



# UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

MESTRADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

ROSANA DE ALMEIDA NASCIMENTO

ELEMENTOS INTERVENCIONISTAS AO PROCESSO  
DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA MELHORIA DA  
QUALIDADE DOS CURSOS DE ENGENHARIA DE  
CONTROLE E AUTOMAÇÃO.



**PEI**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI  
SALVADOR  
2021

ROSANA DE ALMEIDA NASCIMENTO

**ELEMENTOS INTERVENCIONISTAS AO PROCESSO DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM PARA MELHORIA DA QUALIDADE DOS CURSOS DE  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Industrial.

Área de concentração: Desenvolvimento sustentável de processos e produtos.

Orientador: Prof. Dr. Márcio André Fernandes Martins

**SALVADOR – BAHIA**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

de Almeida Nascimento, Rosana

Elementos Intervencionistas ao Processo de Ensino-aprendizagem para Melhoria da Qualidade dos Cursos de Engenharia de Controle e Automação. / Rosana de Almeida Nascimento. -- Salvador, 2021.

71 f. : il

Orientador: Márcio André Fernandes Martins.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial) -- Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2021.

1. Qualidade dos cursos de engenharia. 2. Abordagem mista de ensino. 3. Elementos do processo de ensino-aprendizagem. I. André Fernandes Martins, Márcio. II. Título.

**“ELEMENTOS INTERVENCIONISTAS AO PROCESSO DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM PARA MELHORIA DA QUALIDADE DOS CURSOS DE  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO”.**

**ROSANA DE ALMEIDA NASCIMENTO**

Dissertação submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Industrial.

Examinada por:



Prof. Dr. Milton Ferreira da Silva Junior

Doutor em Educação, pela Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2006



Prof. Dr. Ricardo de Araújo Kalid

Doutor em Engenharia Química, pela Universidade de São Paulo, Brasil, 1999



Prof. Dr. Marcio André Fernandes Martins

Doutor em Engenharia Química, pela Universidade de São Paulo, Brasil, 2014

Salvador, BA - BRASIL  
Junho/2021

## AGRADECIMENTOS

Entre a finalização de um ciclo de 10 anos no polo petroquímico de Camaçari e o começo de um ciclo no mestrado acadêmico do PEI-UFBA, eu me tornei MÃE. Neste marco, me vêm à consciência os meus extremos, com grandes dificuldades de diálogo.

De um lado determinações, normas rígidas, espaços limitados, horários e horizontes curtos. Do outro, uma variedade de caminhos, tempo aparente para criar, rotinas ajustáveis e a responsabilidade grande de fazer escolhas, sendo mãe.

Meus dois maiores valores não se aquietavam no mesmo espaço e me percebi cindida.

Ordem e Criatividade.

Masculino e Feminino.

Pai e Mãe.

Pensar e Sentir.

Pragmatismo e Filosofia.

Engenharia e Educação.

Mas Athena é tecelã, avó aranha que fia, e com ela eu integro a minha história, pano de fundo desta dissertação, que nasce filha da integração dos meus polos. Integração que foi possível graças ao trabalho de uma forte rede de apoio, presencial e a distância e ao resgate da minha presença EU SOU.

E EU SOU toda GRATIDÃO:

Aos meus ancestrais por toda nutrição e ancoramento e à Divina Presença EU SOU, pela conexão e inspiração.

A meu pai, Luciano, em essência, pela energia criativa e pela coragem de inovar, de recomeçar.

À minha mãe, Rosário, por todo amor e cuidado, sobretudo pelo cuidado amoroso com meu filho, me permitindo o afastamento com segurança e tranquilidade, para trabalhar na dissertação. Por ter me ensinado sempre sobre a importância da disciplina e da fé como base para tudo o que eu quisesse construir.

Ao meu esposo, Gustavo, pela gentileza de cada dia, por aguentar tanto, por todo amor e, sobretudo pela confiança em mim, mesmo sem entender minhas escolhas, minha dinâmica.

Ao meu filho, Gabriel, pelo cheiro doce, pelas palavras de incentivo, pelo amor incondicional e pela torcida para essa finalização. Agora poderei construir aquela cabana gigante em seu quarto, filho, como prometi.

Ao meu irmão, Durval, pela disponibilidade de sempre, para mim e para meu filho; e à minha cunhada, amiga, parceira e coach, Julini, sempre próxima, me ouvindo, e que me ajudou tanto no desembaraço de valores e no encorajamento para sonhar e acreditar.

Ao campo DEP (Dinâmica Energética do Psiquismo) por me mostrar tanto de mim, por me ensinar sobre religião e sobre recursos de permanência e transcendência.

E ao universo, por me enviar pessoas tão especiais, como o meu orientador Marcio, tão gentil e motivador, sempre oferecendo borda e diálogos construtivos, com respeito por meu espaço e pela minha expressão nessa produção; meu vizinho Jorge, que caiu de paraquedas no meu andar e me trouxe tanto sobre pedagogia; à Vera Montano, cujas colocações, fortes e assertivas sobre mim sempre ecoam e ecoam, até que ressoam e me salvam de ribanceiras internas; às minhas irmãs de alma, Ane e Débora, por me lembrarem quem sou quando me perco, me dando abrigo físico e emocional, mesmo quando eu não peço.

Por tanto, por tudo, Gratidão, DEUS!

“Onde está a sabedoria que nós perdemos no conhecimento?  
Onde está o conhecimento que nós perdemos na informação?”

Thomas Stearns Eliot

NASCIMENTO, Rosana de Almeida. Elementos intervencionistas ao processo de ensino-aprendizagem para melhoria da qualidade dos cursos de engenharia de controle e automação. 71 f. il. 2021. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

## RESUMO

Este trabalho busca avaliar quesitos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem para melhoria da qualidade no ensino de engenharia de controle e automação. Inicialmente são analisados os resultados do ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes) para os cursos de engenharia de controle e automação do Brasil, a fim de identificar deficiências sistêmicas nos cursos que possam indicar direções para o trabalho de melhoria. Essa vertente da engenharia foi escolhida em virtude do cenário recente de integração de tecnologias habilitadoras nas linhas de produção de processos contínuos e discretos, o chamado advento Indústria 4.0. As análises estatísticas dos dados revelaram que não há diferença no desempenho dos cursos do Brasil, mesmo aqueles intitulados de excelência pelo conceito 5 obtido no exame. Além disso, os resultados sugerem deficiências como a dissociação entre teoria e prática, lacunas de aprendizagem no ciclo básico e a dificuldade de abordar os conteúdos técnicos no contexto social e da engenharia. De onde conclui-se que a utilização das chamadas metodologias ativas-cooperativas se apresenta como uma solução em potencial para as carências apontadas. Para entender melhor sobre a utilização dessas metodologias, é feito um levantamento bibliográfico de trabalhos que abordam desafios e limitações da sua utilização, a partir dos quais são construídos argumentos a favor da adoção de uma abordagem mista nos cursos, considerando desde o modelo mais clássico até os métodos pedagógicos que legam maior autonomia ao aluno em seu processo de aprendizagem. Esses argumentos são construídos a partir de elementos como a estrutura cognitiva humana, os objetivos educacionais e os estilos de aprendizagem, e trazem reflexões quanto à rigidez na escolha das abordagens em sala. Com a identificação de uma proposta de reforma do ensino na engenharia usando estratégias mistas, a última parte do trabalho chama a atenção para elementos coadjuvantes a essas estratégias utilizadas em sala, componentes da matriz complexa envolvida no processo de ensino-aprendizagem. A cultura organizacional, o currículo do curso, a afiliação do estudante, a capacitação do professor e os programas de avaliação são explorados de modo a trazer o contexto de cada um desses tópicos na engenharia, e por fim ações são propostas para os cursos de controle e automação.

Palavras-chave: Qualidade dos cursos de engenharia; abordagem mista de ensino; elementos do processo de ensino-aprendizagem



NASCIMENTO, Rosana de Almeida. Teaching and learning process acting improving the quality of control and automation engineering courses. 71f. il. 2021. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

## ABSTRACT

This work seeks to evaluate issues related to the teaching and learning process to improve the quality of control and automation engineering courses education. Initially the grades and outcomes of ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes) for control and automation engineering courses are analyzed in order to identify common flaws and possible ways to upgrade these courses. The choice for control and automation engineering was made because of the actual context about industry 4.0, which is directly related with this area. Statistical analysis revealed that there is no difference among the courses in Brazil, even those entitled to excellence according to the concept 5 obtained in the exam. Furthermore, results suggest some difficulties as the distance between theory and practices, learning gaps in the basic cycle of the course and the challenges related to the subject with the real engineering context problems. Thenceforth the active and cooperative methodologies appear as a potential solution to these issues. Some studies are explored to better understand these innovative methodologies with their challenges and limitations. Some points guide to adopt mixed methodologies, which considers traditional and innovative techniques working together. These points are constructed from three key elements such as the human cognitive architecture, the educational objectives and the learning styles. They bring some reflections about inflexible choices while preparing classes and courses. The last part of this research shows important components supporting these strategies used in the classroom. All of them are part of the complex matrix involved in the teaching and learning process. This part of the work highlights the context of organizational culture, curricula, student affiliation, teacher training and assessment programs to the control and automation engineering courses. It also explores their roles and proposes some actions to work with them.

**Key words:** Engineering curses quality; mixed methodology; teaching and learning matrix components.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Histograma das notas ENADE para os cursos de ECA do Brasil nas edições 2014, 2017, 2019.....	23
Figura 2 - Quantidade de Cursos de ECA no Brasil e a nota média do ENADE por edição .....	24
Figura 3- Nota média bruta ENADE nas edições 2014, 2017, 2019 para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA.....	24
Figura 4- Nota média de FG nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA .....	26
Figura 5- Nota média de CE nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA.....	26
Figura 6- Nota média NCB-CE nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA.....	27
Figura 7 - Nota média NCP-CE nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA .....	28
Figura 8 - Ilustração da estrutura cognitiva humana pelo modelo espacial.....	32
Figura 9-Associação da taxonomia de Bloom com os tipos de metodologia utilizados em sala .....	35
Figura 10- Ilustração do modelo de Kolb (1984) para os estilos de aprendizagem.....	36
Figura 11- Ilustração do modelo de Felder para os estilos de aprendizagem.....	38
Figura A1: Código dos cursos da UFBA e de conceito 5 ao longo dos anos 2014, 2017 e 2019.....	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Objetos de conhecimento avaliados na sessão NCB da componente específica da prova do ENADE para os cursos de ECA.....	27
Quadro 2- Objetos de conhecimento avaliados na sessão NCP da componente específica da prova do ENADE para os cursos de ECA.....	29
Quadro 3- Análise para articulação dos núcleos do curso de engenharia, segundo critérios propostos	39

## LISTA DE SIGLAS

ABENGE – Associação Brasileira de Engenharia

BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul

CAA – Comissão Assessora de Aula

CE – Componente Específica

CES – Câmara de Educação Superior

CLP – Controlador Lógico Programável

CNE – Conselho Nacional de Educação

DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

ECA – Engenharia de Controle e Automação

ECH – Estrutura Cognitiva Humana

ENADE – Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

FG – Formação Geral

IES – Instituição de Ensino Superior

IGI – Índice Global de Inovação

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

MAC – Metodologias Ativas Cooperativas

MEC – Ministério da Educação

NCB – Núcleo de Conteúdos Básicos

NCP – Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes

OC – Objetos de Conhecimento

OIC – Observatório de Inovação e Competitividade

PBL – Problem Based Learning

PID – Proporcional Integral Derivativo

PPPC – Projeto Político e Pedagógico de Curso

SINAES – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior

UFBA – Universidade Federal da Bahia

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO .....	15
I.1. Contextualização do trabalho.....	15
I.2. A humanização da engenharia .....	16
I.3. Objetivos do trabalho.....	18
I.3.1. Objetivo geral .....	18
I.3.2. Objetivos específicos.....	18
I.4. Estrutura da dissertação .....	18
I.5. Publicações .....	19
CAPÍTULO II – ANÁLISE DE RESULTADOS DO SINAES .....	20
II.1. SINAES .....	20
II.1.1. Revisão da literatura.....	21
II.2. Resultados e discussão.....	22
II.2.1. ENADE .....	22
II.2.2. Conceito ENADE.....	23
II.2.3. Componentes do ENADE .....	25
II.3. Considerações finais.....	29
CAPÍTULO III–CONTRAPONTO À UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS- COOPERATIVAS .....	30
III.1. Referencial teórico .....	30
III.1.1. Estrutura cognitiva humana .....	31
III.1.2. Objetivos educacionais .....	33
III.1.3. Estilos de aprendizagem.....	35
III.2. Análises .....	38
III.3. Considerações finais.....	41
CAPÍTULO IV – FATORES INTERVENIENTES DO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM.....	42
IV.1. Introdução.....	42
IV.2. Fatores complementares para o processo de ensino-aprendizagem .....	43
IV.2.1. Curso.....	43
IV.2.2. Currículo .....	46
IV.2.3. Avaliação.....	48

IV.2.4. Professor .....	51
IV.2.5. Aluno .....	53
CAPÍTULO V – CONCLUSÃO.....	56
V.1. Limitações e recomendações para trabalhos futuros .....	57
REFERÊNCIAS .....	59
APÊNDICE A - Passos metodológicos para execução da análise estatística.....	69

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

### I.1. Contextualização do trabalho

A colocação de profissionais de engenharia no mercado de trabalho tem sido tópico de debates desde a década de 2000 (LINS et al. 2016), quando setores relacionados à produção científica, ao desenvolvimento tecnológico, aos processos industriais e à educação comunicavam uma possível falta de profissionais de engenharia no mercado (SALERNO et al. 2014, OLIVEIRA et al. 2012).

Alguns estudiosos fizeram levantamentos a respeito da formação de profissionais de engenharia e constataram que, especialmente a partir de 2000, o aumento do número de cursos de engenharia foi bastante acentuado, quando comparado a outras áreas do ensino superior (SALERNO et al. 2014). Entretanto, o relatório mais recente do Observatório de Inovação e Competitividade da Universidade de São Paulo (OIC) aponta uma queda na contratação desses profissionais, desde 2011, mesmo com aumento contínuo do número de graduados (LINS et al. 2016).

A engenharia é uma das áreas de grande relevância para o desenvolvimento tecnológico, para a inovação e para o crescimento econômico. Entretanto, dentre os países do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), o Brasil é o penúltimo da lista, à frente somente da África do Sul, tanto em publicações na área de tecnologia, quanto no depósito de patentes (OLIVEIRA et al. 2012, FERNANDES et al. 2015). Além disso, o resultado mais recente do Índice Global de Inovação (IGI) de 2020 também mostra aos setores relacionados à situação crítica do Brasil, o qual ocupa a 62ª posição, entre as 131 economias avaliadas (DUTTA et al. 2020), sugerindo possíveis deficiências na capacidade do país de transformar conhecimento científico em produto.

São muitos os cursos de engenharia oferecidos no Brasil e, a despeito da importância particular de cada formação existente, há que se notar a relevância emergente dos cursos relacionados a temas como indústria 4.0 e cidades inteligentes, atrelados intimamente com as necessidades e possibilidades trazidas pela crescente urbanização e pela contínua evolução computacional. Portanto, cabe aqui destacar, dentre outros, o curso de engenharia de controle e automação (ECA) como potencial facilitador da implementação das modificações advindas destes conceitos.

Com base neste contexto e ressaltando a necessidade de adequação dos egressos de engenharia do Brasil, argumentada nos parágrafos anteriores, um dos objetivos do presente trabalho é verificar o nível de qualidade dos cursos de ECA (Engenharia de Controle e Automação) no Brasil, a partir da análise dos resultados do ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes), incluindo elementos de descrição estatística, a fim de responder a alguns questionamentos acerca da disparidade entre a disponibilidade de profissionais de engenharia e as necessidades do ramo e identificar oportunidades de melhoria a serem trabalhadas. Além disso, pretende-se analisar, especificamente, a qualidade do curso

de ECA da UFBA (Universidade Federal da Bahia), tomando como referência os resultados do ENADE para os cursos de controle e automação de melhor performance, em suas edições 2014 e 2017 e 2019.

## I.2. A humanização da engenharia

Como seria um curso de engenharia que trabalhasse no estudante a lapidação, o refinamento de suas hipóteses e ideias a respeito de soluções para os problemas sociais? Como seria um curso de engenharia que fosse receptivo à atuação de seus alunos, trabalhando seu sentimento de importância, os valores que ele poderia agregar à área, explorando e despertando nesse aluno seu senso de contribuição e pertencimento? Como seria a engenharia cujos fundamentos e teorias não dissessem “não” à criatividade pueril à primeira vista e que ainda abrisse a porta para inteligências outras que não somente ao raciocínio lógico e à capacidade de memorizar equações, reproduzir e enquadrar? E como seriam os profissionais dessa engenharia?

Refletir sobre as características imaginadas para essa nova engenharia traz à tona o forte distanciamento entre as funções científica e humanística dos cursos. Morin (2009) discorre sobre essa separação como um dos principais desafios para a organização do saber, quando fala da complexidade da educação e sua natureza matricial. Enquanto a cultura humanística alimenta a inteligência geral, sintetiza, estimula os questionamentos e reflexões a respeito do ser e carece de respostas; a cultura científica que separa as áreas do conhecimento, detalha, analisa e descobre de forma descontextualizada e reduzida, é limitada e subtiliza seus resultados. Segundo ele, a organização dos conhecimentos ocorre através de um processo circular em que a matéria-prima, a informação, transita entre operações de separação e ligação, análise e síntese, ida e volta. Entretanto, esse processo tem estado polarizado, sem diálogo e, portanto, não finalizado nos cursos, de forma geral.

De forma análoga, também dialogando sobre a separação entre as áreas do conhecimento e a hegemonia da razão, a teoria das inteligências múltiplas de Gardner (1985), proposta a partir de perspectivas da genética, neurologia, antropologia, psicologia e da educação, surge como resultado deste questionamento com relação à identificação excessiva da inteligência com o raciocínio lógico. Ela enxerga que outras inteligências são igualmente importantes como a inteligência verbal-lógica, matemática, visoespacial, musical-rítmica, corporal-sinestésica, intrapessoal, interpessoal e naturalista. Desde então, já surgem outras, como a inteligência emocional, social, estratégica, intuitiva, prático-executiva e a inteligência ética, reclamando um espaço democrático que considere a diversidade, mas que também possa promover o desenvolvimento e o funcionamento dessas inteligências juntas e de modo complexo (CARBONEL, 2016).

Para os cursos da área de exatas, questionar sobre a história da profissão, o papel das informações, sobre os caminhos da tecnologia é uma postura aparentemente escassa. Mas pode ser um exercício interessante que conduz à abertura necessária para percepção de lacunas, de oportunidades de melhoria. No âmbito



específico da engenharia já existe um movimento, que atravessa a fronteira do pensamento lógico e isolado e sinaliza padrões, amplia a visão de mundo, favorecendo a sinergia importante para dar sentido a esse saber, citado anteriormente. A filosofia da engenharia surge questionando o saber do profissional de engenharia e a forma como este se dá; o que os profissionais de engenharia fazem e de que forma eles fazem (HEYWOOD 2011). O trabalho de Reyes (2016), que estuda o aspecto epistemológico da engenharia, sugere que a instrumentalização técnica, enquanto base dos cursos, tendência a formação e, portanto, a prática da engenharia, desde o seu início. Para o autor, a insistência em um formato nada atual, formando o aluno para entender e manter o que já existe, promove o esquecimento e a desvalorização, na jornada acadêmica, de competências que também representam a engenharia, como a inventividade, a engenhosidade e a astúcia. A filosofia da engenharia pretende trabalhar nas grandes crises que permeiam a área, buscando caminhos e respostas voltando-se à ontologia e à epistemologia e tentando estabelecer a aproximação entre as dimensões técnica e social da área. Dessa forma, contribui para uma formação ampliada do profissional de engenharia, que pode atuar envolvido com o domínio social, com as necessidades e possibilidades do seu contexto (BORDIN e BAZZO, 2018).

