indústria automobilística, aeronáutica ou mesmo da construção\_civil e dos eletrodomésticos, no desenvolvimento de equipamentos para a saúde e no aumento da produtividade das indústrias e da agricultura. o campo de atuação da cem se estende também ao controle das condições ambientais, no desenvolvimento de tecnologias limpas e, principalmente, não pode estar ausente das preocupações de qualquer profissional de engenharia, que em seus projetos devem buscar soluções que diminuam os rejeitos, facilitem a reutilização e a reciclagem de produtos de consumo em

geral. na década de 70, apenas mais um curso de graduação em engenharia de materiais foi implantado, na hoje universidade federal de campina grande. na década de 80, outros 2 cursos de graduação foram implantados, o do ime 1982 e o da universidade estadual de ponta grossa 1989. em 1992 foi criado o curso da universidade mackenzie e em 1995 foi criado o curso da escola politécnica da usp. entre 1998 e 2003 foram criados outros 12 cursos, em instituições públicas e privadas, sendo que alguns originados de cursos de graduação em engenharia metalúrgica, incluído casos de transformação desse curso tradicional em curso de graduação em engenharia de materiais. isso consolida a importância assumida pelos profissionais de engenharia de materiais. a caracterização da engenharia de materiais, enquanto definição ou identificação dessa área da engenharia como uma área de conhecimento e campo de atuação que apresenta características próprias, que a diferenciam de outras, é necessária não apenas para a fundamentação da definição do profissional que se deseja formar no curso aqui proposto. além disso, em nosso país, essa caracterização é importante por 2 outros motivos: apesar do grande desenvolvimento alcançado em sua história relativamente curta, a engenharia de materiais encontra grande dificuldade em ter a sua posição reconhecida perante modalidades de engenharia mais tradicionais, causando confusões relativas a suas atribuições profissionais. nesse quadro, que inclui um certo grau de flexibilidade ou de desregulamentação com relação aos currículos dos cursos, o surgimento frequente de novos cursos, sob diferentes condições institucionais de implantação, em diferentes regiões do país, podem criar ambiente para o surgimento de cursos que tenham como objetivo formar profissionais com perfis muito diferenciados com relação aos cursos hoje existentes, de modo que venham a comprometer a identidade do profissional de engenharia de materiais. diante disso, os coordenadores de cursos de engenharia de materiais, após discussões realizadas durante o encontro dos coordenadores de cursos de engenharia de materiais, nos anos de 2003 e 2004, elaboraram um texto que procura caracterizar a engenharia de materiais. é esse texto que passamos a reproduzir nos próximos parágrafos. a área de materiais é caracterizada pelo campo de conhecimento e de atuação profissional já plenamente identificado e reconhecido da cem, relacionado à pesquisa e desenvolvimento, produção e aplicação de materiais com objetivos tecnológicos. nesse sentido, é a área de atividade associada com a geração e aplicação de conhecimentos que relacionem composição, estrutura e microestrutura, bem como o processamento dos materiais, as suas propriedades e aplicações. é da análise mais detalhada das inter-relações entre composição, estrutura, processamento, propriedades e aplicações dos materiais, acima mencionadas que aparecem mais claramente as atividades centrais da cem. as inter-relações entre composição e estrutura, estrutura e propriedades e composições e propriedades, envolvem conhecimentos básicos da física e química do estado sólido, da química inorgânica e química orgânica, da física e química de polímeros e da metalurgia e cerâmica física, que em conjunto formam a ciência dos materiais. todas essas relações são intermediadas pelos parâmetros de processamento, áreas de atuação das engenharias metalúrgica, cerâmica e de polímeros e especificações de produto ditadas pela aplicação a que se destina o material, o que estabelece o caráter de engenharia da área. dentre os diversos aspectos envolvidos na engenharia de materiais, passamos a citar alguns que podem contribuir para a melhor caracterização desse campo de atuação: a composição e os diversos parâmetros de processamento, temperatura, tempo, velocidade de aquecimento e resfriamento, taxa de deformação,

atmosfera, etc., são os principais responsáveis pela microestrutura dos materiais e conseqüentemente pelas suas propriedades. as composições quase nunca são ideais e o teor e tipo de impurezas nas matérias-primas dependem do processamento e dos custos envolvidos. as aplicações não dependem apenas das propriedades do material, mas também, por exemplo, do tamanho e forma da peça ou produto a ser produzido com esse material, o que impõem limites às opções de processos e a seus parâmetros de controle, nas diferentes etapas de processamento: conformação, tratamento térmico, etc. como as condições de processamento afetam microestrutura e propriedades, as aplicações também dependem da disponibilidade de processos adequados. a discussão acima coloca o processamento como um dos aspectos centrais da engenharia de materiais, enquanto atividades relacionadas ao desempenho e às aplicações dos materiais estão na interface da engenharia de materiais com outras áreas de engenharia. é importante diferenciar o enfoque dado ao processamento na engenharia de materiais com relação às engenharia química e engenharia metalúrgica. os objetivos centrais da engenharia de materiais com relação ao processamento são definidos pelas relações entre os parâmetros de processamento e a estrutura e propriedades dos materiais, essenciais para o desenvolvimento dos próprios materiais e dos processos de fabricação. a engenharia química e engenharia metalúrgica dão ênfase ao projeto de processos, atuam na pesquisa e desenvolvimento de processos e equipamentos e dos seus parâmetros de controle. essas trabalham com o projeto, montagem e operação de unidades industriais e com o controle e otimização dos procedimentos tecnológicos de fabricação. assim parece ficar mais clara a ampla interface entre essas duas engenharias e a engenharia de materiais, que se complementam. o mesmo pode ser dito a respeito das já mencionadas relações entre propriedades e aplicação, que exigem conhecimentos de outras áreas da engenharia. assim, a seleção de materiais que é uma das áreas de atuação da engenharia de materiais, não pode ser independente do projeto do dispositivo ou estrutura em que os materiais serão utilizados e o próprio projeto não pode ser realizado sem a seleção de materiais. esta é, portanto, a principal das interfaces de engenharias como engenharia mecânica, engenharia civil, engenharia elétrica, engenharia eletrônica, engenharia química e outras com a engenharia de materiais. ainda são encontrados, principalmente no meio acadêmico, aqueles que confundem a engenharia de materiais ou mesmo o campo da cem, com a física da matéria condensada e com áreas da química. para esses, esperamos que a caracterização apresentada acima, tenha sido suficiente para demonstrar tanto a existência de um campo próprio à cem na ciência básica quanto o caráter próprio de engenharia. por outro lado, alguns aspectos que ainda causam polêmica sobre as áreas de atuação profissional da engenharia de materiais merecem consideração. um deles é a atividade de seleção de materiais, para a qual se atribui marcante deficiência na formação do engenheiro de materiais. a seleção de materiais, que é uma área de atuação profissional da engenharia de materiais, encontra-se na interface com outras engenharias. não existe seleção de materiais sem o projeto do dispositivo ou estrutura em que os materiais serão utilizados e o próprio projeto não pode ser realizado sem a seleção de materiais. essa é, portanto, uma área de interface da engenharia de materiais com os demais profissionais envolvidos com os projetos dos produtos e dispositivos. seria irreal, portanto, pretender formar um engenheiro de materiais autossuficiente na seleção de materiais. outra questão decorre do fato de que

provavelmente a maioria dos engenheiros\_de\_materiais vai ter algum tipo de responsabilidade de gerenciamento, incluindo a responsabilidade por projetos, orçamentos, organização de equipes e gerenciamento de qualidade. isso precisa ser contemplado no currículo e, novamente, é necessário encontrar um equilíbrio. certamente, essa não é uma área de atuação central da engenharia\_de\_materiais, mas envolve um conjunto de conhecimentos sobre os quais o engenheiro\_de\_materiais deve ter uma fundamentação básica que o capacite a buscar a complementação que se fizer necessária na atuação\_profissional. de qualquer modo, a velocidade crescente com que novas tecnologias são introduzidas no cotidiano e com que têm ocorrido mudanças estruturais nas relações e nas funções econômicas e sociais dos setores secundários e terciários da economia, bem como nas relações de trabalho, impõe a necessidade de se formar um profissional que deverá atuar num cenário significativamente diferente do atual. quem está formado há 20 anos ou até bem menos pode avaliar a diferença entre o ensino que encontrou na universidade e o conjunto de conhecimentos e tecnologias que estão disponíveis hoje, em diversas áreas. essa questão será considerada abaixo, na caracterização do perfil\_do\_egresso a ser formado pela universidade. desde sua origem, a engenharia\_de\_materiais vêm sendo caracterizada como uma engenharia plena de concepção, com incorporação de forte base científica interdisciplinar e voltada para resolver problemas tecnológicos na área de materiais. no nosso curso, essa concepção geral foi estabelecida e garantida já em sua criação e posteriormente em seu processo de reconhecimento e efetivamente definiu um perfil\_do\_egresso de engenharia significativamente diferenciado com relação às concepções dominantes na formação dos profissionais de engenharia à época. no entanto, algumas contradições com essa concepção são devidas ao seu pioneirismo e a diversos aspectos da conjuntura presente nos seus primeiros anos de implantação do curso. a formação em ciência básica, hoje muito valorizada nas propostas de modernização dos currículos de engenharia, foi reconhecida e contemplada, inclusive com relação à própria ciência\_dos\_materiais. por outro lado, um peso grande de matérias mais informativas e tecnológicas, em detrimento de matérias de formação geral, foi imposto para atender à legislação vigente que, como já mencionado, baseada em concepções mais tradicionais para os profissionais de engenharia. além disso, dentre os fatores conjunturais que influenciaram aquele primeiro currículo, a formação dos alunos e, conseqüentemente o perfil\_do\_egresso formado, foi o fato de que o corpo\_docente e as linhas de pesquisa ainda estavam em fase de formação e implantação. entre o momento da última reformulação do currículo do curso e o momento atual. foram drásticas as mudanças ocorridas na nossa realidade, em todos os aspectos. considerando o tempo da vida profissional de um engenheiro, podemos dizer, no mínimo, que a questão acima deve, desde já, passar a ser a preocupação central do ensino da engenharia. no documento perfil\_do\_engenheiro\_no\_século\_21, são abordados alguns pontos preliminares dessa questão. sem entrar em detalhes dessa discussão, parece importante observar que, do ponto de vista do ensino de engenharia como conhecemos hoje, muitas das previsões podem levar a situações claramente contraditórias. o documento acima mencionado resume algumas de suas conclusões da seguinte forma: o engenheiro deverá ter sólido conhecimento de ciências\_básicas, espírito de pesquisa e capacidade para conceber e operar sistemas complexos. o engenheiro deverá somar a isso, a compreensão dos problemas administrativos, econômicos, sociais e do meio\_ambiente, que o habilite a trabalhar em equipes\_multidisciplinares. também é considerado um requisito importante o conhecimento de aspectos legais

e normativos. o domínio de línguas estrangeiras será importante para se ter acesso direto às informações geradas nos países adiantados, onde deverão surgir as principais inovações tecnológicas. frequentemente, na discussão dessa questão, é acrescentada ainda a necessidade de amplo domínio da computação e da informática em geral, pelo engenheiro, tanto na utilização de programas cada dia mais poderosos, que possibilitam modelamentos matemáticos cada vez mais precisos dos problemas de engenharia, como no acesso e manipulação da informação tecnológica. uma caracterização do perfil do egresso para a engenharia de materiais, aprofundou se durante o último período de avaliação do curso, de revisão curricular e de diagnóstico das mudanças ocorridas nos ambientes de atuação profissional, que acompanharam uma discussão proposta pela abenge, no documento perfil do engenheiro no século 21. no âmbito específico do nosso curso, contribuiu muito para essa discussão, o processo de avaliação, que produziu um importante diagnóstico sobre o conteúdo curricular e condições ensino aprendizagem oferecidas, bem como propostas para o aprimoramento do curso. mais recentemente, as dcns, estabeleceram o perfil do egresso geral para os cursos de graduação em engenharia, em nível nacional, impondo a necessidade de que cada uma das modalidades de engenharia e cada um dos cursos, com suas especificidades, também o fizessem. antecipando se a isso, a ufscar, como instituição, realizou discussões internas e produziu um documento que define de maneira generalista perfil dos egressos a serem formados pela nossa universidade. é muito significativa a coincidência entre os diversos documentos acima mencionados. para resumir, transcrevemos o texto das dcns. o curso de graduação em engenharia tem como perfil do egresso, o engenheiro com formações generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade. a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais: aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia; identificar, formular e resolver problemas de engenharia; desenvolver ou utilizar novas ferramentas e técnicas; supervisionar a operação e a manutenção de sistemas; avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas; comunicar eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; atuar em equipes multidisciplinares; compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissional; avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia; assumir a postura de permanente busca de atualização profissional. dos aspectos levantados especificamente nas discussões de avaliação do curso de graduação em engenharia de materiais, mesmo que já contemplados acima, merecem destaque particular: a importância da sólida formação técnico científica e tecnológica do engenheiro de materiais; as habilidades para a auto aprendizagem para a comunicação oral e escrita e a atitude empreendedora; a necessidade de obter uma formação balanceada entre um perfil generalista e o especialista. a necessidade de melhorar, com relação ao currículo atual, o equilíbrio entre a formação nas diferentes áreas de atuação profissional do engenheiro de materiais. a

importância de desenvolver no engenheiro\_de\_materiais formado pela ufscar maior habilidade com as questões de gerenciamento de equipes nas relações interpessoais e de melhorar a formação de caráter humanístico. mencionamos acima que, do ponto de vista do ensino tradicional de engenharia, as previsões levam a situações contraditórias, pois, como decorrência, é comum surgirem propostas de cobrir as necessidades observadas, pela introdução de novas disciplinas e o aumento de carga\_horária. surgem também propostas de utilização intensiva de recursos audiovisuais e computacionais no ensino. no confronto entre o currículo atual e o perfil\_do\_egresso acima descrito, não é difícil identificar nas disciplinas oferecidas o comprometimento com uma sólida formação técnico científica e com as demais capacitações daí decorrentes. as dificuldades surgem na identificação de conteúdos e ações que resultem, por exemplo, no desenvolvimento de competências relacionadas a uma atuação crítica e criativa na identificação de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos e culturais, com visão ética e humanística ou na capacitação para a atuação em equipes\_multidisciplinares ou de comunicar de forma eficiente. como podemos desenvolver essas e outras tantas das competências desejáveis no profissional a ser formado? como desenvolver criatividade, empreendedorismo e ética? além disso, as perspectivas quanto à organização da sociedade, da economia, dos ambientes de atuação\_profissional e, com especial ênfase, a velocidade crescente com que novas tecnologias são introduzidas no cotidiano, colocam em questão a necessidade de formar profissionais que deverão atuar em cenários significativamente diferentes do atual e que, além disso, são pouco previsíveis. uma das respostas a essas questões é a valorização de conhecimentos fundamentais, científicos, com os quais já estamos familiarizados no curso\_de\_graduação em engenharia\_de\_materiais e humanísticos. no entanto, são essas questões que tornam a lista de competências e habilidades acima apresentada tão extensa. do ponto de vista do ensino\_tradicional de engenharia, a tendência imediata seria transformar as novas necessidades de formação em uma lista de novos conteúdos e novas disciplinas a serem introduzidas na grade\_curricular mais aulas de informática, comunicação e expressão, línguas, empreendedorismo, criatividade, economia, meio\_ambiente, ética, etc. é fácil verificar que isso se torna impossível. dentro dessa concepção é comum encontrar cursos\_de\_graduação em engenharia com carga\_horária semanal média de mais que 30 horas em sala\_de\_aula. a tentativa de transmitir uma crescente massa de conhecimento através do esforço docente sugere propostas no sentido de ampliar a duração do curso ou mesmo, de perpetuar no profissional, a dependência do professor como depositário do conhecimento e de cursos de atualização. a solução desse impasse está na mudança da abordagem pedagógica. transcrevemos a seguir um trecho do texto sobre dcns, da comissão nacional da abenge, que trata da questão da abordagem pedagógica: é verificado facilmente que, os cursos\_de\_graduação no brasil em sua maioria, são baseados em conhecimentos com enfoque no conteúdo e centrado no professor. centrar a abordagem pedagógica no professor o detentor do conhecimento, como aquele que vai transmitir para os alunos, que irão receber esses conhecimentos de forma passiva, já provou ser uma fórmula sem sucesso. o que é proposto como alternativa a essa abordagem desgastada e pouco eficaz é uma mudança para uma abordagem baseada na competência do profissional e cidadão a ser formado na graduação, com enfoque no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes e centrado no aluno. sendo o aluno um elemento participativo, capaz de construir o conhecimento a partir de uma relação de ensino\_aprendizagem eficaz desenvolvida com o professor. o aluno pode se tornar um profissional