E, sobre o contexto atual, a revolução digital vem alterando o modo de funcionamento da sociedade através da integração da tecnologia de informação (TI) com setores como a saúde, o comércio, a mobilidade, a segurança, a agricultura, a educação e a indústria. Desta integração, surgem termos como as “Cidades Inteligentes” e a “Indústria 4.0”, como um marco da mudança causada pelos avanços em áreas como a biotecnologia, a nanotecnologia e a inteligência artificial. Esta nova revolução altera de forma significativa a atuação dos profissionais de áreas de formação tecnológica, como a engenharia, trazendo novos paradigmas e conceitos, como interoperabilidade, sistemas auto-organizados e tecnologias emergentes, como a Internet das coisas (Internet of Things - IOT), Big Data e análises avançadas de dados. Agora o profissional da engenharia precisa lidar com componentes de sistemas multidisciplinares complexos, que requerem o entendimento integrativo, além de uma nova forma de gestão (RUBERMANN et al. 2015, BAYGIN et al. 2016).

Tendo em vista as demandas trazidas pela revolução digital aos trabalhadores dos setores tecnológicos, o ambiente educacional também precisa ser adaptado e habilitado para a formação desses profissionais. A Confederação Nacional das Indústrias (CNI), já sinalizou em sua agenda essa necessidade de reformulação dos cursos de engenharia, trazendo ao profissional um elevado nível de conhecimentos técnicos e a capacidade de interação com diferentes áreas do conhecimento CNI (2016). Segundo Rojas (2017), para o sucesso da indústria 4.0 a formação dos profissionais deve ser adaptada aos novos requerimentos da produção digital, como a aplicação de dispositivos móveis ao processo, construção de redes de trabalho com componentes e módulos de sistemas inteligentes e integração física das tecnologias em um sistema, dentre outros.

Trabalhar na ementa do curso de engenharia como forma de garantir ao estudante a sua inserção em um ambiente de trabalho revolucionado pelas tecnologias de informação é o primeiro movimento em prol da sobrevivência da área. Entretanto, sabendo-se que o ritmo de produção desses novos conhecimentos e de novas soluções é acelerado cada vez mais, entende-se que este também é o ritmo de sua obsolescência. Portanto, as novas formações deveriam estar pautadas não no acúmulo de conhecimentos, mas na aprendizagem significativa e na habilidade de aprender e se atualizar constantemente. O que condiz com o potencial das abordagens ativo-cooperativas de ensino.

Mesmo de lugares diferentes, os pontos colocados acima estão ancorados no interesse do encontro entre as operações humanísticas e científicas e das possibilidades que surgem desta alquimia. Nesse sentido, a implementação de metodologias inovadoras no curso de engenharia se mostra como um caminho, um meio para favorecer este encontro, e não o fim por si, como potencial alternativo para dirimir as dificuldades com relação à assimilação dos conteúdos e para integrar as habilidades e competências demandadas pela sociedade atual, na formação dos profissionais de engenharia (FREEMAN et al. 2014, CHIU e CHENG 2016, MULLER et al. 2017, CLEGG e DILLER 2018).

Entretanto, pouco se discute a respeito da escolha e da forma como essas metodologias vêm sendo incluídas nos cursos (PRINCE 2004, JENSEN et al. 2015, HARRISON et al. 2016) sendo, portanto, essencial, verificar limitações e possíveis caminhos para essa reforma, o que se constitui parte deste trabalho.

### I.3. Objetivos do trabalho

#### I.3.1. Objetivo geral

Avaliar questões sobre práticas pedagógicas para melhoria da qualidade no ensino dos cursos de engenharia de controle e automação.

#### I.3.2. Objetivos específicos

- Avaliar oportunidades de melhoria, sob a perspectiva dos cursos de engenharia de controle e automação, a partir dos resultados do ENADE com uma análise estatística;
- Estabelecer referenciais de limitações à utilização de metodologias ativas-cooperativas nos cursos de engenharia, com um olhar direcionado aos cursos de ECA;
- Identificar elementos intervencionistas para o trabalho em prol da melhoria da qualidade nos cursos de engenharia de controle e automação.

### I.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos, incluindo este introdutório, que tratou sobre as motivações e estrutura da pesquisa.

O capítulo 2 foca nos cursos de ECA do Brasil, utilizando os resultados do ENADE como referência na verificação do nível de qualidade dos cursos. A partir deste panorama, a utilização de metodologias inovadoras nos cursos aparece como oportunidade de melhoria e possível caminho para melhorar a eficiência do processo de ensino-aprendizagem.

O capítulo 3 aborda alguns pontos para reflexão com relação à utilização das metodologias chamadas ativas e cooperativas, sinalizando a necessidade de associação das abordagens existentes de acordo com o que defende a estrutura cognitiva humana, de acordo com os objetivos educacionais e a tipologia dos conteúdos; e considerando a diversidade dos estilos de aprendizagem dos estudantes.

O capítulo 4 apresenta elementos considerados primordiais no trabalho para melhorias do ensino, considerando o contexto da engenharia e propondo ações para alicerçar as melhorias pretendidas para os cursos.

O capítulo 5 compila os principais resultados de cada etapa do trabalho, argumentando a utilidade dessas contribuições e indicando possibilidades para a continuidade desta pesquisa, com os trabalhos futuros.

#### I.5. Publicações

Seguem as publicações feitas durante o desenvolvimento desta pesquisa:

- NASCIMENTO, R. A., MARTINS, A. F.; FONTES, R. M. Análise dos resultados do ENADE para cursos de engenharia de controle e automação: um caminho para a qualidade. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 47. 2019. Fortaleza.
- NASCIMENTO, R. A., MARTINS, A. F.; FONTES, R. M. METODOLOGIAS ATIVAS COOPERATIVAS: por que sim ou por que não? In. CONGRESSO DE INOVAÇÃO E METODOLOGIAS NO ENSINO SUPERIOR. 5. 2020. Virtual.

## CAPÍTULO II – ANÁLISE DE RESULTADOS DO SINAES

Este capítulo examina a qualidade dos cursos de Engenharia de Controle e Automação (ECA) do Brasil de um modo geral, da UFBA, em particular, e daqueles com conceito 5 utilizando os resultados das edições de 2014, 2017 e 2019 do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE).

Parte considerável deste capítulo foi publicada no XLVII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, ocorrido em 2019.

### II.1. SINAES

O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) se trata de um tripé avaliativo, composto pela avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes. A partir de autoavaliações e avaliações externas das Instituições de Ensino Superior (IES), do ENADE, da avaliação dos cursos e dos instrumentos de informação (censo e cadastro), são desenvolvidos conceitos e índices ordenados em cinco níveis de satisfação dos serviços, cujos resultados pretendem avaliar o ensino, a pesquisa, a extensão, o desempenho dos alunos, a gestão da instituição, o corpo docente, as instalações e a responsabilidade social das Instituições. Se os cursos apresentarem resultados insatisfatórios, são estabelecidos encaminhamentos, procedimentos e ações com indicadores, prazos e métodos a serem adotados.

O ENADE compreende uma prova com questões que avaliam aptidões de formação geral (FG) e específica (Componente específico - CE). As questões são elaboradas com a intenção de verificar o rendimento dos alunos com relação ao conteúdo programático, habilidades, competências e ao nível de atualização da realidade brasileira e mundial em sua área. É importante salientar que, até a edição de 2017 a seção da prova referente aos componentes específicos (CE) era dividida por questões dos chamados núcleo de conteúdos básicos (NCB) e núcleo de conteúdos profissionalizantes (NCP), qualificando o egresso com relação a perfil (P), recursos (R) e objetos de conhecimento (OC) ligados a esses núcleos. Os itens de perfil estão associados às características do egresso, os recursos compreendem a mobilização de conhecimentos, posturas e habilidades para atuar em um determinado tipo de situação e os objetos de conhecimento estão mais intimamente ligados às competências técnicas adquiridas no curso. A partir de 2018, as questões da prova não são divididas por núcleos, sendo agora associadas com objetos de conhecimentos das duas naturezas.

O conceito preliminar de curso (CPC) e o conceito de curso (CC), baseado no ENADE e em uma avaliação in loco, são os instrumentos que subsidiam a avaliação periódica dos cursos, que verifica o perfil do corpo docente, as instalações físicas e a organização didático-pedagógica do curso. O CC é o resultado da avaliação presencial do MEC, dos itens que compõem as dimensões da organização didático-pedagógica do curso, do corpo docente e da infraestrutura.

A avaliação das IES verifica o planejamento, a avaliação, a infraestrutura e o desenvolvimento institucionais, além das políticas acadêmicas e de gestão.

#### II.1.1. Revisão da literatura

O SINAES vem sendo objeto de estudo desde o início de sua implementação em 2004, quando poucos anos depois, alguns trabalhos surgiram. Um dos pioneiros foi o de Polidori et al. (2006), que descreve a trajetória do sistema de avaliação do ensino superior no Brasil, detalhando cada experiência e sinalizando possíveis desafios na manutenção do SINAES, além das diferenças mais relevantes entre eles.

Alguns trabalhos começaram a verificar mudanças nas IES e nos cursos, a partir da implementação dos resultados do SINAES. Na tese de Fonseca (2008), a autora pontua algumas influências do ENADE nos processos de ensino de um curso de educação física. Suas análises apontam, principalmente, uma alteração da dinâmica das aulas e um maior entrosamento entre teoria e prática, bem como entre disciplinas lecionadas, antes, de forma segregada. Trabalhos como esse partem de percepções de docentes e discentes a respeito de alterações no ambiente acadêmico, como um todo, atribuindo a realização de tais alterações, principalmente, à didática e ao conteúdo das provas do ENADE. Embora não façam parte das aspirações mais tangíveis do SINAES, desdobramentos como estes são benéficos às IES, trazendo visibilidade e construindo importância ao sistema de avaliação, nessa época, recentemente iniciado. Ainda nesta linha, o trabalho de Freitas et al. (2015) faz uma análise por regressão linear em 101 cursos, para identificar relações entre variáveis que possivelmente influenciam os indicadores do SINAES. Os resultados indicam atenção precária aos resultados das avaliações, no sentido da promoção da melhoria dos cursos e associa que os cursos com melhores resultados são aqueles cujos gestores possuem visão mais otimista quanto à importância desses instrumentos.

Certos autores procuram identificar relações entre o desempenho dos alunos e o gênero, a faixa etária, a estrutura das IES, o programa pedagógico dos cursos, dentre outros, talvez como caminho para promover mudanças que equalizem o potencial dos discentes no sistema de ensino, como Vogt et al. (2015), que associaram o desempenho dos alunos do curso de ciências contábeis com a titulação docente e a metodologia de ensino de 10 (dez) IES. Os resultados sugerem que cursos com maior quantidade de docentes com doutorado ou que utilizam metodologias ativas de ensino, práticas de campo e estudos de caso obtêm melhor desempenho dos seus discentes no ENADE.

Na engenharia, alguns trabalhos trazem uma conotação mais investigativa da qualidade dos cursos, enquanto fazem associação entre os resultados das avaliações e alguns pontos de atenção e necessidades de melhoria. O trabalho de Teivi (2007) analisou resultados do ENADE, entre outras informações, para um curso de engenharia de computação. Tais resultados identificaram alto grau de dificuldade dos alunos e deficiências de assimilação dos conteúdos de eletrônica e controle, direcionando as ações dos gestores

para revisão da matriz curricular do curso. De forma semelhante, o trabalho de Silva et al. (2014) identifica, a partir de resultados do ENADE, deficiências em algumas áreas que compõem um curso de engenharia civil e sugere alterações na matriz curricular e na política pedagógica do curso. Monaro e Satolo (2014) também chegam a conclusões semelhantes a partir de análise de resultados do ENADE para os cursos de engenharia de produção. Cunha (2016) avaliou o desempenho dos estudantes de um curso de engenharia elétrica frente às questões discursivas do ENADE. O autor observou que os estudantes apresentam performance bem inferior com relação a das questões objetivas, além de deixarem muitas questões sem resposta; sugere que os estudantes têm dificuldade de interpretar novas situações e de fazer analogias das informações apresentadas com os conhecimentos adquiridos ao longo do curso. O trabalho de Melo (2017) faz uma análise global do nível de qualidade dos cursos de engenharia de produção, confrontando alguns indicadores com o questionário dos estudantes.

Com relação aos cursos de ECA do Brasil, somente um trabalho foi encontrado na literatura, elaborado por alguns membros da CAA (Comissão Assessora de Área) do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), no intuito de demonstrar um dos possíveis usos dos resultados do ENADE na melhoria de cursos de engenharia, usando a análise de um curso de ECA como exemplo (GOMES et al. 2016).

Alguns trabalhos já apontam melhorias ocorridas a partir do início destes processos avaliativos como apontam, por exemplo, os artigos de levantamento bibliográfico de Trevisan e Sarturi (2016), Junior & Rios (2017) e Pimenta e Haas (2015), que focam em dissertações e teses relacionadas ao tema. Muitos destes trabalhos tratam de análises das IES, dos cursos, do desempenho dos alunos e das políticas de avaliação feitas a partir de entrevistas e questionários. Entretanto, poucos retratam estas realidades utilizando os resultados quantitativos do SINAES como ferramenta principal, um dos principais objetivos desse sistema.

## II.2. Resultados e discussão

### II.2.1. ENADE

As análises realizadas nesta seção foram feitas a partir da decomposição das notas do ENADE, com foco no componente específico (CE) da prova e seus objetos de conhecimento relacionados aos núcleos básico e profissionalizante do curso. Os resultados utilizados se referem à edição 2014, à qual constam 119 cursos; à edição de 2017, com 173 cursos e à de 2019, com 194 cursos respondentes. A escolha de utilizar somente os resultados a partir de 2014 vem do caráter da prova específica. Até 2011, as questões do CE para os cursos de ECA eram as mesmas para todas as engenharias do grupo II, como computação, eletrônica e eletrotécnica, com os conteúdos voltados à modalidade dominante do grupo, a elétrica. A partir de 2014, quando o curso de ECA atingiu a marca de 100 cursos, este passou a realizar uma prova com questões específicas de sua área de acordo com a resolução CNE/CES 11/2002 (CNE 2002).

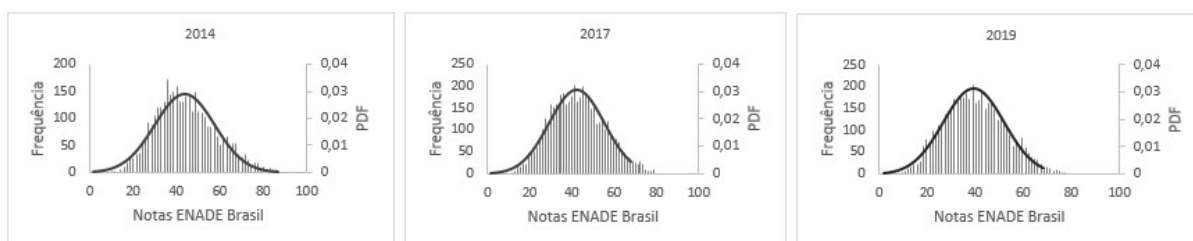
## II.2.2. Conceito ENADE

Esta seção dedica-se a avaliar os indicadores ENADE dos cursos de ECA, visando construir uma percepção sobre a qualidade dos cursos, identificando potenciais pontos de melhoria em algumas dimensões didático-pedagógicas.

O tratamento estatístico realizado neste trabalho está disposto no memorial descritivo descrito no Apêndice A deste documento, no qual estão detalhados os dados utilizados, as premissas consideradas e os detalhes considerados nos cálculos.

Antes de prosseguir com as análises é importante ilustrar o comportamento gaussiano dos dados correspondentes às notas globais do exame, que pode ser visto na Figura 1. Os histogramas foram construídos somente para os anos de 2014, 2017 e 2019 porque somente a partir de 2014, quando a quantidade de cursos de ECA atingiu a marca de 100 cursos, as provas do ENADE foram específicas para os conteúdos abordados nesse curso.

Figura 1 - Histograma das notas ENADE para os cursos de ECA do Brasil nas edições 2014, 2017, 2019



Fonte: dados INEP (microdados por ano) e elaboração da autora

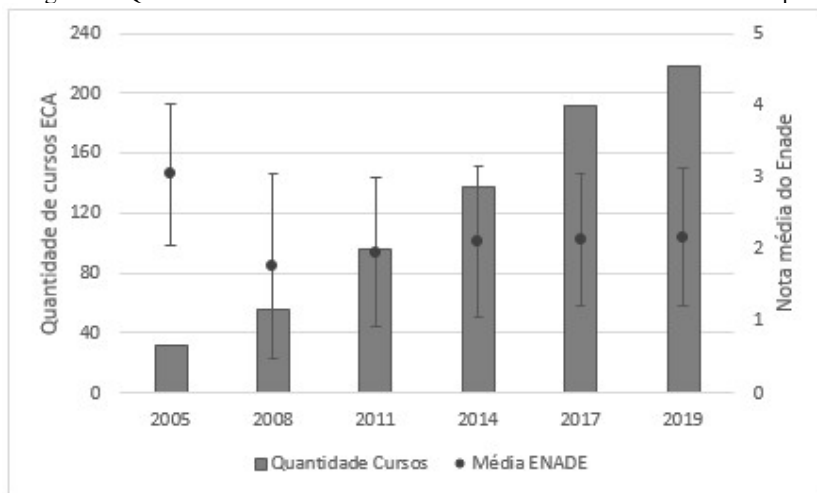
Do comportamento gaussiano observado, vale ressaltar que as informações quantitativas associadas aos dados em epígrafe serão tratadas como intervalos de cobertura<sup>1</sup>, tomando-se como probabilidade de cobertura 68 %, o que equivale a um desvio-padrão da distribuição gaussiana da população. O valor de 68 % de probabilidade de cobertura foi escolhido em virtude da larga dispersão existente nos dados (MARTINS, 2010). Esses intervalos são destacados nas figuras que se seguem no presente capítulo como barras de erros.

A quantidade de cursos de ECA no Brasil vem crescendo ao longo dos anos e, desde a implantação do SINAES, é possível verificar os índices de qualidade que acompanham esse crescimento. A Figura 2 mostra a média do desempenho no ENADE para todos os cursos de ECA e a quantidade de cursos de

<sup>1</sup> Este termo foi escolhido por se tratar com uma distribuição de probabilidade da população, gaussiana no caso em tela, e por se diferenciar conceitualmente do termo *intervalo de confiança*, usado na estatística frequencista e do termo *intervalo de abrangência*, adotado na metodologia GUM (*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*) (BIPM et al, 2XXX) – ver a referência na minha dissertação e inserir nas refs.

ECA até 2019, data do último ENADE, onde aproximadamente 29% deles se referem a instituições públicas. O aumento da quantidade de cursos não tem influenciado no aumento da qualidade destes (utilizando o resultado do ENADE como referência), dado que estatisticamente há uma sobreposição de intervalos de cobertura associados às notas dos cursos, como destacado nas barras de erros.