competente para atuar de forma responsável e crítica no contexto vigente, influir no seu aperfeiçoamento e enfrentar os desafios das mudanças que se apresentam. nesse contexto, existe uma clara e explícita articulação entre os elementos competência, habilidades e atitudes, o esquema de avaliação e as estratégias de ensino\_aprendizado. a avaliação deve ser elaborada para verificar se o aluno efetivamente demonstrou as competências, habilidades e atitudes que definem o perfil estabelecido. as estratégias de ensino\_aprendizado devem ser elaboradas para possibilitar ao estudante esta demonstração. os 3 elementos devem ser explicitados no momento da elaboração do currículo, de acordo com as especificidades de cada ies. como um ponto ainda a ser considerado, é preciso destacar que, tendo em vista a relevância que adquire nessa proposta, a avaliação deve ser criteriosamente estabelecida. cumpre ressaltar que o caráter formativo da avaliação deve ser enfatizado em detrimento da simples integralização de notas. em face das definições acima. a abordagem em vigor é baseada nos conteúdos e carga\_horária, enquanto que a abordagem ora proposta é baseada na demonstração das competências, habilidades e atitudes. aqui, vale lembrar, não se pretende eliminar o conteúdo do currículo, mas apenas tratar ele como algo dinâmico, perecível e, portanto, substituível, que comparece nas unidades de forma a permitir ao aluno a demonstração da essência do curso, isto é, atingir o perfil\_do\_egresso desejado. certamente que a implementação da mudança de abordagem proposta não pode ser feita apenas a partir da estruturação\_curricular. são necessárias novas estratégias de ensino compatíveis com os objetivos de cada disciplina, implicando em novas atitudes dos professores e dos alunos e a incorporação no currículo de atividades que não se caracterizam como disciplinas. de um modo geral, o que se pretende é que o estudante possa desempenhar um papel ativo que, em lugar de receber conhecimentos e suas explicações dos professores, os coloque na posição de construir o seu próprio conhecimento, tendo a orientação e a participação do professor. assim, como exemplo, podemos dizer que o aluno vai desenvolver habilidades como a de independência para o aprendizado, aprender a aprender, durante o curso, se nas diversas atividades curriculares for colocado na posição de ter que fazer isso e de ter que demonstrar que é capaz de fazer isso nos processos de avaliação a que for submetido. o mesmo pode ser dito sobre desenvolver projetos em equipes\_multidisciplinares, sobre a criatividade e sobre a capacidade de identificar e resolver problemas. assim, muitas das competências, habilidades e atitudes podem ser desenvolvidas ao longo do curso, nas diferentes disciplinas e atividades, independentemente do conteúdo, devendo estar contempladas na avaliação dos alunos e das disciplinas. não existe fórmula pronta para as estratégias de ensino a serem adotadas em cada disciplina, mas sim diversas propostas alternativas e até recomendações\_metodológicas que podem ser consideradas. considerando agora os problemas mais objetivos de se implantar as mencionadas mudanças, a primeira das dificuldades que podemos identificar está na atual estrutura\_curricular, com sua grade de disciplinas e distribuição de carga\_horária. um exemplo disso está na alta carga\_horária em sala\_de\_aula que dificulta atividades\_extraclasse do aluno. a segunda, não menos importante que a primeira, é que tais mudanças exigem também, mudanças e revisões das atitudes e habilidades dos professores. essas dificuldades não podem ser vistas como barreiras absolutas às mudanças, ou seja, a superação prévia das mesmas não é condição necessária à implementação de uma proposta de currículo inovadora. a habilidade do corpo\_docente para trabalhar com uma nova orientação\_pedagógica desenvolve se na prática

dentro da nova estrutura. além disso, existem em nossa instituição, diversas condições que são favoráveis às mudanças desejadas e que no ensino tradicional são aproveitadas apenas de forma indireta e não planejada. tais condições estão presentes na alta capacitação profissional do corpo docente e nas intensas atividades de pesquisa e atividades de extensão desenvolvidas. um dos mais importantes ambientes de aprendizagem é a pesquisa, como conceito e como prática efetiva, tanto do professor como do aluno e o contato com os problemas reais, existentes nos diversos campos de atuação da engenharia de materiais. não é possível listar regras ou receitas de como adequar o ensino à nova orientação pedagógica, mas como ilustração, algumas recomendações que podem ser entendidas como simbólicas das mudanças pretendidas. adoção de um conjunto de disciplinas ou atividades curriculares integradoras de conhecimento, projetos, estudos de casos, etc, que devem promover a integração entre as diferentes disciplinas e permitir a síntese dos conhecimentos e o relacionamento desses com a solução de problemas reais de engenharia de materiais. adoção do estudo orientado e pesquisa como método de ensino, reduzir o tempo em sala de aula e utilizar esse tempo para orientação de estudo, de pesquisa e para discussão dos trabalhos extraclasse. não usar aula para passar matéria e sim para indicar temas, para orientar, para discutir conceitos. evitar apostilas de resumos de conteúdos e, quando possível adotar livros texto a serem seguidos, ou referências, artigos e trabalhos de revisão. a elaboração destes pelos alunos também pode ser um recurso interessante. integração das atividades teóricas e práticas laboratórios inclusive, sendo as últimas entendidas como recursos integrados ao processo de ensino aprendizagem. extinção das categorias disciplinas teóricas e disciplinas práticas. não parece haver dificuldades ou divergências quanto à definição de tópicos de conteúdo do curso de engenharia de materiais. com relação ao currículo vigente, as críticas referem se ao maior ou menor peso de um tópico, à organização dos mesmos na estrutura curricular e a sobreposições e repetições desnecessárias. assim, a proposta de currículo apresentada a seguir não envolve a eliminação de tópicos de conteúdo, mas sim mudanças nos tempos de aulas e nos pesos dos mesmos com relação ao todo, considerando as novas necessidades para o perfil do egresso a serem formados e a adoção da nova abordagem pedagógica. outro aspecto do currículo atual que precisa ser mencionado é a exigência de que o aluno opte por uma das ênfases materiais cerâmicos, materiais metálicos e materiais poliméricos. avaliou se que a principal objeção ao currículo atual não é causada por essa exigência e sim pelo peso que é dado às ênfases em detrimento da formação científica e tecnológica em cem que compõe o núcleo de disciplinas obrigatórias comuns a todos os alunos. se historicamente, num primeiro momento, as ênfases representaram um desvio da concepção original da área de cem, hoje a situação é muito diferente. o grau de formação do corpo docente e o nível atingido pelas atividades de pesquisa e de atividades de extensão no dema, que consubstanciam uma atuação plenamente engajada no cenário da cem a nível internacional, atingindo inclusive, grande equilíbrio entre as diferentes áreas da cem, permite não só a implementação de um currículo pleno de engenharia de materiais, com forte formação generalista comum a todos os alunos mas, também, permite oferecer aos alunos a possibilidade de ênfase como complementação dessa formação. assim, a opção para o novo currículo foi a de manter a obrigatoriedade de opção por pelo menos uma ênfase, aumentando o incentivo para que o aluno faça mais disciplinas específicas de diferentes ênfases e facilitando a possibilidade de completar mais que uma ênfase. será objeto de

avaliação futura, a possibilidade de dar aos alunos do curso uma quarta opção que seria a de compor um conjunto de disciplinas optativas de diferentes áreas, para integralização curricular sem caracterizar especialização nas ênfases existentes. propõe se então, a seguir, um conjunto de metas a serem atingidas na nova estrutura curricular e também no processo de implementação da mesma. uma nova estrutura curricular incluindo o conjunto de disciplinas e atividades acadêmicas, com suas cargas horária e a distribuição dessas, deverá minimizar os entraves à implementação do ppc. por outro lado, um conjunto de orientações gerais sobre as características de cada atividade acadêmica a ser incluída no currículo, de cada disciplina, não apenas com relação ao conteúdo, mas também à metodologia de ensino e aos sistemas de avaliação, devem estabelecer algumas condições iniciais necessárias para que se desenvolva a nova abordagem do ensino. definir um núcleo de disciplinas e atividades curriculares que garanta uma formação geral e comum a todos os egressos do curso que os caracterize como profissionais da engenharia de materiais e permita maior flexibilidade, ou seja, que apresente mais opções para o aluno construir um currículo mais personalizado com relação à formação profissional complementar e de especialização. reduzir o número de horas do aluno em sala de aula, passando a incluir na carga horária dedicada à disciplina as atividades extraclasse programadas, assistidas ou não pelo professor e as atividades de laboratório. essa flexibilização com relação ao tempo e ao espaço visa a ampliação das alternativas para as estratégias de ensino-aprendizagem, com ênfase àquelas realizadas fora da sala de aula. caracterizar as disciplinas e atividades acadêmicas não apenas pelos conteúdos abordados, mas que tenham objetivos claros com relação às competências, habilidades e atitudes a serem desenvolvidas. descaracterizar a existência dos ciclos básico e profissionalizante, promovendo a verticalização do currículo, ou seja, distribuindo os conteúdos de ciências básicas, de formação básica de engenharia e os conteúdos específicos da área de cem, do começo ao final do curso, valorizando as matérias básicas e integrando as às da área profissionalizante, ampliar as oportunidades de formação em humanidades e de cultura geral, ampliar a contribuição das áreas de conhecimento em economia, administração e gerenciamento e análise de conjuntura econômica, política e social. a presente proposta de estrutura curricular foi estabelecida com o objetivo central de buscar atender à formação de profissionais de engenharia de materiais de acordo com o perfil do egresso desejado, como descrito acima, tomando em consideração as metas gerais de reformulação do currículo já mencionadas. além da estruturação das atividades curriculares, conforme apresentada a seguir, algumas orientações quanto ao tratamento metodológico, são também consideradas determinantes das condições pretendidas para o cumprimento do mencionado objetivo. a presente estrutura curricular está baseada no sistema de atribuições de créditos pela realização de um conjunto de atividades acadêmicas previstas como parte integrante do currículo por serem consideradas relevantes à formação do aluno. as atividades acadêmicas pelas quais serão atribuídos créditos serão as disciplinas, o estágio curricular em tempo integral, o tcc e as atividades curriculares complementares, as quais serão estruturadas como segue: disciplinas obrigatórias do núcleo básico; disciplinas obrigatórias do núcleo profissionalizante; disciplinas obrigatórias do núcleo específico; disciplinas optativas; atividades complementares; estágio curricular; tcc. o número de créditos atribuídos a qualquer uma das atividades acadêmicas curriculares será proporcional à carga horária prevista para a

realização da mesma, de acordo com as normas e regulamentos que, também em acordo com a legislação vigente, estiverem em vigência na ufscar. as cargas\_horárias serão discriminadas quanto ao tipo para permitir a identificação da carga\_horária de atividades de aulas expositivas ou teóricas e aulas práticas, de laboratório ou extraclasse e visando uma melhor caracterização das atividades e facilitar a avaliação do esforço discente e docente. as disciplinas se caracterizam por apresentar objetivos dados pelas competências e habilidades, a serem desenvolvidas pelo aluno, conteúdo específico e carga\_horária definida. são oferecidas sob a responsabilidade de professores da universidade, os quais deverão apresentar um plano de ensino que estabeleça a estratégia de ensino\_aprendizagem e o processo de avaliação, com definição dos critérios de atribuição final de nota de modo coerente como os objetivos. as disciplinas serão ainda definidas como obrigatórias ou optativas para efeito de integralização curricular. as disciplinas obrigatórias do núcleo básico, de um modo geral, envolvem matérias de conteúdos relativos à matemática, às ciências naturais básicas e a matérias básicas de engenharia. devem ter como objetivos principais, mas não exclusivos, a formação geral do engenheiro e o desenvolvimento de competências relativas à utilização dos conhecimentos básicos na compreensão dos fenômenos físicos, químicos, ambientais, econômicos, sociais e de gerenciamento envolvidos na resolução\_de\_problemas de engenharia. devem também estabelecer a fundamentação necessária para que o profissional formado tenha maior independência na assimilação de novos conhecimentos e tecnologias bem como no desenvolvimento destes. as disciplinas obrigatórias do núcleo profissionalizante, de um modo geral, envolvem matérias de conteúdos específicos da engenharia\_de\_materiais. estas, como complemento e extensão das anteriores, integralizam o conjunto de conhecimentos que são considerados necessários para a formação do engenheiro\_de\_materiais, em conformidade com os aspectos já discutidos sobre a formação básica específica dessa modalidade de engenharia. esses conhecimentos são tanto os científicos, como os da ciência\_dos\_materiais, como os tecnológicos e devem ter como objetivo principal, mas não exclusivo, o desenvolvimento das competências e habilidades que caracterizam o engenheiro\_de\_materiais a ser formado pela ufscar, independentemente da possível ênfase que o aluno possa dar a alguma das áreas específicas oferecidas como opções de formação na presente estrutura\_curricular. as disciplinas obrigatórias do núcleo específico, como as anteriores, envolvem as matérias de conteúdo específico da engenharia\_de\_materiais e terão como objetivo, na presente estrutura\_curricular, a complementação e o aprofundamento tanto dos conhecimentos básicos, quanto dos profissionalizantes relativos a cada uma das 3 subáreas da engenharia\_de\_materiais, a serem oferecidas como opções de ênfase. essas ênfases são: materiais\_cerâmicos, materiais\_metálicos e materiais\_poliméricos, dentre as quais o aluno deverá optar por completar o conjunto das disciplinas obrigatórias do núcleo específico de, pelo menos, uma. as disciplinas optativas técnicas também são disciplinas que envolvem matérias de conteúdo específico da engenharia\_de\_materiais. para cada uma das ênfases que o aluno optar por completar, serão consideradas optativas as disciplinas pertencentes ao elenco de disciplinas obrigatórias do núcleo específico das demais ênfases. além dessas, serão consideradas optativas outras disciplinas de um elenco discriminado como tal na presente estrutura\_curricular. esse último elenco deverá ser constituído por um número limitado de disciplinas que sejam responsáveis por oferecer opções de complementação mais especializada para a formação dos alunos. caberá ao conselho de curso dedicar especial atenção em avaliar o interesse da manutenção, nesse

elenco, de cada uma dessas disciplinas, considerando a atualidade e pertinência dos temas, em consonância com o desenvolvimento científico e tecnológico, a regularidade na oferta das disciplinas e o interesse dos alunos. o estágio curricular deverá ser realizado pelo aluno em empresas atuantes nas áreas de conhecimento e nos campos de atuação profissional da engenharia de materiais, devendo reproduzir para o aluno, uma situação similar de trabalho à dos profissionais de engenharia da empresa, porém devendo manter a prioridade de permitir ao aluno, além da vivência das atividades profissionais, uma relação de ensino-aprendizagem durante o estágio curricular. para isso, o estágio curricular deverá ser responsabilidade da ufscar, tanto com relação ao contato com as empresas e definição daquelas que fornecem os estágios profissionais em condições favoráveis aos objetivos de formação profissional dos alunos, como com relação ao acompanhamento e avaliação do estágio curricular e do desempenho do aluno. as atividades complementares são atividades regularmente disponíveis à participação dos alunos e reconhecidas como atividades curriculares pelo conselho do curso, por serem consideradas relevantes à formação do aluno. apesar de não se enquadrarem na definição de disciplinas, essas atividades terão definidos os seus seguintes aspectos: objetivos gerais da atividade com relação à formação do aluno. número de créditos a serem atribuídos ao aluno pela realização da atividade específica. os critérios que caracterizam o cumprimento da atividade pelo aluno e a avaliação do aluno, que deverão estar sob responsabilidade de pelo menos um docente da universidade e o sistema pelo qual será mantida uma avaliação continuada, sob responsabilidade da universidade, da adequação da atividade aos objetivos do curso. o conselho de curso deverá manter atualizada uma relação de atividades complementares aceitas como curriculares para o curso de graduação em engenharia de materiais. como exemplos dessas atividades, desde que enquadradas nas condições estabelecidas acima, podem ser mencionadas as seguintes. as disciplinas atualmente oferecidas na ufscar denominadas atividades complementares de integração ensino, pesquisa, extensão. a realização pelo aluno de atividades de pesquisa em nível de iniciação científica, reconhecidas institucionalmente como tal. participação do aluno em equipes de desenvolvimentos de protótipos. atividades culturais exemplo música, teatro. atividades de apoio e educacional junto ao ensino de segundo grau e similar, exemplos. aula em curso pré vestibular, divulgação científica e tecnológica, cursos de extensão. o tcc tem como objetivo geral a síntese e integração dos conhecimentos abordados durante o curso. deverá ser realizado pelo aluno sob orientação de um ou mais professor orientador e deverá resultar numa monografia com conteúdo que caracterize a abordagem de problemas tipicamente de engenharia, como o desenvolvimento de um projeto de engenharia ou a caracterização de um problema de caráter tecnológico juntamente com análise da viabilidade de possíveis soluções, sem deixar de considerar os aspectos econômicos, os impactos sociais, ambientais e outros que sejam considerados necessários. uma comissão de professores será responsável pela coordenação das atividades do tcc, estabelecendo procedimentos e atividades de preparação realizadas em disciplinas anteriores, de distribuição de orientadores e de acompanhamento do processo, até a apresentação da monografia final. assim, na estrutura curricular estão incluídas disciplinas denominadas projeto em engenharia de materiais, também com objetivos de realizar atividades de síntese e integração de conhecimentos abordados no curso e de orientar metodologicamente a preparação e planejamento para a realização do tcc. a mencionada comissão de professores deverá

estabelecer critérios claros de avaliação dos trabalhos, considerando os resultados de uma forma mais abrangente, uma vez que, como etapa final de integralização curricular, o tcc deverá estar contribuindo para uma avaliação em instância privilegiada do processo formativo proporcionado pelo curso. para a obtenção do grau de engenheiro de materiais, o aluno deverá cumprir o mínimo de 266 créditos distribuídos da seguinte maneira: cumprir integralmente as disciplinas do núcleo básico, cumprir integralmente as disciplinas do núcleo profissionalizante, optar por uma ênfase de materiais cerâmicos, materiais poliméricos ou materiais metálicos e cursar integralmente as disciplinas obrigatórias da ênfase escolhida, escolher e cumprir disciplinas optativas técnicas, realizar o estágio curricular, realizar atividades complementares, elaborar e ser aprovado no tcc. dos 266 créditos a serem cumpridos, 42 são de atividades essencialmente extraclasse, fora de sala de aula, ou seja: estágio curricular, atividades complementares e tcc. dos 226 créditos restantes, é importante observar que, a carga horária semanal correspondente pode ser discriminada, com relação à metodologia, entre a carga horária semanal tipicamente expositiva e carga horária dedicada a aulas experimentais, de projetos e aplicações estas somando o correspondente a aproximadamente 68 créditos. o currículo atual contém 252 créditos sendo 228 em sala de aula, aulas expositivas ou experimentais em laboratório. as disciplinas que compõem o currículo do curso são apresentadas a seguir. as mesmas são caracterizadas apenas pelo nome e pelas ementas reduzidas a indicar o conteúdo das mesmas. a caracterização completa dessas disciplinas é estabelecida pelas fichas de caracterização de cada uma delas e pelos planos de ensino. é neste último, da responsabilidade dos professores de cada disciplina, que as orientações e estratégias metodológicas que consubstanciam o ppc aqui proposto. apenas como uma indicação, à frente do nome das disciplinas, entre parênteses, a carga horária semanal de cada disciplina é representada por 2 números. o primeiro indica uma previsão de carga horária de aula expositiva ou com maior ênfase na atuação do professor e, o segundo número corresponde à orientação de que os planejamentos das disciplinas devem incluir, além de aulas expositivas e experimentais, atividades de ensino-aprendizagem centradas no trabalho dos alunos, tais como as de realização de projetos em equipes, de resolução de problemas e outras, incluído atividades extraclasse. apresentamos nas tabelas que seguem, a distribuição das disciplinas conforme os 10 níveis que compõem o perfil do curso, com as respectivas cargas horária. cada um dos níveis é realizado em um dos períodos letivos, os quais têm o início, o fim e a duração previstos no calendário acadêmico da ufscar. além das disciplinas obrigatórias estarem distribuídas nos respectivos níveis, em alguns desses níveis estão indicados os espaços previstos para a realização das disciplinas optativas, do estágio curricular e do tcc. se procura nessa distribuição, tornar a sequência recomendada de disciplinas mais motivadora para o aprendizado do aluno, através da distribuição mais larga das disciplinas, levando algumas de ciências básicas para níveis mais adiantados do curso e algumas das disciplinas profissionalizantes para o início do curso. também é contemplada a preocupação em melhorar as conexões entre as disciplinas, tanto com relação a sequências de conceitos e conteúdos formativos quanto em termos de agrupamentos de disciplinas, evitando dispersão dos temas. os alunos são avaliados a partir de diferentes instrumentos como provas escritas e ou orais, apresentação de seminários, elaboração de trabalhos, monografia, e relatórios e outros, sendo que a avaliação não deve se limitar à realização de provas escritas. de acordo com as normas da ufscar, portaria gr número