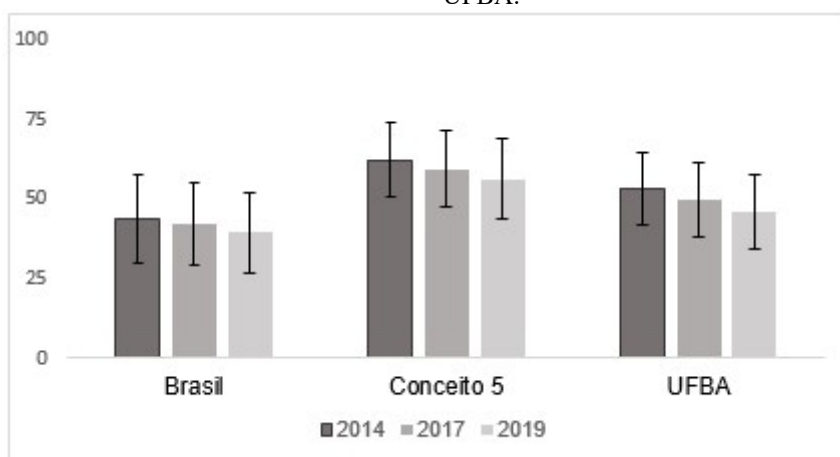
Figura 2 - Quantidade de Cursos de ECA no Brasil e a nota média do ENADE por edição



Fonte: dados INEP (sinopses estatísticas e resultados ENADE por ano) e elaboração da autora

Numa ótica particularizada, a Figura 3 ilustra a média das notas brutas do ENADE para os cursos de ECA do Brasil, dos cursos de conceito 5 e da UFBA em 2014, 2017 e 2019, e seus respectivos intervalos de cobertura.

Figura 3- Nota média bruta ENADE nas edições 2014, 2017, 2019 para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA.



Fonte: dados INEP (microdados por ano) e elaboração da autora

A primeira observação digna de nota sobre a Figura 3 refere-se a uma análise dos 3 grupos em separado. Sem uma avaliação estatística prévia, poder-se-ia inferir que houve uma involução na qualidade dos cursos, devido ao decremento da estimativa das notas ao longo dos anos de avaliação. Por exemplo, para o grupo com melhor conceito, em 2014, a maior nota do conceito ENADE foi de 4,85 (quatro e oitenta



e cinco), em 2017 foi de 4,68 (quatro e sessenta e oito) e em 2019 foi de 4,91 (quatro e noventa e um). No entanto, pela inclusão das incertezas das informações, nota-se nitidamente que existe uma estabilidade na qualidade dos cursos em cada grupo sob análise, pois o grau de sobreposição entre os intervalos é expressivo, o que mostra estatisticamente uma similaridade das notas. Em verdade, se o cenário fosse analisado com um olhar apenas sobre médias, este seria mais conservador no sentido de definir ações de mais curto prazo, devido à análise pontual, portanto incompleta, fornecendo uma queda (inexistente quando observada sob o óculo da análise estatística) nas notas dos cursos.

Outra análise a ser feita a partir dos resultados apresentados na Figura 3 focaliza os três grupos em conjunto. Como a informação é descrita como um intervalo de cobertura, e não somente nas estimativas, pode-se inferir que as notas brutas dos grupos se mantêm a mesma, estatisticamente, nas três edições do exame. Esse resultado sugere não haver diferença no nível de qualidade entre os cursos, mesmo os considerados de excelência (conceito 5), quando os resultados do ENADE são usados como referência.

### II.2.3. Componentes do ENADE

Para detalhar os resultados genéricos da subseção anterior, as análises seguintes serão realizadas com base em dados mais específicos da avaliação, discriminando as notas por componentes da prova.

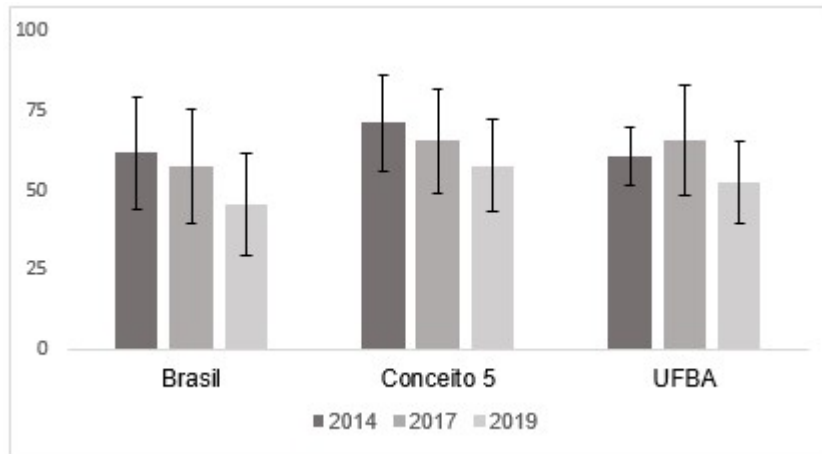
A Figura 4 mostra a evolução na média das notas da componente de formação geral (FG) da prova ao nível de Brasil, da UFBA, e dos cursos de melhor conceito e demonstra que não houve variação significativa nas notas por ano, para cada grupo avaliado. Também é possível observar que, diferente da nota global na Figura 3, onde se observou certo afastamento entre os intervalos de cobertura de cada grupo, para a nota de FG esses intervalos são praticamente iguais, com muita sobreposição, ou seja, o desempenho dos cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA é o mesmo.

Esta seção da prova aborda conteúdos ligados à democracia, cultura, globalização e meio ambiente, entre outros. Os resultados indicam uma oportunidade de explorar mais temas da realidade brasileira e mundial durante o curso, incluindo outros, como externos ao ambiente central de trabalho da área, direcionando a visão do estudante ao seu entorno, para o qual suas habilidades e competências também devem ter potencial de servir.

O contato do estudante com os conteúdos definidos como de formação geral pode variar devido a aspectos culturais de sua família e seus interesses pessoais, mas também pode ser facilitado pelo curso. Entretanto, mesmo com essas lacunas identificadas na formação tecnicista da engenharia, são poucos os movimentos e, até, as intenções de mudança, registradas em projetos pedagógicos. Com uma carga horária mínima disponibilizada para disciplinas que relacionam a engenharia com outros campos do conhecimento, dispostos entre os aspectos abordados na componente de formação geral do ENADE, como política, economia e as questões sociais, os cursos insistem em preparar os profissionais de

engenharia de uma forma segregada, ausente de contextualização social (DWEK et al. 2011, TRENNEPHOL, 2014, SANTOS 2016).

Figura 4- Nota média de FG nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA



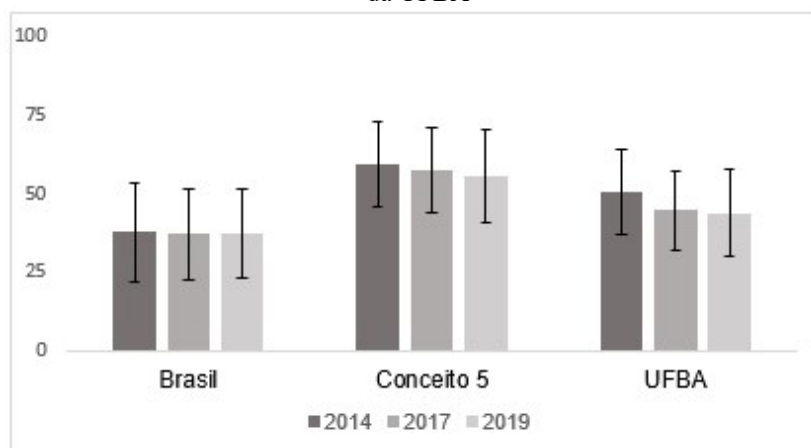
Fonte: dados INEP (microdados por ano) e elaboração da autora

A Figura 5 mostra a nota média da seção específica da prova, para os grupos avaliados. E seus resultados demonstram que não houve variação, analisando o desempenho de cada grupo ao longo das edições.

A componente específica da prova do ENADE aborda conteúdos técnicos e suas questões exploram, além da habilidade para entender as necessidades do contexto, a capacidade do estudante de acessar recursos para resolver as situações na prática.

Em se tratando de práticas, a utilização dos conceitos técnicos adquiridos se limita a resolver problemas dos setores de produção industrial. Porém, o desenvolvimento de uma mentalidade crítica extrapola a prática de resolver problemas técnicos, mas envolve o exercício de explorar soluções, integrando esse aluno no meio em que vive (DWEK et a. 2014, SANTOS 2018).

Figura 5- Nota média de CE nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA



Fonte: dados INEP (microdados por ano) e elaboração da autora

As questões da CE da prova estão divididas entre aquelas relacionadas ao núcleo básico (NCB) e ao núcleo profissionalizante (NCP) do curso (INEP 2014, 2017 e 2019). Elas são formuladas a partir de uma matriz de correlação entre conteúdos (INEP 2014, 2017 e 2019), chamados de objetos de conhecimento (OC), abordados nas disciplinas do ciclo básico dos cursos de ECA, conforme Quadro 1.

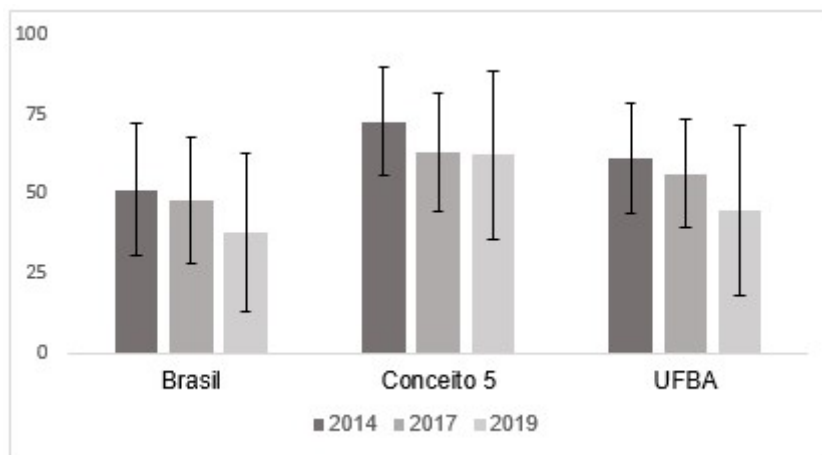
A Figura 6 mostra a nota média do Brasil, dos cursos de conceito 5 e da UFBA nas questões da CE, referentes ao núcleo básico (NCB) nas edições 2014, 2017 e 2019. As notas não apresentam variação significativa, são estatisticamente iguais, entre as edições para os grupos e entre os grupos, com seus limites superiores próximos à 75%.

Quadro 1- Objetos de conhecimento avaliados na sessão NCB da componente específica da prova do ENADE para os cursos de ECA

OC
Administração
Economia
Ciências do ambiente
Ciência e tecnologia dos materiais
Elettricidade aplicada
Expressão gráfica
Fenômenos de transporte
Física
Informática
Matemática e estatística
Metodologia científica e tecnológica
Química
Análise, modelagem e simulação de sistemas
Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental
Lógica de programação

Fonte: Relatório de área INEP e elaboração da autora

Figura 6- Nota média NCB-CE nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA



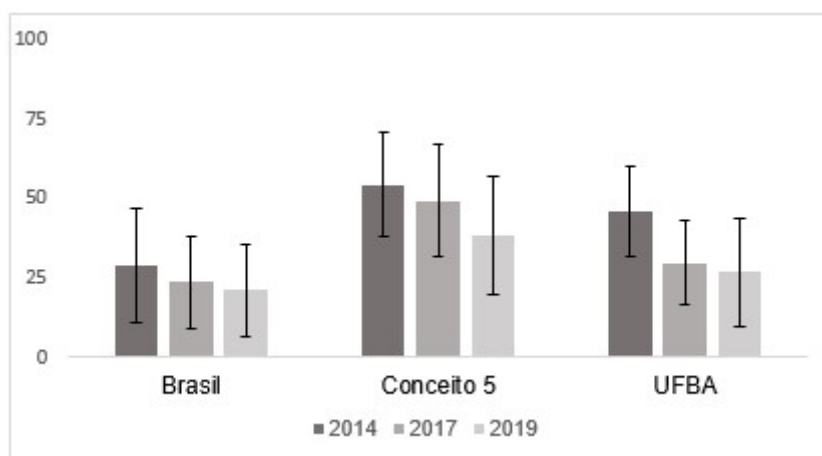
Fonte: dados INEP (microdados por ano) e elaboração da autora

As questões do NCB envolvem conteúdos que fundamentam a construção dos conhecimentos técnicos e possibilitam a utilização criativa e a expansão destes, conforme versa a Taxonomia de Bloom do objetivo cognitivo. Segundo Bloom et al. (1956), para adquirir uma nova habilidade, o aluno precisa ter dominado habilidades do nível anterior de complexidade. Como estes conteúdos mais básicos estão, de forma geral, relacionados aos departamentos de apoio dos cursos é importante trabalhar a interação entre estes e a área dominante do curso, de forma a direcionar esforços e recursos na melhoria do processo de ensino-aprendizagem. É possível também que o distanciamento conceitual entre os conteúdos do NCB e NCP do curso e a dificuldade de enxergar finalidade no primeiro, interfira no engajamento e, por consequência, no desempenho do estudante no primeiro. No trabalho de Belhot et al. (2006), os autores afirmam que, especificamente no ensino de engenharia, os alunos são muito demandados para a abstração de conteúdos e desenvolver essa capacidade de forma multidisciplinar; é algo que deve ser muito bem planejado, definido e organizado no período da graduação e pode ser factível, por exemplo, através de projetos integradores, utilizando metodologias voltadas para práticas pedagógicas ativas e cooperativas.

A nota média do Brasil, dos cursos de conceito 5 e da UFBA nas questões CE da prova, referentes ao núcleo profissionalizante do curso (NCP) nas edições 2014, 2017 e 2019 pode ser vista na Figura 7 e os objetos de conhecimento envolvidos nas questões do NCP estão dispostos no Quadro 2.

Na Figura 7, pode-se notar um destaque pontual para os cursos de conceito 5 e da UFBA com relação ao quesito tecnicista dos cursos, por seus intervalos de credibilidade se situarem em patamares um pouco maiores que os do Brasil.

Figura 7 - Nota média NCP-CE nas edições 2014, 2017, 2019 do ENADE para os cursos do Brasil, de conceito 5 e da UFBA



Fonte: dados INEP e elaboração dos autores.

Quadro 2- Objetos de conhecimento avaliados na sessão NCP da componente específica da prova do ENADE para os cursos de ECA

OC
Circuitos elétricos e eletrônicos, analógicos e digitais
Instrumentação e sistema de aquisição de dados
Microcontroladores, sistemas embarcados e sistemas em tempo real
Acionamentos e máquinas elétricas
Acionamentos pneumáticos e hidráulicos
Controle analógico e digital
Controlador proporcional-integral-derivativo
Identificação, modelagem e simulação de sistemas dinâmicos
Redes de comunicação para automação
Informática industrial: CLPs, sistemas supervisórios, IHM, banco de dados
Sistemas integrados de manufatura
Princípios de robótica

Fonte: Relatório de área INEP e elaboração da autora

### II.3. Considerações finais

Este trabalho analisou a qualidade dos cursos de ECA do Brasil, a partir dos resultados de desempenho dos alunos no ENADE, edições 2014, 2017 e 2019, e verificou o nível de qualidade do curso da UFBA usando os cursos com maior conceito, em cada edição, como referência para o ENADE. É importante salientar que foi realizado teste visual de aderência à normalidade dos dados e que, mesmo assumindo uma probabilidade considerada baixa, de 68%, o nível de dispersão dos dados é muito alto aproximando assim, o desempenho dos cursos tidos como de excelência, dos cursos do Brasil como um todo e da UFBA. Esse desempenho foi analisado detalhadamente pelos objetos de conhecimento dos ciclos básico e profissionalizante da componente específica da prova para todos os cursos e sugerem oportunidades de melhoria no trabalho de articulação entre teoria e prática, na convocação de recursos para o entendimento e a resolução de problemas em contextos mais elaborados.

Num cenário em que a demanda por profissionais de engenharia bem qualificados vem crescendo constantemente, é preciso refletir sobre as ações para dirimir as dificuldades apontadas neste trabalho, com relação à assimilação dos conteúdos, tanto no nível básico, quanto no nível profissionalizante e o desenvolvimento de habilidades e competências para os profissionais da área, trabalhando a formação dos alunos de forma mais integrada a seu contexto.

### CAPÍTULO III—CONTRAPONTO À UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS-COOPERATIVAS

Ter iniciativa para a tomada de decisões, saber trabalhar em equipe, ter visão ampla do negócio, são algumas das muitas aptidões demandadas pelo atual mercado de trabalho, levantadas por trabalhos de pesquisa, alguns através de entrevistas, questionários e análises em empresas (AIRES et al. 2017, NOSE e REBELATTO 2001, GARCIA et al. 2015, BORCHARDT et al. 2009, LIMA et al. 2017). Neste contexto, as metodologias ativa-cooperativas de ensino-aprendizagem (MAC) vêm ganhando atenção da educação superior, por promoverem maior aproveitamento, enquanto aumentam o envolvimento do estudante no processo de ensino-aprendizagem (ARAUJO et al. 2016, GARCIA 2014, RIBEIRO, 2007).

Este trabalho procura refletir no tocante à utilização destas metodologias no nível superior, abordando contrapontos sob a visão da teoria cognitiva humana, da pedagogia dos objetivos educacionais e dos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. Em paralelo, são levantados quesitos centrais dos cursos de engenharia e como esta nova proposta se adequa às mudanças pretendidas pela área.

Parte deste trabalho foi apresentada no V CONGRESSO DE INOVAÇÃO E METODOLOGIAS NO ENSINO SUPERIOR, em novembro de 2020.

#### III.1. Referencial teórico

É sabido que as transformações vividas pela sociedade trazem em si, informações que precisam ser incorporadas à formação dos profissionais. Porém, mais importante do que o saber acumulado, é a necessidade de um princípio de seleção e organização que lhe dê sentido, agregando ao estudante uma aptidão geral para colocar e tratar os problemas (MORIN 1999). Seguindo esta tendência, as MAC surgem como potencial catalisador dos processos de ensino e aprendizagem, prometendo integração de conteúdos, atividades que aproximam o aluno do ambiente de trabalho, em um processo concomitante com o desenvolvimento de qualidades essenciais ao profissional do futuro. Schneider e Preckel (2017) verificaram 38 meta-análises sobre variáveis relacionadas ao aprendizado na educação superior, destacando interação social, orientações claras e tarefas práticas como as de maior correlação com a eficiência do processo; todas bastante associadas ao ensino através de metodologias centradas no aluno, reconhecidas, principalmente, por legarem ao aluno a principal responsabilidade no seu aprendizado.

Na engenharia muitos cursos vêm aderindo a essas metodologias (PRINCE 2004, SOBRAL e JOSE 2012, ROCHA et al. 2016, MULLER et. al 2017, RAJARAPOLLU e BHAGWATKAR 2017). O trabalho de Garcia (2014), a partir de relatos da literatura, sugere que a utilização de problemas do mundo real e de uma abordagem multidisciplinar, desenvolve uma consciência social, ambiental e econômica na solução de problemas. Além disso, a dinâmica trazida pelos métodos contribui para um maior envolvimento dos alunos de engenharia com as disciplinas, com os professores e, por consequência, com o curso, sedimentando e organizando a teoria.

Entretanto, ainda que tantos ganhos sejam constantemente sinalizados com o uso de abordagens de ensino centradas no aluno, a literatura também apresenta colocações que questionam o seu sucesso e promovem reflexões sobre os seus efeitos na prática. No trabalho de Andrews et al. (2011), por exemplo, os autores investigaram alguns cursos introdutórios de biologia e avaliaram a relação entre o aprendizado e a postura ativa dos estudantes na área de seleção natural. Foram aplicados testes em momentos diferentes para avaliar as evoluções na assimilação de conteúdo pelos estudantes. Além disso, aplicaram questionários aos docentes para verificar o nível de utilização das abordagens centradas no aluno durante o curso, relacionando essas tarefas ao nível de assimilação medido. Os resultados da análise indicaram que a abordagem ativa, da forma como foi utilizada pelas instituições de ensino superior (IES), não foi associada a ganhos no aprendizado.