1408\_96 os professores devem estabelecer 3 momentos distintos de avaliação ao longo do semestre letivo, indicando no plano de ensino o peso atribuído a cada momento e como procederá ao cálculo da média final. o anexo 1 apresenta uma listagem das disciplinas do novo currículo junto as disciplinas do currículo atual que apresentam conteúdos e objetivos similares. as principais informações relativas à infraestrutura necessária ao funcionamento do curso, disponíveis no dema, são apresentadas no anexo 2. evidentemente, essas correspondem a necessidades específicas da área de engenharia\_de\_materiais. outras condições de infraestrutura são comuns a toda a ufscar. contudo, recomendamos que investimentos sejam feitos nos laboratórios exclusivos de ensino no sentido de permitir que experimentos exclusivamente didáticos sejam realizados. o ensino de graduação do dema possui laboratórios específico para este fim contudo toda a infraestrutura do departamento é intensamente utilizada para apoio ao ensino, seja em experimentos específicos como em aulas demonstrativas. é listado abaixo todos os laboratórios envolvidos neste processo com a infraestrutura disponível. os laboratórios são classificados como uso geral, área de materiais metálicos, área de materiais cerâmicos e área de materiais poliméricos.

\*\*\*\* \*PIM

na ufscar, o curso contemplado pelo edital de modernização do ensino de graduação foi o de engenharia\_de\_materiais, que teve início em 1970 no campus de são\_carlos. pioneiro na américa\_latina, o curso de engenharia\_de\_materiais da ufscar é historicamente reconhecido por sua excelência, e de sua busca por melhorias constantes surgiu o interesse em participar do programa estruturado pela capes em conjunto com a comissão\_fulbright. o projeto recebeu o nome fantasia de movimenta\_materiais, expressando a inquietude e a constante renovação do curso ante a novas necessidades e caracterizando movimentos em diversas frentes educacionais. além disso, é previsto que o movimenta\_materiais continue atuando mesmo após a finalização do pim, se tornando parte do funcionamento do curso. reconhecendo o papel fundamental de outros departamentos sobre o curso de engenharia\_de\_materiais e visando o transbordamento das ações de modernização para outros cursos de engenharia e ciências\_exatas da ufscar, o projeto tem atuado constantemente em conjunto com o ccet da ufscar, tomando o nome de movimenta\_ccet para as ações em nível institucional. no longo prazo, se espera o transbordamento das iniciativas e aprendizados deste projeto para todos os campi e cursos da ufscar. no projeto submetido à capes, foram elencados alguns pontos gerais e específicos a serem desenvolvidos durante a execução da iniciativa, relacionados a: projeto\_curricular\_do\_curso, formação\_docente, aproximação com o setor empresarial e industrial e disseminação da iniciativa. considerando o projeto\_curricular\_do\_curso, a iniciativa de modernização enfatiza a manutenção de uma formação técnica sólida e de excelência em cem, dado o corpo\_docente altamente especializado e a qualidade e interesse dos estudantes, que, aliada a uma formatação clara de objetivos e de competências a serem desenvolvidas, deve resultar em uma visão forte para o futuro do curso. considerando a formação a ser proporcionada, é entendido que é de suma importância desenvolver uma visão crítica pelo estudante sobre como suas atividades profissionais se mostram frente a aspectos sociais, ambientais e econômicos, uma vez que os profissionais formados certamente enfrentarão dilemas envolvendo tais aspectos. além disso, está prevista maior flexibilização no currículo\_do\_curso, dando a oportunidade para que os alunos escolham

alguns pontos de interesse em sua formação. nesse aspecto, está programada a criação de duas trilhas de conhecimento distintas das quais os alunos poderão escolher participar para complementar sua formação. tais trilhas serão compostas por um conjunto de atividades curriculares optativas integradas que desenvolvam um certo conjunto de competências e conhecimentos técnicos. a primeira dessas trilhas de conhecimento foi denominada engenharia\_de\_materiais computacional e prevê o desenvolvimento de conhecimentos mais profundos sobre como a computação pode ser aliada à cem tradicional para facilitar ou, até mesmo, acelerar tarefas comuns. por exemplo, *softwares* de seleção\_de\_materiais, em conjunto com os de simulação\_computacional de processos e desempenho, permitem um incremento ímpar na formação de profissionais de engenharia\_de\_materiais. isto porque, para ajustar os parâmetros de entrada da simulação, é preciso conhecer muito bem aquilo que se pretende avaliar baseado em dados experimentais e casos reais, e então, a partir dos resultados da simulação, se aprende ainda mais com a interpretação dos resultados para aplicar eles na tomada de decisões nos projetos de engenharia. a segunda trilha proposta foi denominada inovação tecnológica e empreendedorismo e busca proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de competências referentes a gestão tecnológica, gestão de negócios e inovação. esta parte do pressuposto de que um conjunto de competências podem ser empregados em qualquer campo\_de\_atuação do engenheiro, seja na criação de uma start\_up, uma spin\_off, ou mesmo no meio corporativo em uma grande empresa; bem como de que as habilidades trabalhadas na educação empreendedora trazem a possibilidade de amadurecimento do profissional nos seus aspectos pessoais, competências, e profissionais. com relação à formação docente, o projeto ressalta a necessidade de agregar mais conhecimentos pedagógicos aos docentes envolvidos com o curso\_de\_graduação em engenharia\_de\_materiais, além de munir eles com uma maior variedade de métodos\_de\_ensino e de avaliação. para tanto, alguns recursos já existentes na universidade são utilizados, e outros tipos de atividades, como workshops e palestras, são propostos de acordo com a necessidade e a disponibilidade dos professores parceiros no exterior. assim, é esperado que a docência seja aprimorada para suportar os objetivos estabelecidos para o currículo do curso. visando uma maior aproximação com o setor empresarial e industrial, ações estão sendo delineadas considerando três estratégias. a primeira delas envolve expandir as atividades de pesquisa em parcerias com empresas, já tradicionalmente realizadas no dema desde o início de suas atividades, aproveitando o credenciamento recente da ufscar como uma nova unidade da embrapii para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação na área de materiais e processos sustentáveis. a segunda envolve a aproximação e troca de experiências entre os alunos do curso de engenharia\_de\_materiais da ufscar e o setor produtivo através da formalização de parcerias com empresas, possibilitando a presença e exposição da marca em eventos internos, e da expansão do dema\_experience. a dema\_experience é uma atividade promovida pela associação de ex\_alunos do curso que convida egressos para ministrarem aulas em determinadas disciplinas, contextualizando os conhecimentos da aula com suas atividades do cotidiano profissional. a terceira e última estratégia é a de despertar o interesse dos alunos pelo empreendedorismo, que ocorrerá através da criação da já mencionada trilha de conhecimento em inovação tecnológica e empreendedorismo. além da experiência acumulada no dema e no ccet, o desenvolvimento desta trilha contará com a extensa experiência de docentes da ufscar na área, além do aconselhamento dos coordenadores do mbi\_pegasus ufscar, cuja trajetória prevê a educação empreendedora em três níveis: auto\_inovação, microempreendedor e

empreendedor corporativo. no que diz respeito à disseminação do projeto e de seus resultados, foi proposto divulgar amplamente os resultados e desenvolver materiais informativos em ambientes digitais, notavelmente em um site dedicado, que se encontra em construção. também foi proposta a elaboração de cursos com aprendizados do projeto para disponibilização no pcca. foi estipulada uma forte presença em congressos da área de cem, como o cbecimat, e da área de educação em engenharia, como o cobenge, para a apresentação e discussão dos resultados do projeto e para ministrar cursos e workshops envolvendo os aprendizados. por fim, a extensa rede de contatos do dema, oriunda de seu pioneirismo na área de engenharia\_de\_materiais, também será utilizada para a promoção e multiplicação dos resultados observados. no primeiro ano do projeto movimenta\_materiais, as atividades foram divididas entre cinco grupos, sob a coordenação de um grupo\_gestor composto pelos coordenadores\_de\_curso de engenharia\_de\_materiais e pelo diretor do ccet. o grupo\_1\_métodos ficou responsável por ações visando a formação docente e a análise e atualização do ppc. ao grupo\_2\_infraestrutura foi atribuída a tarefa de administrar e discutir a destinação dos recursos recebidos. o grupo\_3\_beneficiários ficou encarregado pelos editais e seleção dos assistentes e, após a realização da primeira seleção, passou a contar com a participação dos selecionados. já o grupo\_4\_missões se encarregou dos editais para as missões de trabalho de intercâmbio de docentes. o grupo\_5\_comunicação foi encarregado de relatar as atividades e auxiliar na divulgação das iniciativas, bem como pensar e concretizar estratégias para a ampliação da visibilidade da área de engenharia\_de\_materiais. ao fim deste primeiro ano, foi percebida a necessidade de algumas mudanças, como a separação do grupo\_1\_métodos em duas frentes, devido ao grande número de tarefas, e a criação do grupo\_6\_desempenho\_discente, composto pelos coordenadores\_de\_curso das engenharias, visando estudar estratégias para apoio ao aprimoramento do desempenho discente, como parte do transbordamento das iniciativas do projeto para outros cursos da ufscar. este novo grupo é responsável por analisar os processos e problemas comuns a todos os cursos de engenharia da ufscar, em especial os ligados ao ciclo básico. entre 9 e 11 de março de 2020, o grupo metaa da ufscar promoveu um ciclo de oficinas sobre metodologias\_ativas para 40 docentes do ccet. foram três dias intensos de atividades presenciais para discutir de forma ativa as metodologias de pbl, pjbl e tbl, além de boas práticas para elaborar questões discursivas e a apresentação de diferentes estilos de aprendizagem. após o evento, os participantes foram consultados a fim de avaliar se os temas apresentados os motivaram a incrementar os seus respectivos planejamentos pedagógicos. cerca de metade dos participantes responderam à consulta e, apesar de todos os participantes se mostrarem inclinados a utilizar as metodologias\_ativas introduzidas nas oficinas, uma parcela considerável ainda não conseguia elaborar formas de incluir tais metodologias nas suas disciplinas. a metodologia com maior aceitação entre os docentes foi a tbl, que dentre as três é a que requer menos recursos e alterações no planejamento pedagógico para a sua implementação, além de ser adequada a turmas com muitos alunos. tal resultado aponta para a necessidade de intensificar a troca de experiências entre os docentes e multiplicar os meios de formação a fim de viabilizar a chegada das metodologias\_ativas à sala de aula. uma semana após o ciclo e no início do semestre\_letivo, as atividades\_acadêmicas foram paralisadas devido à pandemia de covid\_19. em nova consulta aos professores participantes, a maior parte afirmou recorrer aos conhecimentos adquiridos no ciclo de oficinas para estruturar suas aulas ao migrar

para o ensino remoto. os principais conceitos empregados pelos professores foram os de diferentes perfis de aprendizagem e boas práticas para elaboração de questões discursivas, com as metodologias ativas aparecendo em segundo plano ou não sendo aplicadas na sua integralidade, pois estas são estruturadas para o ensino presencial. dentre as discussões sobre a melhor maneira de retomar e estruturar o ensino, surgiu a sercet\_2020, evento descrito a seguir. o sercet\_2020 foi um evento proposto pelos coordenadores de curso das engenharias, com participação do corpo docente das engenharias e ciências básicas da ufscar e organizado pelo grupo\_6 desempenho discente e transbordamento. o objetivo principal foi o de informar e formar os docentes do ccet a respeito das inúmeras ferramentas de ensino remoto, plataformas e suas potencialidades, planejamento de atividades, elaboração de conteúdos, técnicas de avaliação e registro de frequência. além dos docentes, a semana contou com a presença dos discentes. tal proposta veio ao encontro da necessidade de a ufscar ofertar disciplinas no formato remoto no ano de 2020 e nasceu do entendimento de que era necessário prover aos docentes momentos formativos para que pudessem realizar tais atividades. assim, um evento com direcionamento ao ensino de ciências exatas e engenharias ganhou grande ressonância dentro do ccet, destacando sua relevância e a articulação com outros eventos sobre o ensino de engenharias promovidos pelo movimenta\_ccet. os impactos da covid\_19 no âmbito social, econômico e sanitário acarretaram transformações em diferentes setores da sociedade e, conseqüentemente, trouxeram um novo olhar para o modelo de ensino remoto. este se torna, além de uma solução para a retomada das atividades remotas, uma grande oportunidade para o estudo de ferramentas alternativas e ou complementares de ensino, aprendizagem e avaliação. neste evento, foram abordadas a evolução do ead, passando pelos moocs, e suas perspectivas para o futuro. com base nas necessidades e experiências impostas pelo cenário atual, relacionadas a esse método de ensino relativamente novo, se nota que a tendência é que o sistema de ensino remoto, que vem ganhando força, se articule ao ensino presencial em um mesmo curso de graduação. a sercet\_2020 fez parte das celebrações dos 50 anos da ufscar, a pequena notável, bem como dos 50 anos do curso de engenharia de materiais da ufscar, o que coincide com os 50 anos da cem no brasil e em toda a américa latina. com a publicação das dcns no início de 2019 pelo cne, uma discussão acentuada acerca do tema surgiu, e diversos atores envolvidos se mostraram dedicados a esse debate, desde atores da indústria, participantes por meio da cni e outras instituições; outros dedicados ao ensino de engenharia, por meio da abenge; passando por atores que participam do credenciamento e regulação de atuação através do crea; até as próprias universidades. este cenário gerou oportunidades de reflexão aprofundada sobre como reformular os currículos de engenharia no âmbito da revolução da indústria 5.0, que emerge em uma sociedade altamente digitalizada e de rápida comunicação, focada na resolução de problemas e criação de valor, diversidade, descentralização, resiliência e sustentabilidade. adicionalmente, como forma de integrar metodologias ativas de ensino aprendizagem para que o aluno tenha maior protagonismo em sua formação, em uma alteração de formação com base em conteúdo para formação por competências, se deve considerar o alto grau de inovação e de desenvolvimento contínuo do campo de ação da engenharia, além de contemplar uma maior capacidade dos alunos sobre empreender em um ambiente econômico cada vez mais dinâmico. algumas iniciativas e discussões sobre como implementar as novas dcns surgiram no âmbito dos cursos de graduação do ccet, buscando observar experiências externas e reflexões próprias à

realidade da ufscar. nesse sentido, o departamento e o curso de engenharia\_civil e o movimenta\_ccet se uniram para que essas discussões pudessem ser ampliadas e a reflexão pudesse abraçar todos os cursos de engenharia do ccet. assim, uma sequência de webinários sobre as novas dcns começaram a ocorrer em meados de 2020, com o propósito de reunir a comunidade do ccet em uma imersão no debate sobre como atuar mediante as novas diretrizes e como pensar o processo de reformulação curricular, aproveitando as experiências externas e verificando como as oportunidades locais e a realidade do ccet permitiriam alcançar tal objetivo. a proposta vai além de uma sequência de webinários, com um resultado intermediário na forma de um documento produto desses momentos de interlocução, que possa servir de guia aos departamentos e cursos do ccet envolvidos na discussão. tais mudanças propostas vão ao encontro de vários propósitos de modernização dos cursos de engenharia e permitirão uma conjugação entre as ações do movimenta\_ccet, na proposta do transbordamento, com as experiências vivenciadas no exterior pelo movimenta\_materiais, e a necessária reformulação com dcns. tal engajamento, interno ao ccet, que busca a criação de espaços de trocas e a construção de currículos acadêmicos mais enriquecidos, permitirá uma sequência de ações articuladas em torno da inovação e modernização propostas pelo pim. em relação às missões aos eua, após processo de seleção, docentes e assistentes foram alocados em dois grupos. o primeiro, chamado de pmg\_study\_tour, contou com a participação de dois docentes do curso de engenharia\_de\_materiais. o pmg\_study\_tour foi uma iniciativa da comissão\_fulbright, capes e embaixada\_americana para visitas a instituições nos eua com notória atuação em diversos temas de interesse do programa. já o segundo grupo de assistentes e docentes se dedicou, juntamente aos grupos\_3 e grupo\_4, à prospecção de instituições, centros e grupos de pesquisa e difusão de destaque no ensino\_aprendizagem na graduação. ressaltamos que, em sua fase inicial, o projeto de modernização tem um caráter mais abrangente e de planejamento, de modo a se reunir informações, analisar e estudar os principais processos e metodologias em execução nos eua, e os comparar com as necessidades e realidades nacionais, em especial às do dema ufscar. embora de curta duração, entre 15 e 60 dias, as missões foram acompanhadas pelos gestores durante toda a sua execução, de forma que se pudesse intensificar as experiências e contornar possíveis dificuldades no decorrer do processo. outra fundamental estratégia dos profissionais, docentes e assistentes, em missões nos eua foi a posterior vinculação destes às equipes de trabalho do projeto, por pelo menos 1 ano após a volta ao país. esse procedimento teve como objetivo a incorporação dos aprendizados adquiridos nos eua, além da consolidação de um relacionamento mais ativo e perene com as instituições norte\_americanas. por outro lado, com o advento da situação de pandemia de covid\_19, os intercâmbios presenciais de profissionais entre brasil e eua foram paralisados, o que se deve prolongar até o final do primeiro semestre de 2021, quando se espera uma normalização por imunização. de modo a não deixar que os esforços de interação entre os grupos no brasil e eua sejam mitigados, está em processo de organização uma série de workshops, seminários e palestras isoladas de profissionais norte\_americanos por meios virtuais, baseados nos temas iniciais de interação. ainda em relação às viagens que puderam ser concretizadas, foram elencados pontos comuns das missões realizadas que evidenciaram o que poderia ser trazido para a realidade da ufscar. após o término das missões, docentes e assistentes participaram de ciclos de palestras para apresentar as primeiras reflexões acerca das experiências adquiridas para toda a