Alguns trabalhos criticam a utilização destas metodologias, defendendo um nível mínimo de instrução que organize e agregue significância ao que está sendo estudado. Conforme sugere o trabalho de Brown e Atkins (1988), existe uma linha de distinção entre os diversos métodos de ensino ou atividades, cujos extremos são ocupados pelo nível de atuação do professor e do estudante. Na faixa proposta pelos autores, as classes variam entre ambientes potencialmente expositivos e aqueles em que se estimulam a autoaprendizagem. Esta questão pode ser a maior divisora de opiniões sobre a eficiência das abordagens utilizadas no ensino superior e se apresenta aqui, como um importante ponto de atenção sugerido na escolha e na utilização das metodologias de ensino.

Ao discorrer sobre tal ponto, o presente trabalho aborda alguns aspectos relacionados ao tema, como a teoria cognitiva humana, os objetivos educacionais e os estilos de aprendizagem, apresentando através deles, contrapontos que conduzem a uma proposta mediadora das propriedades discutidas.

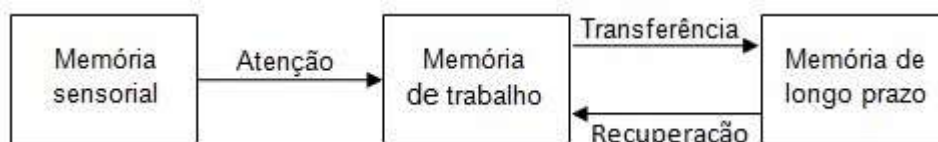
### III.1.1. Estrutura cognitiva humana

A memória, um dos temas mais gerais de estudo da cognição, é considerada como o elemento nuclear do intelecto humano e seu funcionamento está diretamente relacionado ao processo de aprendizagem. Existem alguns modelos teóricos de funcionamento da memória, como o modelo espacial, o modelo da teoria dos esquemas, o modelo dos dois processos, o modelo da especificidade da codificação, do reconhecimento de Mandler e o modelo baseado na teoria do traço difuso (NEUFELD 2001). São modelos que diferem nas funções e limitações dos elementos, mas que se baseiam numa mesma estrutura geral de funcionamento, cujas fases são a aquisição, o armazenamento e a recuperação das informações (SCHWARTZ e REISBERG, 1991).

A despeito da existência e da diferenciação de tantos modelos, o modelo espacial ou modal de Atkins e Shiffrin (1968) ainda é bastante usado como referência para os estudos no tema (GRIGGS 2009). A Estrutura Cognitiva Humana (ECH), conforme propõem Atkins e Shiffrin (1968), consiste em um esquema hierárquico de assimilação, formado por três componentes básicos, através dos quais as

informações são processadas até se consolidarem como retidas. Os autores sugerem que as funções de captação, armazenamento e recuperação são executadas pela memória sensorial, de trabalho e de longo prazo, respectivamente; e que é o estabelecimento da informação nesta última e sua comunicação com a memória de curto prazo que indica que o aprendizado ocorreu, conforme Figura 8.

Figura 8 - Ilustração da estrutura cognitiva humana pelo modelo espacial



Fonte: Griggs (2009) e elaboração dos autores

A memória sensorial recebe o material ainda sem reconhecimento, por meio dos sentidos e o mantém por um curto espaço de tempo, quando o analisa brevemente e o transfere para um armazenador mais flexível - a memória de trabalho ou memória de curto prazo, processando assim, o material, transformando-o em uma percepção consciente e o armazenando durante o tempo em que ele é utilizado. Daí, esse material segue para a memória de longo prazo, que possui grande capacidade de armazenamento e que guarda essas informações não ativas até que elas precisem ser recuperadas, para serem utilizadas, quando necessário (GRIGGS 2009). O transporte das informações da memória de curto prazo, para a memória de longo prazo depende de alguns incentivos como repetição, codificação adequada da informação, sentido de importância da informação e as estratégias utilizadas para a lembrança (NEUFELD 2001).

Para alguns autores, as MAC de ensino-aprendizagem não satisfazem os requisitos desta estrutura e prejudicam a compreensão e a formação dos alunos, uma vez que, construir o conhecimento preponderantemente através de experiências, não estimula a transferência das informações para a memória de longo prazo.

Em seu trabalho, Mayer (2004) confronta propostas construtivistas que ganharam voz entre as décadas de 60 e 80 e conclui que o construtivismo puro e livre, como ele entendia que era defendido, não é eficiente para a aprendizagem. Seus experimentos sugerem que os estudantes aprendem com um nível seguro de instrução, que os ajude no aprendizado partindo da sedimentação de um conhecimento apropriado, que será utilizado no recebimento de novas informações, integrando-as a uma base estruturada. Nesta mesma linha, Kirschner et al. (2010) defendem que as práticas de ensino com um nível mínimo de instrução comprometem a construção e a sedimentação do conhecimento, de acordo com a teoria de construção cognitiva. Os autores afirmam que estas abordagens parecem desconsiderar as características da ECH, no que se refere à memória de trabalho, à memória de longo prazo e à interação entre elas; e que essa negligência confere certa liberdade aos educadores, envolvendo os estudantes em atividades cognitivas, incapazes de resultarem numa aprendizagem efetiva. Segundo suas



hipóteses, as MAC acionam bastante a memória de trabalho, dando resultados em curto prazo, mas cuja dinâmica de funcionamento não favorece uma comunicação adequada com a memória de longo prazo, principal agente na retenção dos conhecimentos. A memória de trabalho é limitada em número e tempo de retenção das informações e seu desempenho com informações familiares é diferente de como é para novos conceitos, por isso indica-se um contato prévio estruturado com os conceitos necessários à compreensão e assimilação dos conteúdos (SWELLER et al. 2019).

Com resultados que tangenciam tais propostas, o trabalho de Walker et al. (2008) descreve a avaliação de uma classe introdutória de Biologia, comparando um grupo submetido ao modelo tradicional e outro submetido a uma abordagem mista, envolvendo o modelo tradicional e atividades centradas no aluno. Ambos realizaram teste padrão de avaliação de ensino, exames em sala e um *survey* aplicado no início e no final do curso. Após análise dos resultados, os autores sugerem que a utilização de MAC tem melhores resultados globais, quando é aplicada contemplando o modelo tradicional, incluindo leitura e instrução e equilibrando o papel do docente nesse processo.

### III.1.2. Objetivos educacionais

Outro aspecto relacionado ao nível de instrução utilizado em sala diz respeito à relação entre os objetivos e os meios de ensino. Se para a ECH, o aprendizado está diretamente ligado ao estímulo da memória de longo prazo, aqui ele seria dependente da clareza sobre os objetivos educacionais de cada classe, disciplina ou curso, o que esperar do estudante e como avaliá-lo.

#### **A taxonomia de Bloom**

A Taxonomia de Bloom (BLOOM et al. 1956) é um sistema que classifica, de forma hierárquica, os objetivos educacionais. Ela foi elaborada por uma equipe multidisciplinar, envolvendo profissionais especializados em currículos, em docência e em psicologia da aprendizagem, para citar alguns exemplos. Sua proposta original envolvia, no sentido crescente de profundidade e complexidade, o domínio cognitivo, o domínio afetivo e o domínio psicomotor; entretanto, apenas o domínio cognitivo foi concluído em sua implementação. Segundo a taxonomia de Bloom, o desenvolvimento cognitivo avança num percurso que começa com o conhecimento e segue para a compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Cada novo objetivo é construído utilizando como base o que foi desenvolvido na etapa anterior. Cada uma dessas categorias é representada por seu objetivo principal, pelas subcategorias e pela forma de avaliação, considerada de forma particular, para cada uma delas.

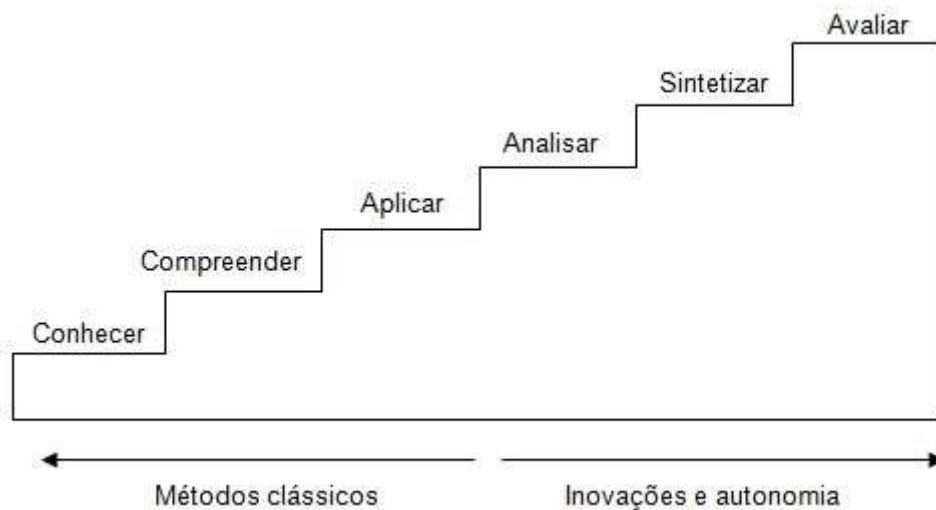
A primeira etapa da taxonomia é o conhecimento, que se desdobra em subcategorias como o conhecimento de fatos, princípios, generalidades e teorias, dentre outros. Esta categoria demanda principalmente o processo psicológico da memória, enquanto nas demais categorias, a memória é apenas parte de um processo mais complexo de relacionamento, julgamento e reorganização das informações. A compreensão, etapa seguinte da taxonomia, se refere à capacidade do estudante de identificar a

informação que está sendo comunicada e de fazer uso interno dela; aqui, o estudante estaria apto para refazer a comunicação mentalmente de uma forma paralela, mas que lhe pareça mais significativa. São considerados três tipos de comportamentos para a categoria da compreensão, que são: a interpretação, a translação e a extrapolação. Após compreender algo pela taxonomia, o estudante estaria pronto para aplicar este conhecimento e, ao ser confrontado por um problema que precisa ser solucionado e para o qual nenhum caminho de solução foi indicado, o estudante deve ser capaz de identificar e realizar a abstração (teoria, princípio, ideia, método), necessários para resolvê-lo. A análise pode ser usualmente considerada como auxílio na compreensão ou mesmo um prelúdio para a avaliação de algo, mas aqui ela é considerada como um objetivo educacional. O caminho para o alcance da habilidade de análise de um material deve passar pela capacidade de analisar seus elementos constituintes, as relações entre eles com suas conexões e interações e o reconhecimento do seu princípio organizacional, como um todo. A capacidade de sintetizar é expressa aqui como aquela que permite ao estudante associar elementos aparentemente desconectados para a formação de um todo. Esta é a categoria do domínio cognitivo que mais fomenta o uso da criatividade, mas que deve ser delimitada pelo conhecimento de cada uma das partes, suas restrições e funções. À medida que esta capacidade avança, o estudante é capaz de criar uma unidade com os elementos que possui, conceber a síntese como uma cadeia de operações e como um conjunto de relações abstratas, que precisam ser descobertas ou deduzidas para essa construção. A avaliação é colocada como última categoria da taxonomia porque é considerada como sendo um estágio da cognição que envolve uma combinação dos comportamentos do conhecimento, da compreensão, aplicação, análise e síntese, com a adição do valor, como critério a partir do qual ocorre o julgamento. As avaliações são realizadas em termos de evidências internas e critérios externos (BLOOM et al. 1956).

Ao estabelecer a taxonomia como base na elaboração do programa de uma disciplina, por exemplo, o educador separa os seus objetivos educacionais e pode criar estratégias de alcance destes objetivos que, invariavelmente demandam encaminhamentos distintos. De acordo com March (2006), a utilização das metodologias deveria corresponder aos objetivos cognitivos de Bloom, para cada disciplina, com as formas de trabalho categorizadas entre aquelas mais próximas do ensino tradicional, aquelas com maior foco no trabalho em grupo e aquelas com ênfase no desenvolvimento autônomo do estudante, como esquematizado na Figura 9.

March (2006) sugere que se o objetivo cognitivo da disciplina está localizado entre as três primeiras etapas deste desenvolvimento, então a metodologia escolhida deve ser de natureza mais expositiva e detalhista, mais próxima do ensino clássico. E, à medida que este objetivo segue na rota da taxonomia, a abordagem escolhida avança na promoção da autonomia do aluno, alterando o nível de instrução por parte do professor.

Figura 9- Associação da taxonomia de Bloom com os tipos de metodologia utilizados em sala



Fonte: March (2006) e elaboração dos autores

### A tipologia dos conteúdos

De forma semelhante, Zabala (1998) descreve a tipologia dos conteúdos no processo de ensino, sugerindo que cada um seja explorado de acordo com sua natureza. Para ele, os conteúdos factuais são mais bem assimilados por meio da repetição e da utilização mecânica, sendo de fácil esquecimento quando pouco demandados; os conteúdos conceituais precisam de elaboração e construção pessoais, com atividades que promovam forte atividade mental e o estabelecimento de relações, trazendo significado e funcionalidade; os conteúdos procedimentais, que envolvem ações ordenadas para a realização de um objetivo, devem ser realizados pelos alunos, para que haja aprendizagem; e os conteúdos atitudinais, incluindo valores, atitudes e normas, estão associados a componentes cognitivos, afetivos e condutuais. Neste ambiente, mesmo para os conteúdos que demandam menos o estilo transmissivo, o papel ativo do aluno não deve anular o papel do professor, cuja maior responsabilidade é promover, ao máximo, os vínculos entre os conteúdos colocados e aqueles conhecidos previamente pelos alunos. Isto posto, o autor argumenta fortemente sobre o cuidado com a identificação de modelos fixos aparentemente apropriados para um curso ou disciplina, desconstruindo a ideia de que haja uma solução pronta e trazendo um olhar fluido para as práticas adotadas em sala, sua avaliação e melhoria contínuas.

#### III.1.3. Estilos de aprendizagem

Sabendo-se que o processo de aquisição e sedimentação das informações é baseado principalmente na memória e depois de entender que ele deve ser conduzido de formas diversas, de acordo com cada

objetivo educacional, esta subseção traz a diferença dos estilos de aprendizagem dos alunos, que definem, basicamente, como cada aluno é estimulado a aprender.

Estar envolvido e entusiasmado também é um fator obrigatório para que haja engajamento do estudante em seu processo de aprendizagem (KONOPKA 2015, THARAYIL et al. 2018). Além de estrutura e clareza de apresentação dos conteúdos, precisa haver compatibilidade entre tudo que lhe é ofertado em sala e o seu estilo de aprendizagem. Os estudantes aprendem de diversas formas e aprendem mais facilmente quando são ensinados de forma complementar ao seu modo de aprender, levando em consideração suas habilidades e seus conhecimentos prévios (FELDER e SILVERMAN 1988, BROMLEY 2013, SCHMITT e DOMINGUES 2016).

Adotar uma única abordagem de ensino em sala pressupõe que todos os estudantes tenham o mesmo estilo de aprendizagem e que estejam igualmente envolvidos e encorajados na busca do conhecimento. Porém, já existem várias propostas de identificação dos estilos de aprendizagem dos estudantes, demonstrando possibilidades entre ver, ouvir, ler, escrever, fazer e tantas outras, como caminhos para alcançar o aprendizado (HAWK e SHAT 2007, SOUZA et al. 2017). Esses caminhos, de forma geral, envolvem as etapas de aquisição e processamento das informações, que classificam os estudantes de acordo com o tipo e o nível de recursos internos convocados.

### Modelo de Kolb

Um modelo bastante utilizado e estabelecido na literatura é o de Kolb (1984), cujo trabalho considera que a aprendizagem é concebida como um processo, em que as ideias sobre as coisas são formadas e reformadas através da experiência. Este processo é cíclico e envolve quatro etapas, a saber: a experiência concreta, a observação reflexiva, a conceituação abstrata e a experimentação ativa, conforme Figura 10.

Figura 10- Ilustração do modelo de Kolb (1984) para os estilos de aprendizagem



Fonte: Kolb (1984) e elaboração dos autores

A despeito deste modelo comum a todos, existem particularidades em seu funcionamento, de acordo com o estilo de aprendizagem de cada aluno. Segundo este modelo, as preferências pessoais indicam qual é a fase inicial para cada estudante e o aprendizado mais efetivo ocorre quando as atividades cobrem todas as quatro fases. Aqui, os estilos individuais resultam da combinação de dois processos no ciclo.

Para os alunos de estilo convergente, as habilidades dominantes da aprendizagem são a conceituação abstrata e a experimentação ativa. São alunos com potencial de resolução de problemas, de tomada de decisões e aplicações práticas de ideias. Com um raciocínio do tipo hipotético-dedutível e a expressão controlada de emoções, eles preferem lidar com tarefas e problemas técnicos ao invés de questões sociais e interpessoais.

Os alunos de estilo divergente preferem a experiência concreta e a observação reflexiva. Sua força reside na sua capacidade imaginativa e na consciência dos significados e valores das coisas; a ênfase da sua orientação está na adaptação pela observação, ao invés da ação; possuem melhor desempenho em situações que demandam geração de ideias, estão interessados em pessoas e tendem a ser guiados por seus sentimentos.

Para o estilo assimilador, as habilidades dominantes de aprendizagem são a conceituação abstrata e a observação reflexiva. Seu raciocínio é do tipo indutivo, possui forte capacidade de criar modelos teóricos e de assimilar observações distintas em uma explicação integrada e não é muito focado no convívio com pessoas.

O estilo adaptador tem habilidades de aprendizagem voltadas para a experiência concreta e a experimentação ativa. Sua força reside na resolução de problemas, na ação, na condução de planos e tarefas; seu estilo é chamado adaptador por sua facilidade em adaptar-se a novas circunstâncias e tende a resolver problemas de forma intuitiva, por tentativa e erro, no lugar de analisar as situações. Convive facilmente com pessoas, mas às vezes é visto como impaciente e agressivo.

### **Modelo de Felder e Silverman**

Baseando-se no modelo de Kolb e outros autores, Felder e Silverman (1988) elaboraram um modelo voltado para o cenário da engenharia. Para os autores, cada estilo de aprendizagem tem um estilo complementar de ensino.

Segundo a classificação de Felder e Silverman (1988), a combinação do modo como cada um percebe, recebe, organiza, processa e entende as informações gera um modelo particular de aprendizado, para o qual existem combinações de estilos de ensino compatíveis.

Figura 11- Ilustração do modelo de Felder para os estilos de aprendizagem



Fonte: Felder e Silverman (1988) e elaboração dos autores

De acordo com este modelo, estudantes que processam as informações de forma reflexiva, por exemplo, estão mais aptos a aprender em ambientes que demandem menos a sua participação, ou seja, aqueles com abordagens mais tradicionais, como exemplifica o trabalho de Amira et al. (2019). Nele, os autores pretendem identificar o impacto da utilização da abordagem PBL (*Problem Based Learning*) nos diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes. Os resultados demonstraram que as atividades utilizadas são mais apropriadas para estudantes com estilos de aprendizagem do tipo intuitivo, verbal e global e são pouco eficientes para estudantes com estilos reflexivos, pela classificação dos estilos por Felder e Silverman (1988).

Assim, a direção para a captação da atenção do maior número de alunos em sala, pode ser a adaptação dos estilos de docência, incluindo as metodologias inovadoras, sem excluir o modelo transmissivo e sequenciado, utilizado tradicionalmente nas redes de ensino.

### III.2. Análises

Os cursos de engenharia pretendem formar profissionais com capacidade de aplicar conhecimentos científicos no desenvolvimento de novos produtos, no aperfeiçoamento de processos e para solucionar problemas, em suas diversas ramificações.

O currículo de engenharia é dividido em dois núcleos, o básico e o profissionalizante. Ele está organizado da mesma forma há, aproximadamente, dois séculos (OLIVEIRA e PINTO 2006), cujo modelo segue a linha positivista do conhecimento, de que o aluno precisa aprender a teoria para ser capaz de entender a realidade e a prática profissional (RIBEIRO 2007). No ciclo básico, as disciplinas dos departamentos de matemática, química e física, geralmente seguem isoladas do contexto da engenharia, dificultando o interesse e, portanto, o entendimento por parte do aluno. Enquanto as disciplinas do currículo profissionalizante carecem de envolvimento e compreensão por falta de base, culminando numa desarticulação entre teoria e prática durante quase todo o curso, Felder (2012), coloca o destaque dado aos conteúdos e ao cumprimento de ementas, como foco na avaliação do quanto o estudante consegue memorizar uma prática, que preconiza as informações como estáticas, contradizendo a velocidade com que as mudanças ocorrem na atualidade, por conta das inovações tecnológicas.