comunidade universitária, formando importantes fóruns de discussões temáticas. dentre elas, se destacam as iniciativas que visam o ensino focado no aluno, notoriamente com o uso de metodologia ativas, por exemplo, *inquiry\_based\_learning*, *expeditionary\_learning*, *differentiated\_instruction\_and\_assessment* etc., tendo o discente como o agente fundamental da sua própria aprendizagem. além disso, foram recorrentes reflexões sobre o empreendedorismo, visando a diminuição do hiato entre os conhecimentos tecnológicos e acadêmicos e a sociedade; aspectos sociais, com o melhor entendimento das características geracionais dos discentes e suas correlações com a comunidade acadêmica, além da importância da inclusão das diversas populações historicamente excluídas no ambiente universitário e as vantagens da diversidade cultural e social; bem como sobre as competências a serem trabalhadas, sendo estas habilidades comportamentais e de comunicação primordiais para o trabalho colaborativo em equipe, visadas no mercado\_de\_trabalho. outro importante aspecto evidenciado é o uso de novas tecnologias, classificado em dois grupos. o primeiro é o uso da tecnologia como ferramenta de aprendizado, como no uso de salas inteligentes e sistemas pessoais de resposta clickers ou através de aplicativos acionados pelos celulares. o segundo grupo consiste na tecnologia como foco de estudo em si, como o aprendizado de linguagens de programação, *machine\_learning*, uso de programas de simulação, robótica, dentre outros. por último, mas não menos importante, se destaca a importância dos professores assistentes, pós-graduandos que auxiliam no ensino, garantindo que os alunos obtenham o máximo benefício das atividades de aprendizagem, de acordo com o planejamento do docente responsável. em geral, como a diferença geracional é menor entre discentes e professores assistentes, além da comunicação mais informal, o ambiente de ensino-aprendizagem se torna mais amigável e otimizado, além do processo auxiliar na formação dos pós-graduandos para atuarem futuramente como docentes. mais um ponto que merece registro e destaque são os chamados espaços maker ou fab\_labs, onde se reúnem num mesmo espaço físico equipamentos, o suporte técnico e uma organização que permite ao estudante a execução de um projeto, além do contato dos estudantes com projetos de engenharia já a partir do primeiro ano, levando à aplicação do conceito de engenharia mão\_na\_massa. cabe aqui salientar que um foco de estudo nas missões aos eua era o uso metodologias\_ativas no ensino de engenharia, que no contexto do distanciamento\_social não puderam ser colocadas em prática como planejado. desta forma, os estudos nessa temática continuam para se otimizar futuramente o ensino\_presencial, mas, durante a pandemia, o esforço está concentrado na adaptação dessas metodologias para sua aplicação nos períodos letivos enpe que estão ocorrendo em 2020 na ufscar, com uso muito mais expressivo das tecnologias digitais de informação e comunicação. uma das propostas do movimenta\_ccet, para a atuação no ccet, é viabilizar o transbordamento das experiências adquiridas pelo movimenta\_materiais para outros cursos de engenharia, ciências\_exatas e áreas do conhecimento correlacionadas na ufscar, conforme previamente colocado. para que esse movimento ocorra, são necessárias tanto uma disposição e a participação dos cursos para construírem uma proposta inovadora de modernização dos currículos, quanto a identificação de problemas e de discussões presentes em pautas internas da própria universidade, e pautas externas, do mercado\_de\_trabalho, da sociedade e dos órgãos reguladores e avaliadores dos cursos. a convergência para que um grupo de trabalho do ccet possa discutir esses pontos não é uma tarefa simples e uma condução guiada e com ação efetiva dos atores se torna, portanto, um desafio que deverá conduzir a um processo de enriquecimento acadêmico

dos cursos de graduação. algumas discussões em torno de dificuldades e pautas internas dos cursos de graduação em exatas e engenharias transcorriam na ufscar no ano de 2019, porém sem uma articulação que envolvesse um objetivo maior para transformação mais ampla dos cursos. tais movimentos, então dispersos, acabaram configurando uma excelente oportunidade para o trabalho de transbordamento que o movimento ccet estava propondo. essa oportunidade se concretizou na união de um grupo de coordenadores de cursos de engenharia do ccet que, estimulados por dificuldades crescentes que os cursos vinham apresentando, iniciaram discussões e tentativas de encaminhamentos para a melhoria do ambiente acadêmico e curricular para os estudantes destes cursos. inicialmente, os principais pontos de discussões giravam em torno do crescente número de reprovações em disciplinas; do agravamento de problemas relativos à saúde mental e a sofrimento psicológico dos discentes; falta de contextualização e integração dos conteúdos de disciplinas básicas com áreas específicas das engenharias; limitação das ofertas de vagas em disciplinas; emprego de metodologias de ensino restritivas e pouco inovadoras pelos docentes; além da falta de monitoramento sobre o progresso do aluno ao longo da vida acadêmica. tais discussões começaram a ocorrer entre os cursos e logo os departamentos envolvidos foram sendo posicionados e trazidos para dentro delas, em espaço de diálogo e moderação fomentado pelo ccet, o que, por um lado, permitiu iniciativas para dar vazão a certas necessidades dos cursos e, por outro, fez com que as discussões que emergiram inicialmente pudessem ser aprofundadas, gerando novos debates e propostas de encaminhamento. ao final do ano de 2019, o grupo gestor do movimento criou o g6, denominado grupo de desempenho discente e transbordamento, que, para além de transbordar as experiências de modernização vivenciadas pelo movimento materiais, busca tratar destas dificuldades identificadas pelas coordenações de cursos internamente à ufscar. aliado a isso, outras demandas crescentes emergiram a partir do cenário externo, como a implementação das novas dcns para os cursos de engenharia, a internacionalização dos cursos, as discussões ampliadas com todos os departamentos do ccet para reformulação dos currículos, os desafios criados pela necessidade do ensino remoto no contexto da pandemia de covid\_19, bem como oportunidades de ensino híbrido, presencial e remoto. todas essas propostas tiveram encaminhamentos concretos ao longo do ano de 2020, com uma experiência inovadora de aplicação coordenada da disciplina de cálculo\_1 para engenharias por um grupo de professores do dm; projeto de acolhimento e acompanhamento dos alunos ingressantes, calouros; a série de webinários sobre as novas; propostas de ampliação de dupla diplomação dos cursos de graduação, por meio de convênios com instituições estrangeiras; e a realização da sercet. dessa forma, considerando o objetivo de transbordamento da iniciativa do movimento materiais para os demais cursos de graduação da ufscar, especialmente outros cursos de engenharia e outros vinculados ao ccet, está prevista a multiplicação das ações em âmbito próprio de cada curso, sendo então denominadas como movimento produção, para o curso de engenharia de produção, movimento química, para o curso de química, e assim por diante. inspirado em anseios da coordenação de curso de engenharia de materiais, nas novas dcns, no instrumento de avaliação de cursos do mec e na missão pmg\_study\_tour, foi idealizado um projeto de acolhimento aos calouros de 2020. o objetivo do projeto é auxiliar a transição dos ingressantes do ensino médio à universidade, promovendo a sensação de pertencimento ao ambiente universitário por meio de encontros com docentes dos cursos de engenharia, do fortalecimento dos vínculos com seus colegas, com o departamento e,

consequentemente, com a universidade. a engenharia\_de\_materiais \_ ufscar tem uma taxa de evasão de cerca de 20 por cento, o que pode ser considerado um índice baixo para um curso de engenharia. é evidente a concentração da evasão nos três primeiros períodos do curso, ainda mais considerando aquelas ocorrências vinculadas ao desempenho e ao cancelamento da matrícula, sugerindo dificuldades dos alunos na adaptação ao ambiente universitário. nesse sentido, o projeto de acolhimento se mostra como uma importante ferramenta para iniciar o combate à evasão do curso. o projeto contou com a co\_criação e participação direta da equipe do deas da ufscar e dos alunos veteranos do curso de engenharia\_de\_materiais, através do cama e de alguns assistentes do pim. uma dinâmica denominada sacudir para derrubar foi inicialmente realizada em três sessões com um grupo de discentes dos cursos das engenharias\_de\_materiais e de engenharia\_de\_produção para levantar a jornada\_do\_aluno no primeiro ano na universidade. o projeto foi idealizado para ser realizado na modalidade presencial, sendo um encontro mensal tutorado por 2 docentes da engenharia\_de\_materiais para grupos de até 10 alunos ingressantes e seus respectivos padrinhos. aqui, é importante mencionar não apenas a co\_criação do projeto com os alunos veteranos da engenharia\_de\_materiais, mas também a participação direta dos mesmos no acolhimento dos calouros, que também apadrinharam seus colegas ingressantes. como mencionado, o projeto foi idealizado para ser realizado no formato presencial, mas, devido à pandemia da covid\_19, está sendo redimensionado para que ocorra no formato remoto, através do google\_meet e outras ferramentas. os 4 primeiros temas foram elencados para 4 encontros virtuais durante o primeiro período do ensino\_remoto na ufscar, enpe. todos os docentes voluntários e discentes, calouros e padrinhos, se encontrarão para uma sessão de cerca de 20 minutos sobre o tema do encontro e, na sequência, se dividirão em grupos menores para a criação de um espaço seguro de partilha, onde todos tenham privacidade e possam se sentir à vontade para compartilhar suas dificuldades daquele período. este projeto está nucleando uma nova iniciativa a ser desenvolvida com os alunos veteranos, na qual serão trabalhadas outras habilidades pessoais, ou competências, de forma a melhor preparar os alunos para a vida profissional. esta iniciativa estará permeada à trilha de empreendedorismo que se deseja estabelecer na matriz\_curricular do curso de engenharia\_de\_materiais , que envolve o intra empreendedorismo como ponto de partida para o micro empreendedorismo , startup, spin\_offs, e o empreendedorismo corporativo, conforme já mencionado. no contexto de atividades remotas, o acolhimento dos alunos ingressantes contou também com um projeto idealizado e executado entre maio e julho de 2020 pelos alunos de graduação das três principais atividades extracurriculares do dema ufscar: o cama, a materiais\_jr e o jornal a matéria. o projeto foi nomeado se liga, bixo, como são conhecidos os calouros na ufscar, e as atividades consistiram na produção e divulgação de textos informativos sobre o curso e em encontros virtuais semanais para a apresentação e discussão de temas referentes à vida acadêmica e na profissão em engenharia\_de\_materiais. o foco foi para os calouros recém ingressados na universidade e no curso, que tiveram pouco ou nenhum contato com o departamento, docentes, técnico\_administrativos e colegas de graduação e pós\_graduação, devido à paralisação das atividades presenciais decorrente da pandemia de covid\_19. os encontros foram divulgados para toda a comunidade do dema e contaram também com a participação de veteranos. os textos e gravações dos encontros online se encontram disponíveis nas páginas de redes sociais dos grupos estudantis responsáveis. assim, serão utilizados também para atividades de acolhimento e integração nos anos seguintes. o estímulo à participação

de mulheres nos cursos de ciências exatas e tecnológicas tem sido tema de debate há algum tempo a nível mundial. o `gender_global_gap_report_20173`, publicado pelo wef, traz em seu prefácio que para construir economias futuras que sejam ambas: dinâmicas e inclusivas, devemos assegurar que todos tenham oportunidades iguais. quando mulheres e meninas não são integradas, tanto como beneficiárias como formadoras, a comunidade perde habilidades, ideias e perspectivas que são pontos críticos para enfrentar os desafios globais e aproveitar as novas oportunidades. assim, o estímulo à participação das mulheres na oferta de soluções para os problemas mundiais tem crescido ano a ano. desta forma, a nossa comunidade tem se organizado para contribuir com este debate e criar espaços de acolhimento e discussão das questões entre as mulheres e outras minorias dos cursos de engenharia da ufscar, extensivo num futuro breve às discentes dos cursos de exatas como um todo. o objetivo é criar propostas que promovam o fortalecimento das mulheres discentes dos nossos cursos e estratégias para a divulgação da participação das mulheres nas áreas de exatas, estimulando assim meninas para que optem por profissões de acordo com suas verdadeiras aptidões e não de acordo com estereótipos sociais. assim, o grupo `mulheres_na_engenharia` foi tema da missão da assistente do pim `bruna_scanavachi` nos eua e com a participação de alunas e ex\_alunas da `engenharia_de_materiais` está sendo criado um núcleo de `avaliação_internacional` da swe. vale ressaltar que um número crescente de empresas tem reconhecido o importante papel de mulheres para o desenvolvimento e crescimento de suas corporações. são empresas que promovem a inclusão da diversidade em seu quadro de funcionários e reconhecem as suas contribuições não apenas no ambiente de trabalho, mas na produtividade das empresas como um todo. a existência destes espaços conecta as mulheres recém\_formadas com os seus futuros empregadores, que muitas vezes afirmam ter dificuldade em encontrar os talentos femininos para preencher uma vaga de emprego com a rapidez exigida. o minicurso `gestão_de_carreiras` para `engenheiros_de_materiais` foi idealizado e realizado em conjunto com a `coordenação_de_curso` e do cama. o minicurso contou com 80 inscrições de alunos de todos os anos da graduação, com destaque para uma participação expressiva dos alunos com perfis dos dois primeiros anos. as atividades foram divididas em 9 encontros online semanais, com duração de 1 hora cada, que foram gravadas e disponibilizadas em nuvem para consulta posterior. ao final de cada um dos 8 primeiros encontros, os alunos tinham como tarefa proposta procurar informações de boa qualidade sobre cada tema, fazer uma análise a ser compartilhada com os colegas, ou mesmo exercitar a elaboração de uma parte de seus currículos. antes do encontro da semana seguinte, o compilado das respostas era disponibilizado aos participantes para consultas futuras. o último encontro contou com a participação de ex\_alunos de graduação e pós\_graduação em `engenharia_de_materiais` da ufscar representando os perfis industrial, corporativo, acadêmico, pesquisador e empreendedor, que permitiu aos participantes o contato com diferentes histórias de carreiras e suas mudanças de planos e caminhos profissionais. o feedback do evento foi bastante positivo com a perspectiva de se tornar uma atividade a ser realizada novamente nos próximos anos. na ufscar, disciplinas podem ser ofertadas como uma aciepe, atividades eletivas que buscam estreitar a relação entre a universidade e a sociedade por meio de projetos que envolvem a participação de professores, servidores técnico\_administrativos e estudantes. em 2019, foi criada como aciepe a disciplina: `estudantes embaixadores` do curso de `engenharia_de_materiais` da ufscar, sendo a atividade ofertada pela

primeira vez no segundo semestre do mesmo ano. tal disciplina tinha como objetivo capacitar os estudantes participantes para atividades de divulgação científica e profissional envolvendo o escopo de atuação de formados em engenharia de materiais, para que pudessem fazer visitas em escolas de ensino médio, preferencialmente aquelas onde os próprios alunos cursaram o ensino médio, visando uma divulgação do curso. dessa forma, os participantes da aciepe conseguiram divulgar a profissão em engenharia de materiais ao público pré-vestibular em uma linguagem acessível e próxima à realidade desses estudantes. o movimento de materiais, pim do ensino de graduação em engenharia de materiais da ufscar, trouxe nova dinâmica tanto para o curso de engenharia de materiais quanto para a comunidade do ccet ufscar, com um transbordamento natural de todas as suas atividades. embora o curso de engenharia de materiais tenha sido tradicionalmente reconhecido como de excelência, avanços importantes foram notados no que diz respeito às novas práticas pedagógicas utilizando metodologias ativas de ensino, agora traduzidas para o ensino remoto, integração curricular e implementação de novas trilhas de aprendizagem no ppc da engenharia de materiais. assim, docentes dos cursos de engenharia têm saído de sua zona de conforto para entender o seu papel neste processo de modernização do curso, num mundo em transformação cada vez mais exigente, cuja participação das habilidades e competências dos engenheiros se faz primordial. as interações com as universidades americanas, através do pmg study tour ou das missões docentes e assistentes, inspiraram muitas propostas que trarão importantes contribuições não apenas para a modernização do curso, mas para a formação integral dos nossos engenheiros, facilitando a discussão e a implementação das novas dcns. esta interação inspirou todas as atividades transformadoras descritas ao longo deste capítulo e ressaltamos aqui que é apenas o começo, sendo o segundo de oito anos de projeto. até o final do ano de 2020, duas metas principais se colocam para o movimento de materiais: o planejamento das trilhas de inovação tecnológica e empreendedorismo e de engenharia de materiais computacional, e a formação do conselho consultor. o planejamento das trilhas envolve a definição de disciplinas ou atividades extracurriculares obrigatórias e optativas de cada trilha, seus planos de ensino e a definição de docentes responsáveis, assim como de áreas de apoio e de recursos físicos e humanos. como o curso de engenharia de materiais da ufscar já possui suas ênfases por áreas de conhecimento, materiais metálicos, materiais cerâmicos e materiais poliméricos, as novas trilhas devem se integrar ao currículo básico e profissionalizante sem penalizar a proposta de sólida formação técnica esperada aos egressos do curso. por fim, como previsto na proposta inicial de organização e gestão do projeto, o conselho consultor será formado por egressos e profissionais de referência em diferentes áreas de atuação em engenharia de materiais no brasil. cientes das demandas de competências desejáveis para os profissionais recém-formados e mais próximos dos desafios corriqueiros da profissão, se espera que os membros desse conselho sejam ativos em contribuir com propostas e na implementação de melhorias no curso de graduação. através dos mesmos, também se espera promover a aproximação com o setor produtivo, empreendedor e de excelência em pesquisas industriais e acadêmicas, que serão fundamentais para a formação dos alunos atuais, oportunidades para os egressos e a manutenção da excelência da engenharia de materiais e da ufscar.