O modelo amplamente utilizado pelas escolas de engenharia ainda é o tradicional, com conteúdos trabalhados de forma expositiva por parte do docente, reprodução de procedimentos em laboratórios e

exploração insuficiente de projetos e aspectos práticos da profissão. Como resultado, formam-se profissionais deficientes nas competências e habilidades exigidas pelo mercado de trabalho justificando, por exemplo, a queda na contratação de profissionais de engenharia desde 2011, mesmo com o aumento crescente do número de vagas em graduações de engenharia (LINS et al. 2016).

Vêm-se discutindo a respeito de melhores caminhos para a educação na engenharia, como os trazidos pelas DCN, considerando a organização curricular em matérias, os conteúdos, a falta de comunicação entre as diversas disciplinas e o tratamento interdisciplinar de problemas de engenharia, bem como as práticas pedagógicas, que inevitavelmente estão no centro das reflexões. Felder (1993) já trazia questionamentos voltados à estruturação do currículo, às habilidades do profissional de engenharia formado, à forma como os alunos de engenharia são ensinados e avaliados, e à formação dos professores. Suas reflexões envolvem dois cenários, onde um deles é pautado no ensino tradicional e outro utilizando o que ele chama de metodologia alternativa, que contempla o ensino baseado na transmissão de conteúdos aliados a atividades centradas nos alunos.

Para trabalhar nas melhorias levantadas para os cursos de engenharia, como o desenvolvimento de novas competências, a reestruturação da matriz curricular dos cursos e a integração das disciplinas e dos núcleos, as MAC aparecem como um caminho interessante a ser seguido. A esse respeito, os critérios abordados no presente trabalho podem ser utilizados como referenciais importantes para um balanceamento adequado, no uso de práticas inovadoras, levando à adoção de medidas que se assemelham às chamadas metodologias híbridas, conforme quadro 3.

Quadro 3- Análise para articulação dos núcleos do curso de engenharia, segundo critérios propostos

CRITÉRIO	PONTO DE VISTA	ABORDAGEM
ECH	Defende que exista um contato prévio estruturado com conceitos necessários à compreensão e assimilação de novos conteúdos pelos alunos.	Método tradicional
OE	O núcleo básico representa a fase inicial do percurso da Taxonomia de Bloom e é caracterizado, principalmente, pela exploração de conteúdos factuais e conceituais, o que se alinha com uma abordagem pedagógica de natureza mais expositiva, detalhista, com atividades de repetição.	Método tradicional
EA	Existem diferentes formas de aprender e cada uma requer diferentes formas de ensinar. Para oferecer as condições necessárias para cada aluno, é necessário utilizar abordagens combinadas.	Método tradicional por disciplina e projetos integrando disciplinas no semestre.

Fonte: elaboração dos autores

Durante o movimento para associar os conteúdos de disciplinas do núcleo básico com disciplinas do núcleo profissionalizante, pode parecer razoável trabalhar, desde o início, com as MAC, incitando a

participação dos estudantes na construção dos conhecimentos. Entretanto, segundo alguns critérios, a utilização dessas metodologias pode não ser a mais adequada ao objetivo, conforme exemplifica o Quadro 4.

Replicando a análise do quadro 2 para as modificações da matriz curricular do curso ou para a inclusão de trabalhos que desenvolvam as competências propostas pela DCN, por exemplo, é inevitável que alguns dos critérios revele a necessidade de ponderar a implementação de inovações nos cursos, levando à adoção de medidas que se assemelham às chamadas metodologias híbridas.

As metodologias híbridas de ensino representam modelos pedagógicos inovadores, com interligação curricular, atividades em classe e à distância, momentos individuais, em pares, e em grupo e com integração da tecnologia ao processo de ensino-aprendizagem (MORIN 2017).

Trabalhos recentes vêm demonstrando bons resultados com os modelos chamados híbridos no ensino superior (LAZONDER e HARMSEN 2016, DUVALL et. al 2018), inclusive na área de engenharia (TSAI et al. 2013, WOLDEMICHAEL 2017, DAYAWANSA et al. 2018).

No trabalho de Alkhatib (2018), o autor avaliou a utilização de aulas expositivas, juntamente com plataforma online e a abordagem de sala de aula invertida na disciplina de estruturas de aço, do curso de engenharia; também foram utilizadas avaliações somativas e formativas, além de questionários com estudantes e professores. Os resultados mostraram maior envolvimento dos estudantes com os conteúdos e maior aproveitamento da disciplina.

Dang e Gajski (2014) compararam o desempenho de três turmas de lógica digital, em um curso de engenharia, submetendo cada turma a uma metodologia diferente. A primeira conduzida através do ensino transmissivo convencional, a segunda via internet e a terceira passou por um processo misto, envolvendo o módulo tradicional, além de ferramentas online, discussões e tutoria em classe. Os resultados foram melhores para os estudantes envolvidos no modelo híbrido, nos quais, também foi observado um maior engajamento, tanto dentro, quanto fora da sala de aula. De forma semelhante, Tan e Shen (2018), registraram redução da evasão, aumento dos matriculados, maior habilidade na resolução de problemas e melhor desempenho nos projetos por parte dos alunos, quando envolvidos em atividades mistas na disciplina de processamento digital de imagem, em um curso de engenharia elétrica

As colocações acima convergem na ideia de que a metodologia ideal é aquela que considera as características do meio e os objetivos pretendidos em sala, variando entre uma atuação mais ou menos acentuada do professor. A intenção não é se opor à utilização das MAC e sim, de alegar que elas podem ter maior suporte de métodos clássicos de ensino que favoreçam o entendimento fundamentado de conceitos, princípios e estratégias, mesmo que tais métodos envolvam instruções e estrutura.



### III.3. Considerações finais

Na tentativa de contornar a concepção convencional academicista (VASCONCELLOS 2005), na qual predomina o cumprimento do conteúdo programático que por vezes, tem valor por si próprio, mesmo que desconexo do contexto do indivíduo percebe-se que um movimento entre os cursos de engenharia pode levar ao outro extremo, valorizando a realidade pura, com as vivências e as experiências imediatas postas em um pedestal, algumas vezes, em detrimento das elaborações teóricas, o chamado basismo. Entretanto, ambas se classificam como tendências não-dialéticas entre conhecimento e realidade, às quais, falta a ponte para a compreensão, comunicando estes pontos. Com a preocupação de que os novos currículos invistam no desenvolvimento de habilidades em detrimento dos saberes, Perrenoud (2002) enfatiza a importância de manter o lugar dos saberes em sala, com o cuidado para que os estudantes aprendam como mobilizá-los e pô-los em sinergia no momento oportuno. O desafio, neste ponto, é equilibrar esses papéis.

As nuances apresentadas por este trabalho, enquadradas pela teoria cognitiva humana, pelos objetivos educacionais e pelos estilos de aprendizagem dos alunos, representam parte de uma rede complexa que retrata o processo de ensino-aprendizagem e demandam visão holística e parcimônia dos gestores educacionais de engenharia. Nesse sentido, a elaboração de planos híbridos, resultantes de análises prévias e que combinem as propostas sugeridas pelas DCN com as necessidades no contexto de cada curso, parece um caminho mais assertivo e seguro para a formação dos profissionais de engenharia.

## CAPÍTULO IV – FATORES INTERVENIENTES DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

### IV.1. Introdução

A intenção deste trabalho é averiguar o nível de qualidade dos cursos de engenharia de controle e automação no Brasil, como forma de identificar oportunidades e possíveis caminhos de melhoria do ensino na área, com a tendência pela utilização de metodologias ativas-cooperativas.

A verificação da qualidade dos cursos foi realizada utilizando um dos instrumentos avaliativos do SINAES, o ENADE, Capítulo II. Tal atividade focalizou o olhar para os cursos de engenharia de controle e automação do Brasil, como um todo; para os cursos de conceito 5 no ENADE e para o curso da UFBA.

Com a análise desses resultados, o trabalho com metodologias ativas-cooperativas surge como forma de dirimir as dificuldades encontradas nos cursos, principalmente em quesitos como a promoção de maior articulação entre a teoria e a prática das disciplinas, maior abertura para a interdisciplinaridade e a inclusão do contexto na exploração dos conteúdos, estimulando visão global e sistêmica no futuro profissional de engenharia. Aliadas a isso, estão as demandas associadas com o atual contexto da engenharia, discriminadas no capítulo introdutório deste trabalho, como o desenvolvimento de competências durante a jornada de formação, o favorecimento do protagonismo do aluno e a necessidade de incluir a área de humanas na jornada acadêmica desses profissionais, como forma de integrar sua formação.

Assim, antes de identificar possíveis abordagens, foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre fragilidades e limitações das metodologias ativas-cooperativas, com a qual foram encontrados alguns pontos que argumentam a favor do equilíbrio na utilização das abordagens pedagógicas, desde as mais clássicas, chamadas conteudistas, até as mais centradas no aluno.

Então, para direcionar o planejamento dessas mudanças, foram levantados alguns fatores relevantes para reformas na área de ensino, considerando ações de inclusão das diversas metodologias. Esses fatores revelam que o trabalho com o nível organizacional, o manejo curricular, o programa de avaliação, o pertencimento do aluno, a capacitação e a valorização do professor são fatores essenciais e podem ser considerados pilares de sustentação para mudanças dessa ordem.

A próxima seção traz alguns fatores importantes para a melhoria da qualidade do ensino superior, conceituando e argumentando a importância de cada um para os cursos, de uma forma geral, além de apresentar, quando possível, sua realidade para os cursos de engenharia. No final de cada item, são listadas algumas ações complementares que se relacionam a esses aspectos, com exemplos de aplicações para o curso de engenharia de controle e automação da UFBA.

## IV.2. Fatores complementares para o processo de ensino-aprendizagem

### IV.2.1. Curso

A instituição de ensino constitui o campo formador de um curso, posto que é o ente responsável pela promoção da educação, seja representada pela infraestrutura, pelo modelo de gestão, pela conduta dos seus funcionários, por seus valores, visão e missão (WALLACH 1983, CUNHA 2011). Por isso, embora o cenário de melhorias na esfera metodológica aponte explicitamente para mudanças na atuação do professor, para que seja possível consolidar novos modelos de ensino, é necessário um planejamento de mudanças que mobilize toda a rede envolvida, culminando numa nova cultura acadêmica. Essa nova cultura, expressa pelo comprometimento de gestores administrativos, professores, alunos e outros grupos envolvidos, irá garantir o progresso continuado de qualquer mudança no ambiente de ensino (ARENDALE 2004, TINTO e PUSSER 2006, FERREIRA et al. 2005).

O estabelecimento de novos papéis em toda essa rede é essencial na preparação do ambiente para seu novo funcionamento. O trabalho de Arendale (2004), que incorpora diversas práticas educacionais cooperativas, traz alguns princípios básicos importantes para qualquer programa de inovação pedagógica, incluindo, entre estes, o forte apoio da instituição. Ele salienta que a medida do sucesso de qualquer intervenção é proporcional ao nível de suporte institucional. De forma semelhante, Tinto e Pusser (2006) colocam que vários observadores apontam para um vínculo direto entre a postura da instituição e sua eficácia como instrumento da educação, através de sua disposição para investir recursos e atenção no âmbito do seu funcionamento. Na percepção dos estudantes, o papel da instituição também vem sendo apontado como essencial para a mudança. No trabalho de Marin et al. 2010, os autores estudam os efeitos da inclusão de novas metodologias num curso a partir de entrevistas com os alunos. A compilação das respostas sugere que o nível de sucesso com o método utilizado teria relação direta com o envolvimento e suporte do corpo acadêmico e institucional para a sua implementação. Cousins-Cooper et al. (2019) reportaram sua experiência na implantação de novas metodologias para melhorar o rendimento e a retenção dos estudantes de um curso superior. Dentre as lições aprendidas, eles citam que é imprescindível a colaboração continuada de elementos internos e externos à sala de aula, para perceber o funcionamento e ajustar os cenários de acordo com as expectativas do curso. Neste movimento, a instituição deve participar de todo o processo, como maior interessada nos resultados, e não somente como provedora de recursos. Em Bathgate et al. (2019), os autores utilizaram grupos focais, estudos de caso e projetos para investigar que tipo de fatores promovem o sucesso na adoção de uma abordagem inovadora em classes de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Os resultados compilados mostram que, além da abertura pessoal do professor pelas práticas inovadoras e da receptividade dos estudantes, a disposição acadêmica, percebida como suporte do departamento e dos

pares e a disponibilidade de recursos para atuar, são os itens mais apontados como relevantes para as novas práticas.

Aspectos como a disposição sequencial e compartimentada dos currículos, a carga horária dos cursos, a comunicação não-sistemática entre departamentos, a dispersão dos objetivos docentes e a ausência de propósitos institucionais são colocados como de grande impacto na experiência com metodologias ativas (RIBEIRO 2007, DANCY e HENDERSON 2010) e categorizam os esforços das instituições como procedimentais. Entretanto, promover alterações no modelo educativo perpassa a disponibilização de recursos, profissionais, treinamentos e infraestrutura e segue até o entendimento do que é o novo modelo para todos os profissionais envolvidos no processo educacional, enquadrando os esforços primordiais como atitudinais, que envolvem valores, comportamentos e normas (ZABALA, 1998). A revisão da noção de ensino, dos resultados esperados e dos valores enaltecidos pela instituição deve ser a base que fornece coesão e identidade à mudança.

Para que seja possível realizar mudanças em um curso, a instituição, como elemento estrutural, precisa conceder espaço para novas concepções em seu ambiente. De alguma forma, é necessário que a instituição tenha consciência do seu papel como sendo o propulsor para a mudança (TINTO e PUSSER 2006, FERREIRA et al. 2005, DANCY e HENDERSON 2010) construindo uma nova imagem a partir destes novos valores, expectativas e objetivos educacionais e que haja disposição para investir em ações como revisão curricular e de carga horária, comunicação entre os setores e departamentos, a disponibilização de recursos e investimento em infraestrutura e capacitação de profissionais dos diversos setores envolvidos, incluindo técnicos, pedagogos e docentes (RIBEIRO 2007).

E o impulso inicial é influenciado pelo modelo de gestão de cada instituição e curso. É ele que lhe confere identidade, a partir das definições de seus valores, missão e visão (FERREIRA et al. 2005). Disso decorre o seu funcionamento, como seus setores estão organizados, como são os seus procedimentos, normas e regras e como são dispostos os seus recursos humanos e materiais. No âmbito da educação superior, Dewes (2017) traz o modelo de gestão como sendo o manejo dos tempos e espaços formativos, que compreende o aspecto administrativo e o burocrático, além do educacional.

Entretanto, há que se incluir aqui a diferença referente à categoria administrativa das instituições. Cunha (2011) considera que a gestão estratégica das IES privadas lhes permite maior flexibilidade para conduzir as mudanças necessárias, ditadas pelo fluxo de inovações do setor de educação superior; enquanto as IES públicas veem este movimento interrompido pela concorrência com investimentos oficiais de outras naturezas no setor público. As IES públicas possuem estruturas organizacionais complexas, que variam algo em seu contexto, mas que se assemelham umas às outras pelo seu objetivo mais amplo, guiado pela legislação, o que as torna entidades caracterizadas pela burocracia. Trata-se de organizações com ambiguidades na divisão interna da sua gestão, vasta distribuição hierárquica e com

as divisões de trabalho e regras bem direcionados a aspectos legais, os quais limitam as ações de cunho gerencial (PESSOA, 2000; PANIZZI, 2004; SALES, 2014). Aqui, é importante considerar também, que seu funcionamento é constituído de políticas e programas públicos educacionais, além de relações estabelecidas com órgãos do governo e agências de fomento (DEWES e BOLZAN 2014), condicionando seus movimentos para inovações.

Ainda no que concerne à categoria administrativa, se por um lado, as universidades federais vivem certo comedimento na ordem da gestão, como colocado anteriormente, por outro lado, com uma dinâmica fortemente voltada para a pesquisa, as universidades federais são responsáveis por marcos animadores, ressaltando seu potencial de produção científica, conforme relatório emitido recentemente pela Clarivate Analytics. O documento mostra que a responsabilidade por mais de 95% das publicações na Web of Science entre 2011 e 2016 é das universidades públicas federais e estaduais, levando o Brasil a ocupar a 13ª posição, na fila da produção científica global. Entre as 15 universidades que publicaram mais da metade dos trabalhos científicos brasileiros, todas são públicas e 10 são federais. Com relação ao impacto das citações, medido em citações por publicação (CPP), o Brasil obteve um aumento de 18% no índice. Neste quesito, 11 das 15 instituições responsáveis são universidades federais, que ocupam também as 5 primeiras posições neste ranking (CLARIVATE ANALYTICS, 2019).

Além disso, em termos de categoria acadêmica, a orientação das universidades para aliar graduação, pesquisa e extensão se apresenta aqui como oportunidade para a condução de atividades mais exploratórias e integradoras de ensino, ressaltando a perspectiva de unidade entre esses aspectos, como caminho para exploração dos conteúdos de forma menos abstrata, além do desenvolvimento de competências na graduação.

A partir do entendimento da importância de um trabalho coerente com a missão e realidade atual do curso; e para garantir a integração das diversas cadeias de serviço, este trabalho propõe algumas ações, conforme listadas abaixo:

- Criação de um núcleo pedagógico multidisciplinar, como elemento chave do processo de reforma, para atuar de forma matricial no trato com docentes, alunos e setores que rodeiam esse binômio, como o mercado de trabalho, a pós-graduação, empresa júnior e a sociedade, entre outros.

Essa ação é justificada pela necessidade de centralizar o direcionamento das atividades previstas. Além disso, a participação de profissionais da área de pedagogia agrega ao núcleo o poder de revisão dos paradigmas do ensino superior, trazendo diretrizes orientadoras para garantir a melhoria da aprendizagem (AMORIN 2009, LIBÂNEO 2000).

- Revisão do planejamento político pedagógico do curso (PPPC), seguindo uma sistemática de elaboração e controle. O planejamento político pedagógico, é o instrumento que possibilita a

integração dos objetivos do curso por todos os seus setores, a disseminação dos valores, a construção coletiva de conhecimentos. Seu papel, antes de parecer um ato burocrático, está em articular as práticas da instituição a partir de uma referência (VASCONCELLOS 2005) que se aperfeiçoa ao longo da sua utilização.

Para o CECA UFBA, por exemplo, atendo-se ao propósito de melhoria no processo de ensino-aprendizagem do curso, podem ser realizados alguns encontros, não para conceber um novo PPPC, qual seja propor um incremento ao instrumento pré-existente, abordando os aspectos considerados neste trabalho. Para isso pode-se utilizar, como quadro teórico de referência, as formulações de Vasconcellos (2005), que considera que o quadro de ações de uma proposta de cunho pedagógico é resultado da tensão entre a situação atual do curso e o ideal teórico para o mesmo, conceitos que podem ser revistos e enriquecidos em conjunto.

#### IV.2.2. Currículo

No trabalho de revisão das formas de ensino, considerando um novo programa de ensino, com abordagens associadas aos modelos clássicos de ensino, a revisão da matriz curricular é importante e pode variar com a metodologia em voga, em algum nível, a serviço da integração de saberes, inclusão das aptidões naturais no aprendizado, construção do conhecimento holístico, foco na qualidade e não na quantidade de informações; diminuição da necessidade de abstração, aumento do nível de atuação do aluno e expansão das arestas do conhecimento, ofertando a sinergia das interações, da criatividade e da pesquisa além da reprodução e memorização do que está nos livros (CARBONELL 2013).

A matriz curricular dos cursos de engenharia está organizada por matérias, geralmente diferenciadas entre teóricas e práticas, acadêmicas e utilitárias, fundamentais e secundárias, com seus espaços preenchidos por conteúdos acabados, de acordo com o chamado currículo oficial normativo.

De uma forma geral, os cursos de engenharia disponibilizam informações abundantes nas áreas de matemática, física e química, que constituem a base do curso. Entretanto, o currículo adotado tradicionalmente segrega esses saberes (MORIN 1999, VASCONCELOS 2005, SILVA 2013), dificultando sua compreensão holística por parte do aluno, que é muito estimulado a memorizar, repetir e reproduzir, em detrimento de refletir, criticar e criar. O que condiz com as teorias tradicionais do currículo, geralmente fundamentadas na pedagogia dos objetivos, bastante difundida no Brasil sob a forma do tecnicismo (SILVA 2013). Além disso, o formato departamentalizado dos cursos em IES públicas também gera lacunas no entendimento, pois os docentes dos departamentos de apoio desconhecem o contexto da utilização de muitos conceitos na engenharia, oferecendo aos alunos o que

pode ser recebido como uma teoria vazia, comprometendo sua motivação e envolvimento no curso (BUARQUE 1994, MORIN 1999, SILVA 2013).

As ações propostas para trabalhar o currículo dos cursos estão baseadas, sobretudo na possibilidade de incluir projetos e problemas para serem trabalhados no curso, oferecendo contexto para o aprendizado das disciplinas básicas, trazendo o aluno para a atmosfera da engenharia. Esses projetos devem trabalhar a articulação entre a teoria e a prática, conteúdos básicos e profissionalizantes; estes devem possibilitar ao estudante vivenciar a complexidade dos problemas e desenvolver as competências humanísticas que vêm sendo trazidas pelas DCN. Buarque (1994) já trazia proposições nessa linha, quando colocava a importância da aproximação entre disciplinas diversas, a ação conjunta da universidade com setores externos e discussões incluindo o campo das artes, esportes e filosofia nos cursos.

- Mapear disciplinas críticas dos cursos, com foco na permanência dos alunos e no aumento da eficiência do processo de ensino-aprendizagem do curso.

A partir dos índices de reprovação, rendimento e trancamento das disciplinas do curso ao longo dos anos, é possível identificar fatores desafiadores a serem trabalhados para a disciplina selecionada, desde as disciplinas utilizadas como base, o nível de complexidade do semestre, entre outras informações. Essa atividade permite o mapeamento de vulnerabilidades na jornada do curso, e a condução de ações pontuais, trazendo assertividade e resultados em curto prazo.

Além da possibilidade de atuar de forma corretiva, um mapeamento dos índices do curso, juntamente com análises prévias do resultado do ENADE, possibilita a compreensão de sua identidade e a partir disso a identificação de inconsistências entre o seu funcionamento e suas aspirações, delimitadas no planejamento político pedagógico. De acordo com a análise da ementa das disciplinas do CECA UFBA, por exemplo, foi possível identificar o oitavo semestre do curso como um possível piloto para novas propostas, já que essas disciplinas se relacionam diretamente com os conteúdos reincidentes com baixo percentual de acerto pelos alunos, nas três edições do ENADE avaliadas.

- Trabalhar com projeto integrador em disciplina introdutória do curso de engenharia, para apresentar ao aluno, uma nova forma de aprender, situando os objetos de conhecimento no contexto de cada um, como a infraestrutura da própria instituição de ensino. Esse projeto oportuniza o aluno a conhecer a sistemática de unificação entre ensino, pesquisa e extensão, tendo apoio de estudantes da pós-graduação como consultores, em suporte ao professor. A intenção é de que os alunos identifiquem oportunidades de melhoria na infraestrutura da instituição e fomentem propostas para sanar os problemas encontrados, utilizando suas hipóteses e conceitos básicos que serão vistos durante a disciplina.

- Promover visitas técnicas anuais, nos semestres do ciclo básico do curso, como forma de aproximar os alunos do contexto da engenharia, neste período em que o foco de seus estudos estará voltado para as disciplinas dos departamentos auxiliares, como matemática, química e física. A proposta aqui é de promover o contato dos alunos com os diversos ambientes de trabalho dos profissionais de engenharia de controle e automação, os diferentes organogramas de cada empresa e o diferencial no papel e, portanto, nas habilidades e competências requeridas para esses profissionais em ambientes industriais de 1ª, 2ª e 3ª geração, em empresas de consultoria de projetos, laboratórios técnicos e de pesquisa.
- Trabalhar com projeto integrador técnico-humanista no ciclo profissionalizante do curso, para integrar a utilização e a construção de conhecimentos técnicos do curso com os conhecimentos referentes à linha humanística, como sociologia e filosofia.

Por se tratar de uma área distante do cotidiano acadêmico dos alunos, é importante que o projeto seja iniciado com palestras sobre temas relacionados às humanidades, trazendo conceitos gerais e específicos do tema em estudo, para estimular a aquisição do conhecimento e a formação de visão crítica por parte do aluno sobre o papel do profissional de engenharia na sociedade.

- Realizar um observatório anual, um ciclo de reuniões dos docentes à frente do grupo com empresas do setor de produção e projetos e com representantes da comunidade no entorno da escola, como forma de identificar oportunidades para serem utilizadas nos grupos de trabalho das diversas disciplinas, favorecendo a integração entre ensino, pesquisa e extensão e a interdisciplinaridade. Em um segundo momento, os docentes poderão detalhar o funcionamento dos projetos integradores inspirados com o observatório anual. Nele, os professores farão todo o planejamento dos projetos integradores, desde elaboração da matriz dos objetos de conhecimento e das disciplinas envolvidas, o semestre adequado e as possibilidades de finalização.

#### IV.2.3. Avaliação

A avaliação vem sendo utilizada como instrumento para determinação do nível de aprendizado do estudante ao final do cumprimento de um programa de ensino. Da forma como é utilizada, sua função se encerra quantificando uma possível assimilação de conteúdo, o que, segundo Luckesi (1998), seria a descrição do processo de verificar e não de avaliar, de acordo com o conceito da palavra. O ato de avaliar não se encerra com a determinação de valor, pois sim, segue com uma tomada de decisão a respeito do objeto avaliado. No meio educacional, a avaliação deveria direcionar as ações para garantir a aprendizagem dos estudantes, alcançando os resultados pretendidos com os objetivos educacionais. Para



Anderson (2007), a avaliação do estudante deve representar o centro do processo educacional, na medida em que tem o poder de informar, controlar e melhorar a eficiência do processo. A associação entre aprendizagem e avaliação vem sendo explorada há algumas décadas (LUCKESI 1988, SADLER 1989, MESSIK 1994, BENNET 2015, BRAUND e DELUCA 2017), enfatizando a importância da avaliação nos processos de ensino, como suporte na prática pedagógica utilizada.

Classificando os tipos de avaliação, além da tradicional avaliação somativa, que pretende mensurar a eficiência do processo de ensino-aprendizagem ao final do curso, Bloom (1998) considera também a avaliação diagnóstica, que é muito utilizada no início dos cursos ou de cada assunto, como forma de mapear o nível de conhecimento dos estudantes no tópico abordado, direcionando o caminho de exploração dos objetivos educacionais; e a avaliação formativa, que informa o desempenho dos estudantes ao longo do curso, permitindo que a abordagem utilizada seja revista de forma contínua e que o próprio estudante esteja atento ao seu processo. Romão e Pereira (2016) incluem, além das supracitadas, as avaliações do tipo mediadora, baseada em discussões entre aluno e professor; a emancipatória, contemplando ações envolvendo o ambiente escolar; e a avaliação dialógica, apoiada nos princípios de Paulo Freire, no caminho de promoção da autonomia no estudante. Todas, caminhos possíveis e ajustáveis às realidades de cada ambiente educacional.

A revisão das práticas de avaliação é importante, sobretudo nos trabalhos utilizando abordagens diversificadas em sala. Neste novo cenário, é coerente que essas práticas sigam a tendência de reservar ao aluno grande fatia na responsabilidade sobre o seu aprendizado. Aqui, as avaliações formativas, as autoavaliações e as avaliações por pares têm sido fortes aliadas no processo de ensino e vem sendo incluídas nos chamados processos de avaliação, por vezes associadas com as avaliações diagnósticas e somativas, resultando em um melhor aproveitamento dos estudantes (VIDIC 2006, RAUD 2010, BEVAN et al.2014, CHEN et al. 2018, TASKIN 2018). No estudo de caso de Vidic 2006, o autor formulou um programa de avaliação em que o desenvolvimento dos alunos é verificado continuamente, dando-lhes feedback sobre os resultados acertados, sobre seu nível de melhoria e sobre sua posição diante do desempenho geral de cada turma. Essa avaliação é complementada com a autoavaliação e a avaliação por pares, e o resultado é um importante indicador do progresso no processo de aprendizagem de cada estudante, além de identificar suas características principais. O programa de avaliação planejado pelo autor consegue medir a assimilação de conteúdos e as habilidades e competências pretendidas pela metodologia utilizada. Bevan et al. (2014) realizaram estudo comparativo do nível de entendimento entre alunos de uma classe de ensino e avaliações tradicionais e uma classe com abordagens centradas no aluno e com programas alternativos de avaliação. Os resultados demonstraram que o nível de aprofundamento no entendimento dos alunos da classe tradicional diminuiu de forma significativa ao longo do semestre, enquanto essa redução é mínima na outra classe e, quando ocorre, pode ser recuado devido ao programa de avaliação continuado, além dos tradicionais exames escritos.

A promoção da avaliação como um meio para ensinar, todavia, sucede uma cadeia de intervenções que vão desde manter a congruência entre os objetivos educacionais e os objetivos da avaliação, na fase do planejamento, até uma monitoração contínua durante seu uso em sala. Em um estudo de caso, após modificações realizadas no programa de avaliações de um curso, Driessen e Vleuben (2000) defendem que, para isso, é necessário haver planejamento cuidadoso, esforço, pesquisa e controle, promovendo sua qualidade. O trabalho salienta que o maior movimento em direção aos modelos de ensino centrados no aluno e o seu aprendizado continuado não terá resultados a menos que haja um programa adequado de avaliação adaptado a cada curso.

A esse respeito, o maior desafio é lidar com a meta de cumprimento de programa e com o despreparo, pois, utilizar avaliações alternativas à tradicional somativa requer que o docente esteja perceptivo ao fenômeno de equívoco dos estudantes e disponível para trabalhá-lo de forma construtiva. Neste percurso de mudança, são necessários esclarecimentos conceituais de forma a respaldar as novas práticas e a visualizar seus impactos na jornada dos estudantes e dos professores (BURKHARDT e CHOENFELD 2018).

Algumas ações iniciais podem ser realizadas:

- Elaboração de avaliações diagnósticas para identificar deficiências no ciclo básico do curso, especificamente para matemática, física e química. Através deste processo de avaliação e de um movimento para dirimir as dificuldades identificadas, é possível promover a melhoria da qualidade na formação dos estudantes, trabalhando neles os requisitos mais importantes para a articulação entre os ciclos básico e profissionalizante.

Para o curso de Engenharia de Controle e Automação da UFBA, por exemplo, podem ser elaboradas as avaliações diagnósticas conceituais para os semestres iniciais, de acordo com a ementa de cada disciplina. Essas avaliações são disponibilizadas para os alunos, no final de cada semestre e o resultado pode ser utilizado para o mapeamento de alguns pontos como o rendimento médio da turma para aquele semestre pontualmente, o rendimento médio da disciplina por professor e o rendimento médio por tópicos, dentre outros.

Os resultados podem demandar reuniões para reformulações de algumas disciplinas, formação de grupos de monitoria para alavancar determinados tópicos críticos com os alunos das próximas turmas ou minicursos de férias, como tentativa de ajustes logo depois do semestre; além de projetos focados para trabalhar conteúdos de necessidades críticas para o curso.

- Utilização de avaliações formativas no ciclo profissionalizante, como forma de apoiar o aluno na sua trajetória de aprendizagem e ao professor, durante a condução de seu trabalho.

Para o CECA UFBA, esse movimento poderia começar pelo oitavo semestre, já identificado como um período de atenção, pelos resultados do ENADE. Nesse caso, para cada disciplina desse período, seriam elaborados questionários semanais, abordando os conteúdos trabalhados na semana, a fim de identificar as maiores deficiências dos alunos. Os resultados podem indicar dificuldades particulares do aluno ou dificuldades tendenciosas da turma, que podem ser trabalhadas em conjunto com o docente através de atividades e abordagens diversas. No caso de dificuldades particulares, o aluno pode ser orientado quanto a materiais extras, vídeos didáticos e novas estratégias de estudo.

#### IV.2.4. Professor

Tradicionalmente, o professor exerce o papel de detentor do conhecimento em sala de aula. As informações que acumulou nos anos de estudos, devido ao tempo de contato com o tema e os seus desdobramentos e à experiência com a prática, lhe conferem o lugar de palestrante especialista que divulga esses conhecimentos através, principalmente, da sua narrativa e alguns recursos. Com as práticas pedagógicas centradas no aluno, o professor precisa revisar sua atuação em sala de forma a se tornar um tutor no processo de ensino-aprendizagem. Neste novo lugar, seu senso analítico direciona seus esforços no sentido de incentivar o interesse do aluno por aprender e guiá-lo neste caminho. Isso é realizado desde a idealização e o planejamento até a intervenção durante as atividades. Talvez a grande mudança na postura de ensino, entre a abordagem tradicional e a centrada no aluno, seja a adaptação de um estilo dedutivo, que parte de conceitos e princípios e segue com as aplicações; para um estilo indutivo, em que esses conceitos e princípios são levantados no contexto de suas aplicações. Porém, essa tal transição não ocorre de forma trivial, sendo necessário treinamento adequado e certa vivência com essa prática (FELDER 2012).

No trabalho com abordagens centradas no aluno, mesmo que associadas a metodologias clássicas, é importante considerar o perfil e as demandas de cada turma, sabendo que esses fatores convocam diferentes atuações do professor. Neste contexto, é tarefa dele saber direcionar os estudantes sem ajudá-los, de forma que eles possam explorar suas habilidades de análise e comunicação, mantendo seu entusiasmo. Essas novas necessidades em sua atuação atribuem ao professor um papel de alta relevância, agregando-lhe novas responsabilidades, quando comparadas às práticas tradicionais de ensino, não sendo mais suficiente somente a sua formação especialista (BERBEL 2011, PAIVA 2016). É essencial que os professores se sintam envolvidos nas questões pedagógicas e entendam que elas devem fazer parte de sua formação como apoio em suas atividades (RIVETTA 2018). O trabalho de Andrews et al. (2019) investigou a relação entre o conhecimento do professor e suas práticas de ensino, para professores de cursos de biologia que se intitulavam ou foram apontados como utilizadores de metodologias ativas. A análise qualitativa concluiu que a intenção e o empenho em mudar a abordagem pedagógica não são

suficientes para que isso ocorra efetivamente. Segundo os autores, existe um grande diferencial entre a docência baseada em conteúdo e aquela baseada em conhecimento pedagógico. O entendimento de que é necessário revisar a metodologia tradicional utilizada largamente em sala pode ter gerado a impressão equivocada de que qualquer pessoa ou instituição possa utilizar atividades voltadas ao aprendizado ativo e alcançar resultados satisfatórios com isso. Quando, na realidade, a implementação adequada destas práticas depende de uma sinergia singular de conhecimentos, além do que os docentes costumam utilizar no planejamento de suas palestras.

De fato, em qualquer abordagem utilizada, o saber docente é fator participante e influenciador de sua conduta. Este saber, que agrega informações sobre a realidade cotidiana e biográfica do professor, além de suas necessidades, recursos e limitações, é força motriz na concepção das suas práticas em sala (Tardif 2014). O que muda, com as metodologias inovadoras é o peso dessas competências, que precisa interferir na tradicional centralização dos saberes técnicos. Uma nova forma de perceber e tratar os alunos, que não seja somente pautada nas crenças, representações e certezas adquiridas em sua trajetória, precisa fazer parte do repertório de cada professor, possibilitando a almejada construção, no lugar da reprodução do conhecimento.

A prática de ensino de engenharia vem imbuída da racionalidade instrumental como tradição, tratando o conhecimento como produto de consumo imediato (CASTRO 2015). O professor de engenharia inicialmente tem o perfil que domina o conhecimento e acumula experiência profissional. E, a partir dos anos 90, ele transita para o perfil que domina o conteúdo, com título de mestrado ou doutorado. Entretanto, considerado o perfil que possui vasta experiência nos setores de produção ou aquele que possui elevado grau de titulação, o que se percebe ainda hoje, é a contínua carência de formação didático-pedagógica, levando esses profissionais a repetirem em sua docência, em grande maioria, as experiências de aprendizagem que viveu em sua formação enquanto aluno, cuja função se finda na transmissão desses conteúdos com aulas expositivas e práticas de laboratório (MOLISANI 2017).

O trabalho de Dantas (2011) demonstra essa ausência de espaço para os aspectos didáticos, que complementem o exercício de sua função. Nesse estudo sobre a percepção de docentes de engenharia, as metodologias de ensino aparecem como tema de maior importância para serem trabalhadas numa formação complementar dos docentes, bem à frente de aspectos como a avaliação da aprendizagem, relações pedagógicas e concepção de competências, temas que deveriam embasar uma capacitação em novas metodologias.

Para trabalhar a complementação da formação do docente de engenharia é preciso investir em sua capacitação, considerando alguns temas compulsórios. É importante que essa capacitação seja conduzida por um modelo misto, associando metodologias ativas-cooperativas com a expositiva, incluindo a elaboração de pilotos e avaliações dos trabalhos por pares em cada atividade.

- Capacitação dos docentes na elaboração e na utilização do projeto de ensino-aprendizagem, considerando sua função de organizar o diálogo entre as necessidades de cada turma e o cumprimento do programa. Para isso, além do entendimento do papel do projeto de ensino-aprendizagem e do caminho para a sua concepção, a taxonomia de Bloom pode ser utilizada para a determinação da forma de mediação em sala de aula, de acordo com os objetivos educacionais estabelecidos em cada ponto do programa de curso.
- Capacitação dos docentes nos diversos estilos de aprendizagem de forma que estes possam entender melhor da dinâmica de cada turma e, com isso, terem maior respaldo na construção da aprendizagem significativa de seus alunos.
- Capacitação dos docentes nos diversos tipos de avaliação e em como eles podem ser utilizados como recursos complementares no processo de ensino-aprendizagem.
- Capacitação dos docentes na utilização de práticas inovadoras de ensino, suas funções, os recursos necessários e os ganhos de cada uma; assim como na utilização de tecnologias de informação durante o processo de ensino.

#### IV.2.5. Aluno

Assim como capacitação adequada dos docentes e o apoio da instituição em vários níveis, o envolvimento do estudante também é condição favorável à implementação e à sustentação de inovações na abordagem metodológica de um curso. Como um dos extremos na ponte que permite a construção e o fluxo de conhecimento, o estudante precisa assumir postura ativa para que haja sucesso acadêmico. (ASTIN 1993, KONOPKA 2015, THARAYIL et al. 2018).

Ensinados a cultivar o silêncio em sala de aula, sentados em carteiras enfileiradas à frente do professor, escutando e imaginando, contidos de seus impulsos de questionar, de compartilhar e de inventar, os estudantes esperam sempre o mesmo padrão no ambiente de aprendizagem. Por isso, é natural que, quando confrontados com uma nova disposição das cadeiras, por exemplo, quando convocados a perceberem o seu processo ou quando estimulados a darem ideias, sugestões ou conduzirem alguma atividade seguindo suas hipóteses, eles demonstrem estranheza e resistência. Essa resistência tem sido pontuada como uma das grandes limitações à utilização de abordagens centradas no aluno, por esta última contrastar com o papel de ouvinte passivo, que os estudantes estão acostumados a exercer em sala (Konopka 2015).

A evasão nos cursos de engenharia vem atraindo a atenção de pesquisadores em muitos países. Trabalhos como os de Marra et al. 2012, Meyer e Max 2014 e Paura e Arhipova 2016 vêm estudando possíveis fatores que contribuem com a evasão nos cursos de engenharia. Seguindo a tendência internacional, o Brasil também tem voltado seus olhares a esse tópico, trazendo as dificuldades no currículo base, incapacidade financeira e deficiência escolar como os motivos que encabeçam os casos de evasão nos cursos de engenharia (RIOS et al. 2001, ADACHI 2009, ASSIS 2013, FONTICIELLA et al. 2015, PINHEIRO et al. 2019, PINHEIRO et al. 2021). Um estudo feito na Universidade Federal da Bahia analisou os cursos de engenharia e revelou altos índices de evasão nos dois primeiros semestres, listando geometria analítica, cálculo I, cálculo II, cálculo III e física geral I, como as disciplinas com maior risco de provocar evasões, em todas as engenharias (PINHEIRO et al. 2021).

Estimular o engajamento do estudante envolve, antes de tudo, reduzir a distância entre este, o docente e a instituição. E trabalhar nesta aproximação é de fundamental importância, sobretudo, no início do curso, quando o aluno se encontra em processo de adaptação no seu novo ambiente de formação, revisando suas estratégias de estudo de acordo com sua nova rotina e suas deficiências. Alain Coulon (2012) pesquisa sobre as dificuldades no início da jornada acadêmica, com um olhar sobre mudanças de outras ordens acontecendo com os estudantes e sugere que este é o momento crucial na construção de uma relação colaborativa com eles, trabalhando com conceitos como a afiliação dos estudantes, uma metodologia proposta para facilitar o seu engajamento no curso. De acordo com o autor, a criação de um vínculo adequado entre instituição, em seus diversos componentes, e o estudante, causaria um impacto positivo na redução de números de reprovações, trancamentos e evasão, nos dois primeiros anos dos cursos. Além disso, para garantir eficiência na utilização de inovações metodológicas no curso, é necessário comunicar adequadamente funcionamento das novas abordagens. Instruir o estudante sobre os métodos, atividades e avaliações favorece o interesse e sua participação ativa.

A partir de um leque de ações continuadas, numa faculdade de engenharia, o trabalho de Hempel et al. 2020 pontua a mente construtiva, a construção da autoeficácia, a sensação de pertencimento e a metacognição como os domínios que precisam ser trabalhados com os estudantes pra lhes dar suporte durante sua jornada no curso. Desenvolver uma mente construtiva significa ajudar a promover no estudante, uma mentalidade que acredita que com esforço e dedicação é possível aumentar suas habilidades, o que interfere na forma como ele reage diante de resultados desestimulantes no início do curso. Alunos com uma mentalidade construtiva direcionam sua atenção para o cumprimento de metas de aprendizagem em longo prazo e não se desmotivam em virtude de suas notas. De forma semelhante, trabalhar a autoeficácia promove no estudante a crença de que ele pode alcançar os resultados que deseja através de suas próprias ações.

Ainda de acordo com os autores, a sensação de pertencimento influencia os estudantes em sua motivação, em seu desempenho e no seu bem-estar durante o curso, interferindo diretamente na sua

persistência em continuar. E como recurso de enfrentamento, ajudar o estudante a perceber seus padrões, suas dificuldades é um caminho para que ele possa transformar sua relação com o aprendizado através de exercícios. Promover a metacognição no estudante passa por ensiná-lo a estudar de acordo com suas habilidades, a aplicar seus conhecimentos em novas situações e a resolver problemas com criatividade.

Diante desses pontos, são sugeridas algumas ações para trabalhar esse elemento, conforme abaixo:

- Realizar a semana da acolhida dos calouros no início de cada semestre de admissão de alunos, como forma de integrá-los com os docentes e com o curso e seu formato. Sua programação deve conter atividades lúdicas, conduzidas pelos professores do curso, que promovam visão ampla do aluno sobre o curso, a função das disciplinas e a atuação do profissional de engenharia de controle e automação no seu contexto social.
- Realizar o encontro do 1º ano, com o objetivo de verificar de forma descontraída, a visão e as questões envolvendo queixas e apreensões dos alunos ao final do primeiro ano. Espera-se aqui, trabalhar com os alunos as suas maiores dificuldades, com palestras sobre estilos de aprendizagens e dicas de estratégias interessantes para cada um.
- Realizar encontros para a exibição de filmes, exposições e peças teatrais, abertos a todos os semestres, para promover a reflexão a respeito de temas humanísticos e sua inserção na área de engenharia.
- Utilizar as avaliações formativas como recurso para a percepção dos alunos sobre seu processo de aprendizagem, suas maiores dificuldades nas disciplinas.

## CAPÍTULO V – CONCLUSÃO

A área de engenharia no Brasil vem revelando uma crescente necessidade de revisão, seja devido aos índices de empregabilidade na área, pela demanda por profissionais mais adequados às novas formas de produção e de funcionamento do mercado de trabalho, implicadas pela revolução computacional; seja pelos índices de produção científica e tecnológica do país que mostram grande defasagem com relação até mesmo a outros países considerados emergentes. Além disso, o maior entendimento dos parâmetros que norteiam o processo de formação dos profissionais, vem apresentando novas possibilidades para o encaminhamento dos cursos de graduação, propondo uma maior comunicação entre as áreas científicas e humanísticas, aliando o pragmatismo à filosofia.

Diante desse cenário, esta dissertação assumiu como objetivo, avaliar os principais pontos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem dos cursos de engenharia de controle e automação. O caminho percorrido abrange, de forma macro, a verificação da qualidade desses cursos de engenharia, utilizando o resultado do ENADE como referência, considerando uma análise estatística associada visando trazer robustez às conclusões tiradas desta fundamental etapa do trabalho; a sondagem das limitações envolvendo a utilização das metodologias ativas-cooperativas e a promessa de sucesso no ensino; e, por fim, o levantamento de elementos complementares às escolhas metodológicas e igualmente importantes, como pilares de sustentação.

Para a verificação dos resultados do ENADE, foram selecionados os cursos de engenharia de controle e automação. Escolha justificada pelo atual contexto de revolução tecnológica e a importância crucial da área no estabelecimento das novas formas de produção. Os grupos avaliados foram os cursos do Brasil, aqueles considerados de excelência por terem obtido conceito 5 no ENADE e o curso da UFBA. Os resultados obtidos mostraram que o nível dos cursos do de Engenharia de Controle e Automação do Brasil merece atenção e as análises estatísticas realizadas mostraram alta dispersão entre os dados dos grupos avaliados, revelando que não há diferença entre o desempenho dos cursos, incluindo aqueles intitulados de excelência, dado que os intervalos de cobertura das variáveis analisadas são sobrepostos. A natureza das oportunidades identificadas pela análise dos resultados se enquadra nas entregas defendidas pelas chamadas metodologias ativas-cooperativas de ensino, as quais preconizam uma maior articulação entre a teoria e a prática das disciplinas, maior abertura para a interdisciplinaridade e a inclusão do contexto na exploração dos conteúdos, além de quesitos como o desenvolvimento de competências durante a jornada de formação e o favorecimento do protagonismo do aluno.

Para entender melhor essa nova proposta, foi realizada uma sondagem de possíveis limitações da utilização de metodologias ativas-cooperativas, o que trouxe algumas contestações à sua forma de utilização. Essas contestações discorreram sobre o funcionamento da memória, enquanto núcleo principal da aprendizagem e requerente de estrutura e organização; e em seguida, sobre a forma de



abordar conteúdos de acordo com o que se deseja ensinar e não somente por seguir uma determinação metodológica única. Por último, sabendo como os processos de aquisição e sedimentação do conhecimento funcionam e, entendendo que eles devem ser conduzidos de acordo com o objetivo de ensino, foram apresentados diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes - que definem, basicamente, como cada aluno é engajado em seu processo - apontando para a necessidade de adotar práticas associadas e, por isso, mais inclusivas e democráticas no ensino. Como resultado, esta etapa do trabalho propõe a adoção de um estilo misto para os cursos, que aspira à integração de saberes, à inclusão do contexto como orientador de atividades e considera o caminho do ensino como intermediário entre a postura tradicional de transmissão dos conteúdos e aquela baseada preponderantemente em atividades práticas.

Com a necessidade da reforma no ensino de engenharia e tendo, agora, uma referência sobre novas estratégias metodológicas possíveis, foram encontrados alguns elementos que complementam o movimento da mudança, ampliando o olhar para além da sala de aula, para além da relação entre docente e aluno. Na discussão sobre cada um desses elementos e sobre seu contexto na engenharia, percebe-se como cada um faz parte da rede complexa que envolve o processo de ensino-aprendizagem. Não faria sentido trabalhar com melhorias no processo de ensino sem repensar a forma de avaliação e seu potencial como coadjuvante nesse processo; a cultura da instituição, o currículo do curso, a relação entre o curso e o aluno, a capacitação do professor e o envolvimento de setores externos à instituição como provedores de oportunidades de trabalhar os conceitos aprendidos na jornada acadêmica.

Os resultados apresentados nessa dissertação servem de contribuição para os cursos de engenharia que aspiram mudanças no seu desempenho e não dispõem de recursos para investimentos. A primeira parte dos resultados demonstra uma metodologia interessante de utilização dos resultados do ENADE para identificar pontos críticos no curso; a segunda parte do trabalho introduz conceitos importantes para reflexão à respeito das práticas de ensino, além de indicar a taxonomia de Bloom como uma importante ferramenta norteadora para essas práticas; e a terceira parte sugere o trabalho com elementos laterais às metodologias e atividades utilizadas em sala, trazendo exemplos úteis, aplicáveis à realidade dos cursos de engenharia. Todos eles beneficiando a aprendizagem significativa, um dos maiores desafios para a realidade digital acelerada atual.

#### V.1. Limitações e recomendações para trabalhos futuros

A intenção primária desta dissertação era trabalhar a seleção e as etapas de implementação de metodologias ativas-cooperativas, em uma proposta para um curso de Engenharia de Controle e Automação. Com o desfecho da segunda parte do trabalho, sobre a adoção dessas metodologias, um

novo caminho se apresentou, mais abrangente, oferecendo sustentabilidade a trabalhos de reformas no ensino, independente da escolha metodológica. Tendo em vista a importância da validação de alguns pontos e da importância da continuidade ao que foi construído nesta obra, seguem algumas recomendações para trabalhos futuros:

- Sondagem com alunos e professores de cursos de ECA, em todos os núcleos, para complementar as discussões referentes às análises dos resultados do ENADE;
- Levantamento dos índices de desempenho, reprovações e maiores dificuldades do curso de ECA da UFBA para confrontar com os resultados do ENADE;
- Incluir a análise do relatório de curso e da instituição para complementar a análise do curso, trazendo mais clareza sobre os pontos de vulnerabilidade referentes ao processo de ensino-aprendizagem;
- Sondagem com os diversos setores do curso de ECA da UFBA para verificar possíveis limitações às ações propostas para os elementos complementares;
- Estudo de caso em um curso de ECA, trabalhando de forma piloto com os elementos complementares indicados na dissertação, a fim de qualificar melhor os impactos de cada um desses elementos na melhoria da qualidade do curso;
- Trabalho de revisão da literatura com estudos de caso sobre a utilização da taxonomia de Bloom para a elaboração do planejamento de aulas dos cursos de engenharia;
- Trabalho de revisão da literatura sobre a utilização de avaliações alternativas à tradicional somativa, nos cursos de engenharia.
- Trabalho de revisão da literatura com estudos de caso sobre o mapeamento dos estilos de aprendizagem e o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem com alunos dos cursos de engenharia e seus efeitos nas taxas de evasão e no índice de desempenho geral ao longo da jornada acadêmica;

## REFERÊNCIAS

- AIRES, R.W.A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO. 7. 2017. Foz do Iguaçu.
- ALKHATIB, O. J. An interactive and blended learning model for engineering education. *Journal of Computers in Education*, v.5, n.1. 2018
- AMIRA, T.; LAMLA, M.; HAFIDI, M. Learning styles in a collaborative algorithmic problem based learning. *The review of socio network strategies*, v.13, n.1. 2019
- ANDERSON, T. R. Bridging the educational research – teaching a practice gap. *Biochemistry and molecular biology educational*. v. 35, n.6. 2007.
- ANDREWS, T. M., LEONARD, M. J., COLGROV, C. A.; KALINOWSKI, S. T. Active learning not associated with student learning in a random sample of college biology's courses. *CBE – Life Sciences Education*. v. 10. 2011.
- ANDREWS, T. C.; AUERBACH, A. J. J.; GRANT, E. F. Exploring the relationship between teacher knowledge and active-learning implementation in large college biology. *CBE – Life sciences education*. v.18. 2019.
- ARAÚJO, W. J.; LOPES, R. P.; FILHO, D. O.; BARROS, P. M. M. B.; OLIVEIRA, R. A. Aprendizagem por problemas no ensino de engenharia. *Revista Docência no Ensino Superior*. v. 6. n. 1. 2016
- ARENDALE, D. R. Pathway of persistence: a review of postsecondary peer cooperative learning program. *The Center for research on developmental education and urban literacy*. University of Minnesota. 2004
- ASSIS, C. F. Estudo dos fatores que influenciam a evasão dos alunos dos cursos superiores de tecnologia de uma instituição de ensino superior privada. 2013. 91f. Dissertação (Mestrado) - Fundação Cultural Dr. Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2013.
- ATKINSON, R. C.; SHIFLRIN, R.M. *Human memory: a proposed system and its control process*. California: Stanford University, 1968.
- BATHGATE, M. E.; ARAGON, O. R.; CAVANAGH, A. J.; WATERHOUSE, J. K.; FREDERICK, J.; GRAHAN, M. J. Perceived supports and evidence-based teaching in college STEM. *International Journal of STEM education*. v.6, n.11. 2019.
- BAYGIN, M.; YETIS, M.; KARAKOSE, M.; AKIN, E. An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY BASED HIGHER EDUCATION AND TRAINING, 15, 2016, Turquia.

- BELHOT, R. V.; FREITAS, A. A.; VASCONCELLOS D. D. Requisitos profissionais do estudante de engenharia de produção: uma visão através dos estilos de aprendizagem. *Revista Gestão da Produção e Sistemas*, v.1, n. 2. 2006.
- BENNET, R. E. The changing nature of educational assessment. *Review of research in education*. v. 39. 2015.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências sociais e humanas*. v. 32, n. 1. 2011.
- BEVAN, S. J.; CHAN, C. W.; TANNER, J. A. Diverse assessment and active student engagement sustain deep learning: a comparative study of outcomes in two parallel introductory biochemistry courses. *Biochemistry and molecular biology education*. v. 42, n. 6. 2014.
- BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. *Taxonomy of educational objectives*. EUA: David McKay Company, 1956.
- BOCHARDT, M.; ROEHE, G. L.; AZEVEDO, D.; PONTE JR. J. O perfil do engenheiro de Produção: a visão de empresas da região metropolitana de Porto Alegre. *Revista Produção*. v. 19, n.2, 2009.
- BORDIN, L.; BAZZO, W. A. Essa “tal” filosofia: sobre as concepções de tecnologia e seus reflexos no processo formativo em engenharia. *Revista Brasileira de ensino de ciência e tecnologia*. v.11, n. 1. 2018.
- BRAUND, H.; DE LUCA, C. Elementary students as active agents in their learning: an empirical study of the connections between assessment practices and student metacognition. *The Australian association for research in education*. 2018.
- BRASIL. CNE/CES 11. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em engenharia. Brasília: Ministério da Educação, 2019.
- BROMLEY, P. Active learning strategies for diverse learning styles: simulations are only one method. *American Political Science Association*. 2013.
- BROWN, G.; ATKINS, M. *Effective Teaching in Higher Education*. London: Routledge. 1988
- BUARQUE, C. *A aventura da universidade*. São Paulo: Editora da UNESP, São Paulo: Unesp; Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.
- BURKHARDT, H.; SHOENFELD, A. Assessment in the service of learning: challenges and opportunities or plus ça change, plus c'est la même chose. *ZDM*. v. 50. 2018.
- CARBONELL, J. *Pedagogias do século XXI: bases para a inovação educativa*. Porto Alegre: Penso, 2013.
- CASTRO, R. N. A. A teoria da prática: a aula de engenharia. *Revista eletrônica engenharia viva*. v.2, n.1. 2015.

CHIU, P. H. P.; CHENG S. H. Effects of active learning classrooms on student learning: a two year empirical investigation on student perceptions and academic performance. *Higher Education Research & Development*. V.36, n.2. 2016.

CLARIVATE ANALYTICS. A pesquisa no Brasil: Promovendo a excelência. Web of Science Group. 2019.

CLEGG, J. R.; DILLER, K. R. Challenge-based instruction promotes students' development of transferable frameworks and confidence for engineering problem solving. *European Journal of Engineering Education*, v.44, n.3. 2018.

CHEN, B.; BASTEDO, K.; HOWARD, W. Exploring design elements for online STEM courses: active learning, engagement and assessment design. *Online learning journal*. v.22, n.2. 2018.

CNE, Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, 2002b. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 abr. 2002b. Seção 1, p. 32.*

CNI, Confederação Nacional da Indústria. *Desafios para a indústria 4.0 no Brasil*. Brasília. 2016

CUNHA, M. R. Gestão estratégica de IES: modelos e funções do planejamento estratégico em universidades públicas e privadas de Palmas – Tocantins. 2011. 172 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de educação, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, Lisboa, 2011.

CUNHA, C. C. M. Questões discursivas do ENADE dos cursos de engenharia – grupo II e engenharia elétrica: um estudo longitudinal do desempenho dos estudantes no período de 2005 a 2014. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 44. 2016, Natal.

DANCY, M.; HENDERSON, C. Pedagogical practices and instructional change of physics faculty. *American Journal of physics*. v. 78, n.10. 2010.

DANG, Q.-V.; GAJSKI, D. D. Bringing in-class online - A hybrid solution. In: INTERDISCIPLINARY ENGINEERING DESIGN EDUCATION CONFERENCE, n.4, 2014.

DANTAS, C. M. N. O desenvolvimento da docência nas engenharias: um estudo na universidade federal de Campina Grande. 2011. 122f. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

DAYAWANSA, J.; WIJENAYAKE, C.; EDUSSOORIYA, C.; DIAS, D.; SAMARASINGHE, K.; RODRIGO, R.; DAYANANDA, N. Blended induction program for electronic engineering freshmen. *International journal of electrical engineering education*, v.55, n.4.2018

DEWES, A.; BOLZAN, D. P. V. Gestão universitária a partir da narrativa de professores gestores de departamentos didáticos. *Regae*. v.7, n.15. 2018

DRIESSEN, E.; VLEUTEN, C. V. D. Matching student assessment to problem-based learning: lessons from experience in law faculty. *Studies in continuing education*. v.22, n.2, 2000.

DUTTA, S.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. Global innovation index 2020: who will finance innovation? World intellectual property organization. v.13. 2020.

DUVALL, S.; HUTCHINGS, D. R.; DUVALL, R. C. Scrumage: a method incorporating multiple, simultaneous pedagogical styles in the classroom. Association for computing machinery, Baltimore, 2018.

DWEK, M.; COUTINHO, H.; MATHEUS, F. Por uma formação crítica em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 39, 2011, Blumenau.

EMBIRUÇU, M.; et. al. Projeto Pedagógico do Curso de Graduação (Noturno) em Engenharia de Controle e Automação de Processos na Escola Politécnica da UFBA. Departamento de controle e automação, Universidade Federal da Bahia. 2010

FELDER, R. M. American Engineering Education: current issues and future directions. International Journal of. Engineering Education. v.9, n.4. 1993

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. Engr. Education. v.78, n.7, p.674-681. 1988

FELDER, R. M. Engineering Education: A Tale of Two Paradigms. In: SHAKING THE FOUNDATIONS OF GEO-ENGINEERING EDUCATION, 2, 2012, Estados Unidos.

FERNANDES, L.; GARCIA, A.; CRUZ, P. Desenvolvimento Desigual na Era do Conhecimento: A Participação dos BRICS na Produção Científica e Tecnológica Mundial. Contexto internacional, v. 37, n. 1. 2017.

FERREIRA, N. S. Gestão Democrática da Educação: atuais Tendências, novos desafios. São Paulo: Cortez, 2008.

FONSECA, D. G. Implicações do exame nacional de desempenho dos estudantes (ENADE) nos processos avaliativos internos do curso de educação física do IPA. 2008. 182f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo. 2008.

FONTICIELLA, G. M.; REMOR C. R.; DE MARCO, M. T.; BETZEK, S. B. F. Evasão na engenharia: o caso dos cursos da UTFPR campus medianeira tendo como o acesso o SISU. Revista eletrônica científica inovação e tecnologia. v.1, n.11. 2015.

FREEMAN, S.; EDDY, S. L.; McDONOUGH, M.; SMITH, M. K.; OKORDAFOR, N.; JORDT, H. WENDEROTH, M. P. Active learning increase student performance in science, engineering and mathematics. Proceedings of the national academy of sciences. v.111, n.23. 2014

FREITAS, S.; BARBOSA, I.; VIEIRA, J. A. G.; MIRANDA, G. J. Percepção acerca da qualidade e utilidade do relatório de avaliação do ENADE: um estudo na área de negócios. Revista de Administração contemporânea. v.12, n. 27. 2015.

GARCIA, G. P. O ensino de engenharia e o método PBL. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. 2014, Sorocaba.

GARDNER, H. Frames of mind: the theory of multiple intelligences. Nova York: Basic Book, 1983.

GOMES, A. C. D. N.; MADANI, F. S.; MAIA, J. E. B.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ, H. Q. O ENADE como instrumento de avaliação e melhoria dos cursos de engenharia de controle e automação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 44, 2016, Natal.

GRIGGS, R. A. Psicologia – Uma abordagem concisa. Artmed, 2009.

HARRISON, D. J.; SAITO, L.; MARKEE, N.; HERZOG, S. Assessing the effectiveness of a hybrid-flipped model of learning on fluid mechanics instruction: overall course performance, homework and far- and near- transfer of learning. European journal of engineering education, v.42, n.6. 2016.

HAWK, T. F.; SHAH, A. j. Using learning styles instrument to enhance student learning. Decision sciences journal of innovative education. v.5, n.1. 2007

HEMPEL, B.; KIEHLBAUGH, K.; BLOWERS, P. Scalable and Practical teaching practices faculty can deploy to increase retention: a faculty cookbook for increasing student success. Education for Chemical engineers. v.33, n.1. 2020

HEYWOOD, J.; A Historical Overview of Recent Developments in the Search for a Philosophy of Engineering Education. In: ASEE/IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE. 41, 2011, Rapid City.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Relatório de Área ENADE 2014 e 2017: Engenharia de controle e automação. Brasília, DF, 2015 e 2018.

\_\_\_\_\_. Sinopses Estatísticas da Educação Superior – Graduação: 2000 a 2017. Brasília, DF, 2016c. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-daeducacao-superior>>. Acesso em: 16 nov.2018.

JUNIOR, P. R. T.; RIOS, M. P. G. Dez anos do SINAES: um mapeamento de teses e dissertações defendidas no período 2004-2014. Avaliação, Campinas, v. 22, n. 3. 2017

JENSEN, N. J. L.; KUMMER, T. A.; GODOY, P. D. d. M. Improvements from a flipped classroom may simply be the fruits of active learning. CBE - Live Sciences Education. v.14, n.1. 2015

KIRSHNER, P. A.; SWELLER, J.; CLARK, R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, Discovery, problem-based. Experimental and inquiry-based teaching. Educational Psychologist. V. 41, n.2. 2010

KOLB, D. A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.

KONOPKA, C. L.; ANDAIME, M. B.; MOSELE, P. H. Active teaching and learning methodologies: some considerations. Creative education. v.6, n.14. 2015.

LAZONDER, A. W.; HARMSSEN, R. Meta-analysis of inquiry-based learning: effects of guidance. Review of education research. V.20, n.10. 2016

LIBÂNEO, J. C. Organização e gestão da escola. Teoria e prática. Pedagogia e pedagogos para quê? São Paulo: Cortez, 2010.

- LIMA, R. M.; MESQUITA, D.; ROCHA, C.; RABELO. Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job advertisements. *Revista Produção*. V. 27. 2017.
- LINS, L. M.; PEREIRA, M. B. G.; SALERNO, M. S.; BOTTAN, T. A engenharia também está em crise (?). Uma análise do impacto da crise econômica a partir dos dados de admissões e demissões no mercado da engenharia. *OIC engenharia data*. Jun. 2016.
- LUCKESI, C. C. Verificação ou avaliação: o que pratica a escola? *Gestão e avaliação da educação pública*. Governo do estado do Ceará. 1998.
- MARCH, A. F.; Metodologías activas para La formación de competências. In: *EDUCATIO SIGLO 21*, 24. 2006, Valencia.
- MARIN, M. J. S. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. *Revista brasileira de educação médica*. v.34, n.1. 2010.
- MARRA, R. M.; RODGERS, K. A.; SHEN, D.; BOGUE, B. Leaving engineering: a multi-year single instruction study. *Journal of engineering education*. v.101, n.1. 2012.
- MARTINS, M. A. F. Contribuições para a avaliação da incerteza de medição no regime estacionário. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
- MAYER, R. E. Should there be a three-strikes rules against pure Discovery learning? *American Psychologist*. v.59, n.1. 2004
- MELO, F. G. O ensino da competência de comunicação nos cursos de engenharia no Brasil. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 45. 2017, Joinville.
- MESSIK, M. The psychology of education measurement. *Journal of education measurement*. v.21, n.3. 1984
- MEYER, M.; MARX, S. Engineering dropouts: a qualitative examination of why undergraduates leave engineering. *Journal of engineering education*. v.103, n.2. 2014.
- MOLISANI, A. L.; Evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro. *Revista Educação e Pesquisa*. São Paulo, v. 43, n. 2. 2017.
- MONARO, R. L. G.; SATOLO, E. G.; Plano de melhorias para um curso de engenharia de produção baseado no desempenho dos estudantes na avaliação ENADE. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 42. ,2014, Juiz de Fora.
- MORAN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. *Novas tecnologias digitais: reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento*. Curitiba: CRV, 2017.
- MORIN, E. A cabeça bem feita: repensar a reforma e reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002.
- MORIN, E. Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios. São Paulo: Cortez, 2009.



MULLER, M. G.; ARAUJO, I. S.; VEITI, E. A.; SCHELL, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction. Revista brasileira de ensino de física. v.39, n.3. 2017

NEUFELD, C. B., STEIN, L. M.; A compreensão da memória segundo diferentes perspectivas teóricas. Revista Estudos de Psicologia, PUC-Campinas, v. 18, n. 2. 2001.

NOSE, M. M.; REBELATTO D. A. N. O perfil do engenheiro segundo as empresas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 29, 2001, Porto Alegre.

OLIVEIRA, V. F.; PINTO, D. P.; Educação em engenharia como área do conhecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 34. 2006. Passo Fundo

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N.; CARMO, L. C. S. Estudo comparativo da formação em engenharia: Brasil, BRICS e principais países OCDE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 40, 2012, Belém.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: uma revisão integrativa. SANARE. v.15, n.2. 2016

PAURA, L.; ARHIPOVA, I. Student dropout rate in engineering education study program. In: ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, 25, 2016, Letonia.

PERRENOUD, P. A prática reflexiva no ofício do professor: Profissionalização e Razão Pedagógica. Porto Alegre: Artmed, 2002

PESSOA, M. N. M. Gestão das universidades federais brasileiras – um modelo fundamentado no balanced scorcard. 2000. 304 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PIMENTA, F. C. R.; HAAS, C, M.; Cenário das pesquisas sobre o SINAES junto ao banco de teses da CAPES no período de 2004 a 2012. Revista Ambiente Educação. São Paulo, v. 9, n. 2. 2015.

PINHEIRO, S. M. et al. Evasão dos discentes no curso de engenharia química da UFBA considerando componentes do 1º e 2º semestres: aplicação de um modelo de análise de sobrevivência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 45, Joinville, 2017.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. Journal of engineering education, v.29. 2004.

POLIDORI, M. M.; MARINHO-ARAUJO, C. M.; BARREYRO, G. B. SINAES: perspectivas e desafios na avaliação da educação superior brasileira. Ensaio: avaliação de políticas públicas em educação, Rio de Janeiro, v. 14, n. 53. 2006

POMPERMAYES, F. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A.; PEREIRA, R. H. M. Potenciais gargalos e prováveis caminhos de ajustes no mundo do trabalho no Brasil nos próximos anos. RECIPEA. 2011.

RAJARAPOLLU, P.; BHAGWATKAR, S. A. ICT – an effective way for active and collaborative teaching process in engineering education – a review. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRASFORMING ENGINEERING EDUCATION. 2017, India.

RAUD, Z. Active learning, Power eletronics: a new assessment methodoogy. In: INTERNATIONAL POWER ELETRONICS AND MOTION CONTROL CONFERENCE. 14. 2010, Macedônia.

REYES, J. A.; Filosofia e Ensino de Engenharia: a Relação Techné, Lógos e Métis. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, v. 9, n. 3. 2016.

RIBEIRO, L. R. C. Radiografia de uma aula de engenharia. São Carlos: EDUFSCar, 2007.

RIOS, J. R. T.; SANTOS, A. P.; NASCIMENTO, C. Evasão e retenção no ciclo básico dos cursos de engenharia da escola de Minas da UFOP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 29, 2001, Porto Alegre.

RIVETTA, M. S.; RODRIGUEZ-CONDE, M. J.; MIGUELANEZ, S. O. European higher education: a comparative analysis to evaluate the pedagogical training of professors and to investigate the diference models developed by universities. In: International coference on technologiocl ecosystems for enhancing multiculturality. 6, 2018, Salamanca.

ROJAS, J. H. C.; La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. In: LACCEI International MultiConference for Engineering, Education, and Technology. 15, 2017, Estados Unidos.

ROCHA, J. S.; DIAS, G. F.; CAMPANHA, N. H.; BALDANI, M. H. O uso da aprendizagem baseada em problemas na odontologia: uma revisão crítica da literatura. Revista da EBEND. v.16, n.1. 2016.

RUBMANN, M. et. al; Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Boston Consulting Group. 2015.

SALES, E. C. A. S. Governança no setor público segundo a IFAC – estudo nas universidades federais brasileiras. 2014. 158 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em administração e controladoria, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SANTOS, N. C. G. Uma Análise sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade na Iniciação Científica no Curso de Engenharia de Produção da UNIFEI. 2016, 78 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

SANTOS, F.C. Atividades Investigativas e História da Ciência: Tendências Em Potencial Para Promover o Pensamento Crítico. 2018. 98f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

SCHMITT, C. S.; DOMINGUES, M. J. C. S. Estilos de aprendizagem: um estudo comparativo. Avaliação. v.21, n.2. 2016.

SCHNEIDER, M.; PRECKEL, F. Variables associeated with achievement in higher education: a systematic review of meta-analyses. Psychological Bulletin, v.143, n.6 2017.

SCHWERTL, S. L.; FERREIRA, C. R.; PERES, A.; Formação geral nos cursos de engenharia: reflexões a partir dos resultados do ENADE 2005, 2008 e 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42. 2014, Juiz de Fora.

SILVA, B.J.; FERREIRA, M. M. S.; SOUZA, R. C. Avaliação do curso de engenharia civil da Universidade Federal de Alagoas de acordo com o ENADE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42. 2014, Juiz de Fora.

SILVA, M. R. Perspectivas Curriculares Contemporâneas. Editora Intersaberes. Curitiba. 2012

SOBRAL, F. R.; CAMPOS, C. J. G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. Revista Escola de Enfermagem, USP. v.46, n.1.2012

SOUZA, L. M.; AVELINO, B. C.; TAKAMATSU, R. T.; estilos de aprendizagem e influência no processo de ensino-aprendizagem: análise empírica na visão de estudantes de contabilidade. Revista Ambiente Contábil. UFRN. v. 9, n. 2, 2017.

SWELLER, J.; MERRIENBOER, J. J. G. V.; PAES, F. Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. Educational Psychology review, v.31, n.2. 2019

SALERNO, M. S.; LINS, L.; ARAÚJO, B. C.; GOMES, L. A. V.; TOLEDO, D.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Uma proposta de sistematização do debate sobre falta de engenheiros no Brasil. Texto para Discussão. n. 1983. IPEA. 2014. Rio de Janeiro.

TAN, S.; SHEN, Z. Hybrid problem-based learning in digital image processing: a case study. IEEE Transactions on education. v.61, n.2. 2018.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Vozes, 2014.

SAHIN-TASKIN, C. Effects of active learning environments supported with self and peer assessment on pré-service teachers' pedagogical and self-efficacy beliefs. Asia-Pacific journal of teacher education. v.46, n.5. 2018

TEIVI, R. C. G. O desempenho no exame nacional de cursos como Feedback ao projeto pedagógico – estudo de caso de um curso de engenharia de computação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 35, 2007, Santa Catarina.

THARAYIL, S., BORREGO, M., PRINCE, M., NGUYEN, K. A., SHEKHAR, P., FINELLI, C. J.; WATERS, C. Strategies to mitigate student resistance to active learning. International Journal of STEM Education, v.5, n.7. 2018

TINTO, V. PUSSER, B. Moving to theory to action: building a modelo of institutional action for student success. National postsecondary education cooperative. 2006.

TRENNEPHOL, A. Os limites do currículo e os problemas de uma formação tecnicista. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL. 11, 2014, Pará.

TREVISAN, M. S.; SARTURI, R. C. O estado da arte do SINAES: levantamento de teses e dissertações. In: SIMPÓSIO AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR. 2. 2016. Porto Alegre.

TSAI, F. S.; NATARAJAN, K.; AHIPASAOGLU, S. D.; YUEN, C.; LEE, H. CHEUNG, N. M.; RUTS, J.; MAGNANTI, T. L. From boxes to bees: active learning in freshmen calculus. In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON). 2013, Alemanha.

VARATHARAJAH, P. et al. SCALE-UP Instructional Redesign of a Calculus Course at an HBCU. International Journal for Innovation Education and Research, v. 7, n.1.2019

VASCONCELLOS, C. S. Planejamento, projeto de ensino-aprendizagem e projeto polítipopedagógico. São Paulo: Libertad, 2005.

VIDIC, A. D. A model for teaching basic engineering statistics in Slovenia. Metodoloski zvezki. v. 3, n. 1. 2006

VOGT, M.; DEGENHART, L.; BIAVATTI, V. T. Relação entre formação docente, metodologias de ensino e resultados do exame nacional de desempenho dos estudantes de ciências contábeis. Revista Catarinense da Ciência Contábil. Florianópolis, v. 15, n. 45. 2016

WALKER, J. D.; COTNER, S. H.; BAEPLER, P. M.; DECKER, M. D. A delicate balance: integrating active learning into a large lecture course. CBE – Life Sciences Education. v.7, n.4. 2008.

WALLACH, E. J. Individuals and organizations: The cultural match. Training & Development Journal. v.31, n.2. 1983.

WOLDEMICHAEL, D. E. A hybrid student-centered learning instructional approaches for a lecture-based engineering class. In: WORLD ENGINEERING EDUCATION FÓRUM (WEEF). 7, 2017, Malásia.

ZABALA, A. A Prática Educativa. Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## Memorial de Cálculo - Construção dos Histogramas

### 1. Preparação dos dados

- a. Para cada ano, da planilha com os microdados, foram filtrados os dados com as seguintes colunas e seus argumentos:

➤ CO\_GRUPO - Área de enquadramento do curso do ENADE

- CO\_GRUPO = 5814 (para o curso de Engenharia de Controle e Automação)

➤ TP\_PRES – Tipo de presença do candidato

- TP\_PRESS = 555 (para candidato presente e com resultado válido)

- b. Para cada ano, da planilha com os microdados do ENADE, foram selecionadas as seguintes colunas de dados:

➤ NU\_ANO - Ano de realização do exame

➤ NT\_GER - Nota bruta da prova

### 2. Cálculos iniciais

- Número de Pontos
- Valor Mínimo
- Valor Máximo
- Valor Médio
- Desvio-padrão

### 3. Cálculo da PDF

- a. Distribuição dos pontos

➤ Ponto1 = 1 a n° pontos

- b. Incremento dos pontos

➤ Inc1 = (Máx – Min) / n° pontos

- c. Cálculo dos valores

➤ Valori = Min + pontoi\*Inc1

- d. Cálculo da PDF utilizando a função “DIST.NORM.N” no Excel

### 4. Cálculo da Frequência

- a. Cálculo número de classes para a divisão

➤ n° classes = raiz (n° total de pontos)

- b. Incremento das classes
    - $\text{Inc2} = (\text{Máx} - \text{Min}) / \text{n}^\circ \text{ classes}$
  - c. Cálculos dos valores de corte
    - $\text{Cortei} = \text{Min} + \text{classei} * \text{Inc2}$
  - d. Cálculo da Frequência utilizando a função “FREQUÊNCIA” no Excel
- 5. Plotagem do gráfico
  - 6. Verificação visual da normalidade dos dados

## Memorial de Cálculo - Médias para os gráficos de barras

1. Para cada ano, da planilha com os microdados, foram filtrados os dados com as seguintes colunas e seus argumentos:
  - CO\_GRUPO - Área de enquadramento do curso do ENADE
    - CO\_GRUPO = 5814 (para o curso de Engenharia de Controle e Automação)
  - TP\_PRES – Tipo de presença do candidato
    - TP\_PRESS = 555 (para candidato presente e com resultado válido)
2. Para cada ano, da planilha com os microdados do ENADE, foram selecionadas as seguintes colunas de dados:
  - NU\_ANO - Ano de realização do exame
  - CO\_IES - Código da IES (Instituição de Ensino Superior)
  - CO\_CURSO - Código do curso no ENADE
  - NT\_GER - Nota bruta da prova
  - NT\_FG - Nota bruta da componente FG (Formação Geral)
  - NT\_CE - Nota da CE (Componente Específica)
3. Foram identificados os códigos dos cursos (CO\_CURSO), sumarizadas na Figura A1, cujas notas seriam avaliadas especificamente, como a UFBA e os cursos que obtiveram conceito 5 em cada uma das edições avaliadas.

Figura A1: Código dos cursos da UFBA e de conceito 5 ao longo dos anos 2014, 2017 e 2019

	Conceito 5		
UFBA	2014	2017	2019
117088	85124	14249	18397
	1159084	20629	83906
	18880	110275	110275
	110275	1114857	1270376
	121630	1126054	1313475
	14249	1192306	
	83906	1270305	
	18143		
	102499		
	118378		

Fonte: Microdados ENADE 2014, 2017 e 2019. Elaboração da autora.

4. Foram filtrados os dados por ano e por grupos de comparação
  - Brasil

- Cursos de conceito 5 em cada ano
  - UFBA
5. Para o conjunto de dados das notas brutas das provas, notas brutas de formação geral e notas brutas da componente específica da prova, foram calculados:
- Valor médio
  - Desvio-padrão
6. Foram plotados os gráficos barras com adição da barra de erros, considerando o desvio-padrão de cada nota.



**UFBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI**

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA

CEP: 40.210-630

Telefone: (71) 3283-9800

E-mail: [pei@ufba.br](mailto:pei@ufba.br)

Home page: <http://www.pei.ufba.br>

